

BERICHT ÜBER DEN  
LEOBENER BERGMANNSTAG  
2. BIS 5. SEPTEMBER 1937

SCHRIFTFLEITUNG

PROF. DR.-ING. E. BIERBRAUER UND  
LEOBEN

DR.-ING. F. PERZ  
LEOBEN

MIT 234 ABBILDUNGEN IM TEXT



WIEN  
VERLAG VON JULIUS SPRINGER  
1937

ISBN-13: 978-3-7091-9559-8      e-ISBN-13: 978-3-7091-9806-3  
DOI: 10.1007/978-3-7091-9806-3

FESTSCHRIFT DES BERG- UND HÜTTENMÄNNISCHEN JAHRBUCHES  
DER MONTANISTISCHEN HOCHSCHULE IN LEOBEN

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG  
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN  
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 1ST EDITION 1937

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Bericht über die Tagung .....	5
Verzeichnis der Tagungsteilnehmer .....	28
Festvorträge: Österreichs Bergbau seit dem Weltkrieg. Von Prof. Dr. W. Petrascheck und Oberbergat Ing. R. Pohl .....	34

## Fachvorträge

Gruppe: Allgemeine Bergbautechnik .....	3
Gruppe: Aufbereitung .....	104
Gruppe: Bergwirtschaft .....	139
Gruppe: Lagerstätten und Bergbau in Österreich.....	183
Gruppe: Der Bergbau im Nahen Osten und seine Entwicklungsmöglichkeiten.....	220
Gruppe: Tektonische Vorgänge der Gegenwart in Bergbaugebieten sowie scheinbare Berg- schäden .....	298
Gruppe: Alpen- und Karpathenvorland als Erdölgebiete und Erdölfragen.....	327

## Verzeichnis der Vorträge

Basgan, J.: Bohrungen im Vorlande des Ölgebietes von Rumänien.....	327
Bierbrauer, E.: Über ein neues Aufbereitungsverfahren.....	104
Bohnhoff, H.: Neue Aufgaben der Elektrotechnik im Bergbau.....	3
Czermak, A.: Entwicklung des Abbaues mit Versatz bei den Brucher Kohlenwerken, vom Kammerbruchbau mit Spülversatz bis zum Scheibenbau mit Trockenschleuderversatz.....	10
Effenberger, W.: Seilschwebbahnen mit großer Spannweite .....	58
Feustel, K.: Über Gesteinbohrer und deren Einfluß auf Leistung und Wirtschaftlichkeit des Bohrbetriebes .....	22
Friedrich, O.: Die ostalpine Hauptvererzung und ihre magmatischen Beziehungen.....	183
Fuglewicz, J.: Über laboratoriumsmäßige Ermittlungen der Entflammbarkeit von Kohlen- stauben .....	31
Georgieff, K.: Der Erzbezirk von Panagjurische in Bulgarien.....	220
Gold, O.: Tagebautechnik im deutschen Braunkohlenbergbau .....	66
Granigg, B.: Die Entfaltung des Bergbaues in der neuen Türkei.....	230
Greger, E.: Die autogene Auftragschweißung im Bergbau .....	37
Gründer, W.: Der Film in der Aufbereitung .....	109
Haimberger, P.: Scheinbare Bergschäden .....	298
Herczegh, J.: Ungarns Kohlenlagerstätten und der ungarische Kohlenbergbau.....	235
Hiebleitner, G.: Geologie und Bergbau der Chromeisenerzlagerstätten des Balkans.....	238
Hochstetter, C.: Die Entwicklung des Kohlenbergbaues in Rumänien nach dem Kriege....	245
Höfer, H.: Gestehungskosten und Verkaufspreise der Steinkohle während der Weltwirtschafts- krise .....	139
Kahler, F.: Forschungen über jugendliche tektonische Vorgänge in Kärnten und deren prak- tische Auswertung .....	303
Kaiser, J.: Neuzeitliche Preßluftwerkzeuge für den Bergbau und ihre betriebswissenschaftliche Beurteilung .....	41
Kienzle, F.: Technische und wirtschaftliche Gegenüberstellung einiger Typen von Flotations- maschinen .....	112

	Seite
Kieslinger, A.: Die geologischen Grundlagen des Goldbergbaues in den Hohen Tauern.....	186
Kirnbauer, F.: Nutzbare Feldspat- und Kaolinlagerstätten in Mittel-, Ost- und Südeuropa sowie deren wirtschaftliche Bedeutung .....	191
Kirsch, G.: Das Wesen der orogenen Kräfte .....	305
Klein, H.: Neuere Erfahrungen beim Trocknen von Kohlen nach dem Verfahren Prof. Fleißner	117
Koch, E.: Energiewirtschaft und Bergbau .....	148
Kühlwein, F.: Beziehungen zwischen Kohlenmikrogefüge und Reinkohle .....	121
Langecker, F.: Bewegungsvorgänge der Erdkruste .....	310
Loch, L.: Entwicklung des Magnesitwerkes in Satka während des ersten Fünfjahresplanes....	250
Luyken, W.: Fortschritte auf dem Gebiet der Eisenerzaufbereitung .....	129
Mautner, F.: Der Freischurf im österreichischen Rechte.....	156
Pantó, D.: Das Gold der Donau .....	261
Petrascheck, W.: Österreichs Bergbau seit dem Weltkrieg.....	34
Planinšek, S.: Der Goldbergbau in Jugoslawien .....	264
Pöhl, R.: Österreichs Bergbau seit dem Weltkrieg .....	36
Prikel, G.: Allgemeine Gesichtspunkte über Förderung des Erdöles.....	73
Prikel, G.: Die drei Hauptfördermethoden, ihre Ober- und Untertaginstallation.....	79
Reichel, E.: Die Prinzipien der quantitativen chemischen Spurenbestimmung .....	134
Roth v. Telegd, K.: Die neuesten Resultate der Petroleumschürfungen in Ungarn.....	330
Rotter, J.: Einiges über den Salzsolebergbau und den modernen Sudhüttenbetrieb.....	197
Schultze-Rhonhof, H.: Explosionsversuche in einem Steinkohlenbergwerk.....	98
Schulz, E.: Korrosionen an Eisen und Stahl im Bergbau, insbesondere der Förderseile.....	46
Schwarz, R.: Über die wirtschaftliche Bedeutung der Erdölgewinnung in Österreich.....	162
Schwinner, R.: Die Lagerstätten kristallinen Magnesits und ihre Verteilung im Gebirgsbau der Ostalpen .....	206
Seyfert, W.: Fördermittel im Streb mit flacher und steiler Lagerung.....	53
Skutl, V.: Optimale Beschäftigungsgrade.....	167
Sommeregger, V.: Betriebsverhältnisse im Kusnezker Steinkohlenbecken in Sibirien.....	170
Sommermeier, L.: Die stratigraphischen und tektonischen Grundlagen der Erdöllagerstätten im Neogen von Südmähren und der Slowakei .....	336
Spasoff, A.: Die Kohlenwirtschaft Bulgariens.....	268
Stipanits, O.: Über die Gasausbrüche im Ignazschacht der Berg- und Hüttenwerksgesellschaft in Mährisch-Ostrau .....	86
Thien, K.: Schlagwetter-Prüfstellen in Österreich.....	95
Trenczak, L.: Die Katastrophe und der Wiederaufbau der Mathildegrube bei Chrzanów in Polen .....	277
Tschernig, E.: Bergschläge in Bleiberg und ihre Beziehung zur jugendlichen Tektonik.....	321
Vetters, H.: Zur Frage der Ölhöflichkeit der österreichischen Flyschzone.....	349
Wassileff, G.: Schema der Thermalwasserquellen Bulgariens.....	283
Welser, H.: Der neue Erzrayon von Karamazar in Westturkestan.....	292
Wieden, A.: Der Breitfeiler- oder Strebbau in den Lignitflözen des Hausruckes.....	215



## **Bericht über die Tagung**

Die Anregung, unter dem Namen „Leobener Bergmannstag“ nicht nur alte Leobener Bergleute, sondern auch Bergingenieure der Nachbarstaaten zu einer fachlichen und kameradschaftlichen Tagung in Leoben zu einigen, ging von Prof. Dr. Ing. e. h. Dr. phil. Wilhelm Petrascheck aus, der sich bereits im Winter 1935/36, zunächst bei den Angehörigen der Leobener Hochschule und hierauf in den örtlichen bergmännischen Kreisen die Mithilfe sicherte. Herr Generalsekretär a. D. Ing. u. Dr. Felix Busson übernahm es, den Verband der Bergbaue Österreichs von dem Plan zu unterrichten und seine Unterstützung zu gewinnen. Am 4. Juli 1936 fand in Leoben die erste gemeinsame Besprechung von Vertretern der Bergbauindustrie, der Bergbehörden und der Montanistischen Hochschule statt, bei welcher der Vertreter des Verbandes der Bergbaue Österreichs, Herr Bergrath c. Ing. Franz Obermayr, berichtete, daß sich der genannte Verband bereit erklärt habe, dem Bergmannstag Mittel zur Verfügung zu stellen. Nachdem auch das Handelsministerium im Laufe der Verhandlungen eine geldliche und tatkräftige Unterstützung zusicherte, wurde der Beschluß gefaßt, die Tagung für den Herbst 1937 vorzubereiten, die Durchführung der Vorbereitungen in die Hände von Arbeitsausschüssen zu legen und an die Spitze des Ganzen einen Organisationsausschuß zu stellen, dem Ausschüsse in einzelnen Ländern angegliedert werden sollten.

Die Konstituierung des Organisationsausschusses fand am 18. Januar 1937 in Wien statt. Schon in der Vorbesprechung fand der Vorschlag, Se. Exzellenz, Herrn k. k. Minister a. D. Geh. Rat Dr. mont. e. h. Emil Frh. Homann v. Herimberg zu bitten, den Vorsitz im Organisationsausschuß zu übernehmen, allgemeine Zustimmung, welcher Bitte sich auch die Mitglieder des Organisationsausschusses anschlossen. Exzellenz Homann v. Herimberg übernahm darauf in dieser und in den folgenden Sitzungen den Vorsitz.

### **Ehrenschutz**

Bundesminister für Handel und Verkehr Universitätsprofessor Dr. Wilhelm Taucher.

### **Ehrenpräsident**

Landeshauptmann Dr. Karl Maria Stepan.

### **Organisationsausschuß**

Präsident: Se. Exzellenz, Geh. Rat, k. k. Minister a. D., Dr. mont. e. h. Ing. Emil Freiherr Homann v. Herimberg.

Mitglieder:

Generaldirektor Dr. jur. Rudolf Engelsberg, Österreichische Salinen, Wien.

Ord. Prof. Ing. Josef Fuglewicz, Montanistische Hochschule, Leoben.

Generalsekretär Oberbergrat Dr. jur. Ing. Adolf Gstöttner, Geschäftsführendes Mitglied des Organisationskomitees, Wien.

Ministerialrat Dr. jur. Ludwig Haberer, Bundesministerium für Unterricht, Wien.

Hofrat Ing. Franz Heißler, Vorsitzender der Fachgruppe Bergbau des Fachverbandes für den Bergbau und die Hüttenwerke, Präsident der Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerks A. G., Linz.

Ministerialrat Ing. Dr. rer. pol. Paul Ippen, Bundesministerium für Handel und Verkehr, Oberste Bergbehörde, Wien.

Bürgermeister Dr. phil. Anton Kolmayr, Leoben.  
 Hofrat Dr. jur. Edmund Koschatzky, Landeshauptmannschaft für Steiermark, Graz.  
 Bergrat Ing. Josef Oberegger, Direktor der Österr. Alpine Montangesellschaft, Wien.  
 Bergrat Ing. Franz Obermayr, Direktor der Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerks A. G., Linz.  
 Ord. Prof. Dr. Ing. e. h. Dr. phil. Wilhelm Petrascheck, Montanistische Hochschule, Leoben.  
 Oberingenieur Franz Pichler, Gauführer der Vaterländischen Front, Leoben.  
 Sektionschef i. R. Ing. Otto Rotky, Vorsitzender der Fachgruppe Bergbau des Österr. Ing.-  
 u. Architektenvereines und des Internationalen Bohrtechniker-Verbandes, Wien.  
 Großindustrieller Philipp v. Schoeller, Präsident des Fachverbandes für den Bergbau und die  
 Hüttenwerke, Wien.  
 Direktor Franz Steyrer, Vorsitzender des Verbandes der Erdöl- und Erdgasgewinnung, Wien.  
 Sektionschef Ing. Dr. jur. Max Streintz, Bundesministerium für Handel und Verkehr, Oberste  
 Bergbehörde, Wien,  
 und die Herren Vorsitzenden der verschiedenen, dem Organisationskomitee angegliederten  
 Landeskomitees sowie die Herren Vorsitzenden der Arbeitsausschüsse.

### **Landesausschüsse**

#### **Bulgarien.**

Präsident: Generaldirektor Ing. Alexander Spassoff, Bulgarische Staatsbergbaue, Pernik.  
 Mitglieder: Ing. Konstantin Konstantinoff, Chef der Abteilung für das Schurfwesen im  
 Ministerium für Handel und Industrie, Sofia.  
 Berginspektor Ing. Martin Semoff, Betriebsleiter der Staatsgrube Pernik.  
 Ing. Georg Wassileff, Abteilungschef im Ministerium für Handel und Industrie, Sekretär  
 des Landeskomitees, Sofia.

#### **Deutsches Reich.**

Präsident: Oberbergrat a. D. Kurt v. Velsen, Vorsitzender des Vereines Deutscher Bergleute,  
 Berlin.  
 Mitglieder: Bergassessor Dr. Wilhelm Hölling, Geschäftsführendes Mitglied des Vereines  
 Deutscher Bergleute, Berlin.  
 Ord. Prof. Dr. Ing. Oskar Niemczyk, Technische Hochschule Charlottenburg.  
 Oberberghauptmann Schlattmann, Vorsitzender-Stellvertreter des Vereines Deutscher  
 Bergleute, Berlin.

#### **Polen.**

Präsident: Ord. Prof. Ing. Stanislaw Skoczylas, Bergakademie Krakau.  
 Mitglieder: Generaldirektor Ing. Henryk Kulakowski.  
 Berghauptmann Ing. Zygmund Malawski, Berghauptmannschaft Kattowitz.  
 Berghauptmann i. R. Prof. Dr. jur. Ing. Antoni Meyer, Krakau.  
 Ord. Prof. Ing. Oskar Nowotny, Bergakademie Krakau.  
 Vizepräsident Ing. Josef Przedpelski, Sosnowice.  
 Generaldirektor Ing. Tadeusz Stadnikiewicz, Kattowitz.  
 Generaldirektor Ing. Leopold Szefer, Kattowitz.  
 Ing. Walter Tenschert, Österr. Konsul, Kattowitz.

#### **Rumänien.**

Präsident: Generaldirektor Ing. C. Osiceanu, Präsident des Verbandes der Petroleum-Indu-  
 striellen Rumäniens, Bukarest.

Mitglieder: Direktor Dr. mont. Ing. J. Basgan, Technischer Direktor der Gesellschaft S. P. R., Sekretär des Landeskomitees, Bukarest.

Ing. G. Pennescu-Kertsch, Präsident der Bukarester Handelskammer, Bukarest.

Generaldirektor Ing. A. Tantareanu, Bergbauabteilung des Industrieministeriums, Bukarest.

#### **Tschechoslowakei.**

Präsident: Generaldirektor Dr. mont. h. c. Ing. Eduard Šebela, Witkowitz Steinkohlengruben, Mähr.-Ostrau.

Mitglieder: Generaldirektor Dr. mont. e. h. Ing. Alois Czermak, Westböhmischer Bergbauaktienverein und Brucher Kohlenwerke A. G., Aussig.

Bergdirektor Ing. Hans Höfer v. Heimhalt, Gräfl. Wilczeksche Kohlen- und Kokswerke, Schlesisch-Ostrau.

Generaldirektor Dr. mont. e. h. Ing. Hanns Löcker, Brüxer Kohlenbergbau-Gesellschaft und Nordböhmische Kohlenwerks-Gesellschaft, Brüx.

Berginspektor Dr. mont. Raimund Sahliger, Gräfl. Larisch-Mönnichsche Steinkohlenbergbaue, Ober-Schau.

Direktor Ing. Sigmund Schauburger, Dux-Bodenbacher Eisenbahn, Karlsbad.

Ministerialrat Dr. jur. Ing. Josef Schoppek, Ministerium für öffentliche Arbeiten, Prag.

Bergdirektor Ing. Josef Zadra, Gräfl. Larisch-Mönnichsche Steinkohlenbergbaue, Karwin.

#### **Ungarn.**

Präsident: Kgl. ung. Oberbergrat Zentralbergwerksdirektor Dipl.-Ing. Florian Roth, Präsident des Ungarischen Berg- und Hüttenmännischen Vereines, Salgotarjan.

Mitglieder: Kgl. ung. Ministerialrat, Dr. Dipl.-Ing. Edmund Alliquander, Chef der Obersten Ungarischen Bergbehörde, Budapest.

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Peter Eszto, Vorstand der Lehrkanzel für Bergbaukunde, Sopron.

Kgl. ung. Oberregierungsrat Dr. techn. Leo Quirin, Techn. Zentraldirektor der Rimamurany-Salgotarjaner Stahl- und Eisen A. G., Salgotarjan.

Berginspektor Dipl.-Ing. Rudolf Frh. v. Rohr, Geschäftsführendes Mitglied des Landeskomitees, Budapest.

Kgl. ung. Ministerialrat, ord. öff. Prof. Dr. Karl Roth v. Telegd, Chef des Bergbaudepartements des Industrieministeriums, Budapest.

Univ.-Prof. Dr. mont. Ing. Anton Tárczy-Hornoch, Vorstand der Lehrkanzel für Geodäsie und Markscheidkunde, Sopron.

Kgl. ung. Oberbergrat, Zentralbergwerksdirektor Dipl.-Ing. Wilhelm Vizer, Ungarische Allgemeine Kohlenbergbau A. G., Budapest.

#### **Geschäftsführer**

Berghauptmann Hofrat Ing. Karl Haiduk.

#### **Arbeitsausschüsse**

##### **Propaganda.**

Vorsitz: Bergrat Dr. jur. Ing. E. Berndt.

Mitglieder: Prof. Dr. techn. Ing. F. Aubell; Prof. Dr. mont. Ing. R. Mitsche; Oberbergrat Dr. jur. Ing. A. Gstöttner; Techn. Rat Ing. R. Schwarz; Berginspektor Ing. F. Trojan; Ing. H. Rindler.

**Vorträge und Schriftleitung.**

Vorsitz: Prof. Dr. Ing. E. Bierbrauer.

Mitglieder: Prof. Dr. techn. Ing. F. Aubell; Prof. Ing. J. Fuglewicz; Prof. Dr. phil. R. Müller; Prof. Dr. Ing. e. h. Dr. phil. W. Petrascheck; Dr. mont. Ing. F. Perz; Dr. phil. F. Schwarz; Verleger O. Lange.

**Geldwesen.**

Vorsitz: Bergrat h. c. Ing. F. Obermayr.

Mitglieder: Ministerialrat Dr. jur. Ing. F. Mautner; Direktor J. Pühr; Prof. Dr. Ing. e. h. Dr. phil. W. Petrascheck.

**Besichtigungsfahrten.**

Vorsitz: Direktor Ing. G. Heinisch und Berginspektor Ing. H. Zechner.

Mitglieder: Dr. phil. K. Metz; Dr. phil. F. Schwarz.

**Wohnungsangelegenheiten.**

Vorsitz: Regierungsrat M. Fischerauer (Fremdenverkehrsverein).

Mitglieder: Prof. Dr. techn. Ing. F. Aubell; Prof. Ing. J. Fuglewicz; Prof. Dr. Ing. e. h. Dr. phil. W. Petrascheck; Dr. jur. P. Weitzer; B.-B.-Oberrevident A. Raftl.

**Unterhaltung.**

Vorsitz: Prof. Dr. techn. Ing. R. Posselt und Direktor Ing. G. Heinisch.

Mitglieder: Berginspektor Ing. F. Trojan; Regierungsrat H. Kämpf; Prof. Dr. mont. Ing. R. Mitsche.

**Ausstellung.**

Vorsitz: Berginspektor Ing. H. Zechner.

Mitglieder: Regierungsrat H. Kämpf; Prof. Dr. mont. Ing. R. Mitsche.

**Geschäftsstelle.**

Dr. mont. Ing. V. Skutl; Dr. mont. Ing. F. Perz.

Wegen der beschränkten Unterbringungsmöglichkeiten wurden, um rechtzeitig ein Bild von der Zahl der Teilnehmer zu bekommen, schon mit den ersten Rundschreiben Voranmeldungen erbeten. Trotzdem aber liefen in den allerletzten Tagen vor der Tagung noch über 200 Neuanmeldungen ein, was die Arbeiten der Geschäftsstelle außerordentlich erschwerte und den Rahmen für die getroffenen Vorbereitungen teilweise sprengte.

Am 1. September 1937 abends versammelten sich die bereits in stattlicher Anzahl eingelangten Teilnehmer im Grand-Hotel zu einer zwanglosen Zusammenkunft.

Die Eröffnung des Bergmannstages fand in einem Saal des Hochschulgebäudes statt, zu dessen mit großem Beifall aufgenommener Ausschmückung die Firma Friemann & Wolf in Zwickau durch Beistellung geeigneter Grubenlampen in dankenswerter Weise beigetragen hat.

Von zahlreichen Behörden und bergmännischen Vereinigungen des In- und Auslandes waren Abgesandte zugegen. Als einziger Teilnehmer der geladenen Gesandtschaften war in Vertretung des deutschen Botschafters, Sr. Exzellenz v. Papen, der deutsche Konsul Herr P. Drubba aus Graz erschienen.

Der Vorsitzende des Organisationsausschusses Se. Exzellenz der Herr k. k. Minister a. D. Geh. Rat Dr. mont. e. h. Emil Frh. Homann v. Herimberg eröffnete die Sitzung mit folgender Ansprache:

„Hohe Festversammlung!

Als Vorsitzender des Organisationsausschusses ist es mir eine große Freude, Sie alle herzlich willkommen zu heißen und Ihnen vor allem dafür Dank zu sagen, daß Sie in so großer Zahl unserem Rufe Folge leisteten. Zur besonderen Ehre gereicht es uns, in unserer Mitte den Herrn Bundesminister für Handel und Verkehr Dr. Taucher und den Herrn Landeshauptmann von Steiermark Dr. Stepan begrüßen zu können. Herr Bundesminister Dr. Taucher hatte die



Bundesminister für Handel und Verkehr Universitätsprofessor Dr. Wilhelm Taucher,  
unter dessen Ehrenschatz der Leobener Bergmannstag veranstaltet wurde

besondere Güte, den Ehrenschatz unserer Veranstaltung zu übernehmen, während Herr Landeshauptmann Dr. Stepan sich in lebenswürdigster Weise zur Übernahme des Ehrenpräsidiums bereit erklärt hat. Mein besonderer Gruß gilt ferner dem Vertreter des Herrn Bundesministers für Unterricht, Herrn Ministerialrat Dr. v. Haberer, sowie dem Vertreter des Generalsekretärs der V. F. Landtagsabgeordneten und Gauleiter der V. F. Obergeringieur Pichler.

Tage des Glanzes und der Freude haben sich über diese Stadt erhoben, Tage, welche uns die Gelegenheit bieten, unsere fachwissenschaftlichen Kenntnisse zu erweitern, alte und neue Kameradschaft zu pflegen, unserer althehrwürdigen, nunmehr bald auf 100 Jahre ihres Bestandes zurückblickenden alma mater erneut unsere Huldigung zu entbieten und in unserer lieben alten Bergstadt Leoben, unbeschwert von den Alltagsorgen, einige fröhliche Tage zu verleben. Ein besonderer Lichtstrahl fällt auf unsere Tagung.

Seit dem gestrigen Tage haben wir unsere Montanistische Hochschule in ihrer früheren Selbständigkeit wieder. Ein österreichisches Kulturgut von unermeßlichem Wert ist hierdurch vor dem Untergange gerettet worden.

Ich folge dem Drange meines Herzens, wenn ich hierfür auch von dieser Stelle aus der hohen Bundesregierung, an ihrer Spitze dem Herrn Bundeskanzler Dr. v. Schuschnigg, namentlich aber dem Herrn Bundesminister für Handel und Verkehr, Dr. Taucher, und dem Herrn Bundesminister für Unterricht, Dr. Pernter, für ihr hierbei betätigtes initiatives und nachdrücklich förderndes Vorgehen meinen ergebensten und herzlichsten Dank ausspreche. Der gleiche Dank gilt aber auch jenen Faktoren, welche Mitarbeit geleistet haben, insbesondere dem Herrn Landeshauptmann von Steiermark, dem Herrn Bürgermeister der Stadt Leoben und dem Gemeindegemeinschaftstag, dem Gauführer der Vaterländischen Front, Herrn Oberingenieur Pichler, dem Professorenkollegium der Montanistischen Hochschule, dem Österreichischen Bergwerksverbände sowie der Österreichischen Eisenhütte. Allen Mitarbeitern sage ich herzlichsten Dank!

So möge denn dieses Kleinod des österreichischen Montanistikums sich zu neuer Pracht entfalten. Wir Berg- und Hüttenleute sind stolz auf unseren Beruf. Wir sind stolz auf ihn, weil wir im Bergbau- und Hüttenwesen das Fundament erblicken, auf dem sich die gesamte Staats- und Volkswirtschaft erhebt und weil der Bergbau durch viele hundert Jahre die Kultur getragen und vermöge seiner Produkte der gesamten Industrie den Weg gewiesen hat. Was sagen uns nur die Worte „Kohle und Eisen“, eine Welt von Gedanken und von Erfolgen schließen sie ein. Zwei Begriffe, welche neben dem erst in jüngerer Zeit in Erscheinung getretenen „Erdöl“ das Weltall beherrschen und ohne welche wir uns die weitere Entwicklung alles dessen, was das Dasein der Menschheit berührt, überhaupt nicht vorstellen könnten. Kühn können wir die Behauptung wagen, daß es ohne Bergbau keinen Fortschritt gäbe. Wir halten fest an den uns überlieferten Gebräuchen, wir halten fest an unserer Heimatliebe, wir halten fest in Liebe und Treue an allem und jedem, was mit dem Bergmannsstande verwoben ist. Das uns von unseren Vorfahren überkommene Erbe wollen wir auch weiterhin getreulich hüten. Ein Zeitraum von 25 Jahren ist verstrichen, seitdem der letzte Bergmannstag auf österreichischem Boden abgehalten wurde. Vieles hat sich geändert in dieser Zeit, was aber keine Änderung erfuhr, das ist die Liebe zu unserem Berufe und die Kameradschaftlichkeit; und so lassen Sie uns denn auch weiterhin treue Kameradschaft pflegen, Kameradschaft in gemeinsamer Arbeit. Ihnen allen gilt mein herzlichstes Glückauf!

Ich bitte nunmehr den Herrn Bundesminister, den Leobener Bergmannstag für eröffnet zu erklären.“

Hierauf ergriff Herr Bundesminister für Handel und Verkehr Universitätsprofessor Dr. Wilhelm Taucher das Wort zu folgender Rede:

„Eure Exzellenz, .  
Herr Landeshauptmann, Eure Magnifizenzen,  
meine Damen und Herren!

Als aufrichtiger Freund des Bergbaues habe ich gerne den Ehrenschatz des Bergmannstages Leoben 1937 übernommen. Es gereicht mir zur besonderen Freude, Sie, verehrte Anwesende, in dieser Eigenschaft namens der Regierung zu begrüßen und hier in diesen der Wissenschaft des Bergbaues geweihten Räumen auf das herzlichste willkommen zu heißen.

Als die Teilnehmer an dem letzten Bergmannstage im Jahre 1912 in Wien voneinander Abschied nahmen, ahnte wohl keiner, daß volle 25 Jahre verstreichen mußten, ehe sich Österreichs Bergleute mit ihren Kameraden aus aller Welt wieder zur nächsten Tagung zusammenfinden würden und daß sich bis dahin so weltbewegende, politische, wirtschaftliche und soziale Umwälzungen vollziehen sollten.

Der Weltkrieg hat die schöne Welt von damals mit mächtiger Faust zerschlagen und unter seinen Trümmern auch manchen Thron begraben, der für die Ewigkeit geschaffen schien. Zu den Herrschern, deren Macht auch der Weltkrieg nichts anhaben konnte, gehören aber die lebenswichtigen Rohstoffe, insbesondere Kohle, Eisen, Erdöl. Der Bergmann, berufen, sie aufzusuchen und im Kampfe gegen die Naturgewalten zu gewinnen, hat gerade in den letzten Jahrzehnten eine besonders wichtige Rolle im Rahmen der Volkswirtschaft eines jeden Staates gespielt. Kommt doch gerade in Krisenzeiten der ausreichenden Rohstoffversorgung im eigenen Lande eine ausschlaggebende Bedeutung zu. Damit lastet aber auch auf dem Bergmann eine

schwere Verantwortung für das Wohl und Wehe des Staates, und oft genug rückt seine Tätigkeit sogar in das Blickfeld weltpolitischer Betrachtungen. Der Größe seiner Aufgabe und Verantwortung entspricht aber auch die allgemeine hohe Wertschätzung, deren sich der Bergmannsstand seit jeher erfreut; es gereicht mir daher zur besonderen Ehre, Sie, meine Herren vom Leder, als Vertreter dieses Standes in unserem Lande zu begrüßen.

Im gemeinsamen Kampfe gegen die mit ihrem Berufe verbundenen Gefahren und in gegenseitiger opferwilliger Hilfeleistung sind die Bergleute aller Staaten von einem besonders ausgeprägten Gefühl der Zusammengehörigkeit durchdrungen. Es ist ein neuer Beweis für dieses Gefühl, daß sie sich zu der für viele von Ihnen weiten und mannigfach erschwerten Reise nach Leoben entschlossen haben.

Wenn sich nun die Bergleute nach 25 Jahren wieder zu einer gemeinsamen Tagung zusammengefunden haben, so werden sie unter dem Eindrucke der ungeheuren technischen Fortschritte stehen, die seither auf dem Gebiete des Bergbaues erzielt worden sind.

Hatte es um die Jahrhundertwende noch den Anschein, als ob die gewaltigen Hindernisse, welche die Natur der menschlichen Tätigkeit im Bergbau entgegenstellt, wenigstens in einem gewissen Umfange unüberwindbar seien, so hat sich inzwischen der Erfindergeist des Technikers nahezu jeder Schwierigkeit gewachsen gezeigt. Welchen Siegeszug die Maschine gerade auf dem Gebiete des Bergbaues aufzuweisen hat, welche umstürzende Wandlung im Zusammenhange damit jeder einzelne Zweig des Bergbaubetriebes erfahren, welchen Umfang endlich die Bergbauproduktion angenommen hat, das wird selbst der Fernstehende erkennen, wenn er nur flüchtig die Betriebsweise von einst und jetzt oder die maßgebenden statistischen Ziffern vergleicht. Mit einem Worte, der Bergbaubetrieb ist zur Bergbauindustrie geworden!

Die technischen Fortschritte haben sich aber keineswegs auf die Verbesserung der Arbeits- und Gewinnungsmethoden sowie auf die weitestgehende Mechanisierung, Vergrößerung und Intensivierung des Bergbaubetriebes beschränkt; sie haben sich auch nach verschiedenen anderen Richtungen in einer ebenso ausschlaggebenden Weise fühlbar gemacht. Zunächst gestatten es die neuen Errungenschaften der Technik, Bodenuntersuchungen durch geophysikalische Methoden von der Erdoberfläche aus vorzunehmen und auf diese Art viele kostspielige und von vornherein aussichtslose Eingriffe in das Erdinnere zu vermeiden, ein Ziel, dem die Menschheit jahrhundertlang nachgejagt hat und das mit der Wünschelrute vergeblich zu erreichen versucht wurde. Weiters haben es die Fortschritte von Technik und Wissenschaft ermöglicht, das Leben und die Gesundheit des Bergarbeiters in einem viel weitergehenden Maße als früher zu schützen. Ich denke hierbei einerseits an die Erfolge der Bergpolizei im Kampfe gegen die größten Feinde des Kohlenbergbaues, Schlagwetter und Kohlenstaub und andererseits an die wirksamen Vorkehrungen gegen die verschiedenen Berufskrankheiten des Bergmannes. Eine Reihe von weiteren technischen Errungenschaften hat es ermöglicht, die Qualität der Bergbauerzeugnisse auf verschiedenen Wegen zu verbessern oder ihr Verwendungsgebiet durch eine einschneidende — bis zum molekularen Gefüge dringende — Veränderung erheblich zu erweitern. Hierzu gehören die Verbesserungen der Aufbereitungsmethoden — ich nenne nur die Flotation —, die Kohlenveredlung in ihren zahlreichen Abarten und die Kohlenhydrierung. Dieser Gruppe von technischen Neuerungen, zu der auch ein Leobener, und zwar der leider vorzeitig dahingegangene Prof. Dr. Fleißner, durch sein geniales Kohlentrocknungsverfahren einen wichtigen Beitrag geleistet hat, kommt insofern eine hervorragende Bedeutung zu, als sie die Grundlage bildet, um die vorhandenen Rohstoffe soweit als möglich auszunutzen. In diesem Zusammenhange möchte ich auf eine weitere Verantwortung des Bergmannes hinweisen, die ihm aus der besonderen Eigenheit des Bergbaubetriebes gegenüber der Allgemeinheit erwächst. Während nämlich alle anderen Zweige der Urproduktion auf die Ausbeutung von Naturschätzen gerichtet sind, die sich von selbst wieder erneuern, ist der Bergbaubetrieb auf die Gewinnung der anorganischen Rohstoffe beschränkt, die zwar in oft unerschöpflich scheinenden Lagern vorkommen, immerhin aber in absehbarer Zeit voll ausgebeutet sein werden. Aus dieser Tatsache erwächst für den Bergmann die Pflicht, nicht nur alle Lagerstätten aufzusuchen und damit die vorhandene Rohstoffbasis zu erweitern, sondern auch mit den vorhandenen Vorräten hauszuhalten und jede Vergeudung, wie sie leider noch heute manchenorts im großen Umfange vorkommt, zu vermeiden. Die Fortschritte der Technik zeigen hier Mittel und Wege, um dieses Ziel zu erreichen. Ich verweise auf die Möglichkeit der Durchführung eines reinen Abbaues durch Verbesserung der Abbaumethoden und auf die verschiedenartige Verwertung der früher unanbringlichen Abfallprodukte, wie der Staubkohle.

Diese wenigen Andeutungen dürften genügen, um aufzuzeigen, welch großes Arbeitsgebiet sich dem Bergmannstag eröffnet.

Der Bergmannstag wird aber nicht nur der Arbeit gewidmet sein. Seine Teilnehmer wollen und sollen auch Gelegenheit haben, mit ihren Fachkollegen in zwanglosen Verkehr zu treten, alte Freundschaften aus der Jugendzeit zu erneuern und nicht zuletzt auch die Schönheit unseres Landes kennenzulernen. Die Berge, die Sie hier durch das Fenster grüßen, laden Sie zum Besuche ein. Bei Ausnutzung des vorliegenden Reiseprogrammes werden Sie reichlich Gelegenheit haben, die Erhabenheit unserer Bergwelt, die Lieblichkeit unserer Seen, die Vielgestaltigkeit unserer Landschaft, ebenso wie unsere hervorragenden Kunstschatze zu bewundern. Versäumen Sie aber ja nicht, daneben auch die Arbeitsstätten unserer Techniker, insbesondere unsere Bergbaubetriebe, zu besuchen. Als Minister, dem unter vielem anderen auch Fremdenverkehr und Bergbau unterstehen, begrüße ich es ganz besonders, wenn diese beiden Zweige meines Ressorts einander einmal berühren. Ich würde mich daher sehr darüber freuen, wenn Sie von der an Sie ergangenen Einladung zum Besuche einzelner Bergbaue weitgehend Gebrauch machen. Ich bin überzeugt, daß deren Zustand auch Ihrem strengen fachmännischen Urteil standhalten wird. Sie werden sich überzeugen, daß der österreichische Bergbau in seinen technischen und sozialen Leistungen auf der vollen Höhe steht und, wenn auch von verhältnismäßig bescheidenem Umfange, den Vergleich mit anderen Bergbauen nicht zu scheuen hat. Seine technischen Leistungen müssen um so höher veranschlagt werden, als die von ihm nach dem Kriege bewältigte Aufgabe durch die ungleiche Verteilung der Rohstoffe und die Zerreißung jahrhundertalter Verbindungen eine besonders schwierige war. Wohl hatte die Natur das alte Österreich mit Bodenschätzen reich bedacht, doch waren sie größtenteils auf die nunmehr verlorengegangenen Randgebiete beschränkt. Uns sind — von den alpenländischen Eisenerz- und Salzlagerstätten abgesehen — nur 10 Prozent der früheren Vorräte an Braunkohle und nicht einmal 1 Prozent der Vorräte an Steinkohle verblieben. Die früheren Erdöllagerstätten sind uns zur Gänze verlorengegangen.

Trotz dieser zum Teil sehr ungünstigen Rohstofflage haben unsere Bergbauunternehmungen nichts unversucht gelassen, um die Gewinnung der wichtigen Rohstoffe sicherzustellen, zu steigern und die Bergbauproduktion so den Bedürfnissen unserer Wirtschaft in möglichst weitgehendem Umfange anzupassen. Es ist selbstverständlich, daß die Regierung diese Bestrebungen nach Möglichkeit gefördert und im Bedarfsfalle sogar im Wege der Obersten Bergbehörde bestimmend eingegriffen hat. Die vom Bergbau erzielten Erfolge sind aber auch dem Verständnis zu danken, das die Bergarbeiterschaft den herrschenden Verhältnissen entgegengebracht hat. Das einträchtige Zusammenwirken aller Beteiligten hat es in erster Linie ermöglicht, daß die Kohlenförderung gegenüber der Vorkriegszeit um mehr als 20 Prozent gesteigert und damit der Anteil der Inlandkohle an der Kohlenversorgung von 15 auf durchschnittlich 50 Prozent gebracht werden konnte. Diese Leistung ist um so höher zu veranschlagen, als in der Nachkriegszeit die Stromabgabe aus den Wasserkraftwerken infolge ihres Ausbaues von rund 300 Millionen Kilowatt im Jahre 1920 auf rund 2,1 Milliarden Kilowatt, also auf das Siebenfache gestiegen ist und dieser Umstand sich begreiflicherweise auch auf den Brennstoffbedarf ausgewirkt hat. Einen besonders aner kennenswerten Erfolg der österreichischen Bergleute stellt auch die Entwicklung des jüngsten Zweiges unseres Bergbaues, des Erdölbergbaues dar, dessen vorläufig auf das Zistersdorfer Revier beschränkte Produktion im laufenden Jahre eine derartige Steigerung aufweist, daß bereits Projekte für deren rationelle Ausnutzung in ernster Erwägung stehen. Noch sind nicht alle Möglichkeiten der Entwicklung unseres Bergbaues erschöpft. Ich hoffe daher, daß die bevorstehende Aussprache unter erprobten Fachleuten auch nach dieser Richtung neue fruchtbare Anregungen bringen wird.

Wenn Ort und Zeit für den Verlauf der heute beginnenden Tagung bestimmend sind, dann steht diese ohne Zweifel unter einem glücklichen Stern. Der Boden Obersteiermarks ist, wie die in die Römerzeit zurückreichende Bergbautätigkeit am Erzberge zeigt, ein uraltes Bergbaugebiet. Die Stadt Leoben war neben Steyr schon im Mittelalter ein wichtiger Umschlagplatz für den Eisenhandel. Ich wünsche daher, daß der genius loci Ihre Beratungen beeinflussen möge.

Zeitlich fällt der Bergmannstag in eine Periode zunehmender Nachfrage nach Bergbauerzeugnissen und damit steigender Beschäftigung beim Bergbau, er fällt aber auch in das Jahr, in welchem die Selbständigkeit und volle Einheitlichkeit der Montanistischen Hochschule Leoben wiederhergestellt wurde.

Ich zweifle nicht, daß dieses Ereignis im Herzen aller Freunde Leobens und seiner Hochschule, insbesondere aber bei allen über die ganze Welt zerstreuten einstigen ‚Leobenern‘ den



freudigsten Widerhall gefunden hat. Ich wünsche, daß diese Wiedervereinigung der Hochschule sich im Zusammenhange mit der ansteigenden Konjunktur im Berg- und Hüttenwesen und dem bereits sehr fühlbaren Ingenieurmangel in einer recht großen Zahl in- und ausländischer Hörer auswirken möge, damit sich die Montanistische Hochschule bald zu neuer Blüte entwickeln und ihr alter Ruf als eine der ersten Bergbauhochschulen in neuem Glanze erstrahlen möge.

Ich weiß mich eines Sinnes mit Ihnen allen, wenn ich der Hoffnung Ausdruck gebe, daß die günstige Entwicklung des Bergbaues, von der ich eben gesprochen habe, auch dann anhalten möge, wenn sie nicht wie jetzt vorwiegend durch die Aufrüstung, sondern durch den steigenden Bedarf reiner Friedenswirtschaft und den friedlichen Wettbewerb der Völker untereinander bestimmt sein wird. Ich wünsche, daß dieses Ziel auch wirksam gefördert werden möge durch das



Landeshauptmann von Steiermark Dr. Karl Maria Stepan,  
Ehrenpräsident des Leobener Bergmannstages

Band der sprichwörtlichen Kameradschaft, das die Bergleute aller Länder verbindet und weder Staatsgrenzen noch andere Hindernisse kennt.

Mit diesem Wunsche begrüße ich Sie nochmals auf das herzlichste und erkläre den Bergmannstag Leoben 1937 mit einem herzlichen ‚Glückauf‘ für eröffnet.“

Anschließend führte der Ehrenpräsident der Veranstaltung des Leobener Bergmannstages, Herr Landeshauptmann von Steiermark, Dr. Karl Maria Stepan, in seiner Begrüßungsansprache aus:

„Diese liebe alte Bergstadt Leoben hat immer wieder wehmütig zusehen müssen, wenn einer, der an dieser Hochschule studierte, seinen Abschied nahm und hinaus in die weite Welt gezogen ist. Nun hat sie selbst diese Welt, ihre Welt, zu Gaste geladen, und ihrem Rufe sind zahlreiche ehemalige Hörer gefolgt. Und darüber freut sich diese Bergstadt und mit ihr das ganze

steirische Heimatland. Um diesem Gefühl aufrichtigster und herzlicher Freude Ausdruck zu verleihen, bin ich heute hierhergekommen. Bei uns im Lande ist der Bergmann nicht irgendeiner: da ist er erkannt und beliebt und ein wertvoller Bestandteil der Volksgemeinschaft, nicht nur wegen seiner überragenden wirtschaftlichen Bedeutung, die er ja naturnotwendig und selbstverständlich im Lande des Eisens, in der ehernen Mark haben muß, sondern auch deswegen, weil wir wissen, daß der Bergmann Metall, Edelmetall, fördert, das dann umgemünzt uns allen wertvollste Wegzehrung ist. Darum doppelt herzlichsten Willkomm, Ihr Bergleute aus nah und fern, in der Steiermark. Ich habe Ihren Beratungen und Ihrem Beisammensein einen herzlichen Wunsch auf den Weg mitzugeben, auf daß dieses Beisammensein ein Einander-Näher-Kommen und ein Beieinanderbleiben werden möge und daß diese Beratungen einen erfolgreichen Verlauf nehmen. Wenn ich noch etwas wünschen darf, dann wäre es dies, daß Sie dieses Land, von dem Sie ja einen Teil mit eigenen Augen werden sehen können, das sich jetzt in der letzten Pracht des Jahres, im Verblühen und Verglühen geschmückt hat, lieben lernen und daß Sie, wenn Sie wieder von ihm Abschied nehmen müssen, es in guter Erinnerung behalten. Einen dritten und letzten Wunsch, der heute beinahe schon eine Redensart geworden ist, der aber aus dem tiefsten Grunde eines verantwortungsbewußten Menschenherzens kommt, möchte ich noch aussprechen; es ist der Wunsch, daß Ihre Tagung möglichst viel dazu beitragen möge, daß aus dem Eisen, das in unseren Bergen gegraben wird, nicht nur mehr Schwerter für einen männermordenden Krieg geschmiedet werden, sondern Hämmer und Pflugscharen für einen ehrlichen und dauernden Frieden. Das wäre ein Segen, eine Freude für eines jeden Volk und für eines jeden Vaterland. Glück auf!“

Nun ergriff der neugewählte Rektor der wiedererstandenen Leobener Montanistischen Hochschule, Se. Magnifizenz o. Prof. Dr. mont. Richard Walzel, zu folgender Rede das Wort:

„Herr Bundesminister, Herr Landeshauptmann, Eure Exzellenz, sehr geehrte Damen und Herren!

Mit tiefer Freude begrüßt heute die Montanistische Hochschule diese erlesene Versammlung. Sie schätzt es als eine besondere Ehre, den Rahmen für das festliche Bild geben zu dürfen, das die Tagung der Bergleute aus einer so großen Zahl von Staaten bietet, und sie heißt alle Gäste aus fern und nah, an ihrer Spitze den Ehrenschutzherrn des Bergmannstages, den Herrn Ehrenpräsidenten, Seine Exzellenz den Herrn Präsidenten des Organisationsausschusses und die Herren Präsidenten der Landesverbände, auf dem akademischen Boden von Leoben geziemend und herzlich willkommen.

Als vor mehr als Jahresfrist der Gedanke Gestalt bekommen hat, nach einer langen Pause wieder einen Bergmannstag, und zwar nach Leoben, einzuberufen, hat er sogleich weit über unsere Staatsgrenzen hinaus willige und lebhaft Aufnahme gefunden. Wir dürfen darin wohl zunächst eine Anerkennung der Stadt Leoben und ihrer obersteirischen Landschaft als einer bergmännischen Stätte hohen Ranges in der Geschichte und in der Gegenwart erblicken. Gerade jetzt krönt doch der Bergbau am steirischen Erzberg seine vielhundertjährige ruhmreiche Entwicklung mit einer bisher nicht gekannten Höhe der Leistungen, und der Bergbau auf Kohle, Magnesit und Bleierz hier und im nahen Kärnten vermag einer bergmännischen Tagung gewiß beste Anregungen zu geben.

Über diese glücklichen naturgegebenen Vorbedingungen für den Tagungsort Leoben hinaus blickend glauben wir aber aus dem so freudigen Widerhall, den die Einladung allenthalben gefunden hat, mit bescheidenem Stolz noch etwas Weiteres heraushören zu dürfen: Ein Zeichen freundschaftlicher Achtung für unsere Leobener Hochschule und treuer Anhänglichkeit an sie. Für dieses Zeichen dankt die Montanistische Hochschule dem Bergmannstag und allen seinen Trägern aufrichtig und herzlich.

Das Verhältnis der Montanistischen Hochschule in Leoben zu dem Berufsstand, dem sie dient, ist in manchen Belangen ein einmaliges. In einem tieferen Sinn, als dies sonst für hohe Schulen zutrifft, ist sie mit den Geschicken, den Leiden und Freuden, den Kämpfen und Erfolgen des Berufsstandes und seiner Angehörigen verflochten. Die örtliche engste Nachbarschaft zu den Betriebsstätten, der Geist der kleinen Hochschulstadt, der zur Sammlung auf ein Ziel und zum Zusammenschluß ruft, und die unwägbaren, aber doch so wirksamen Kräfte, die aus einer stolzen Überlieferung und aus bodenständigem Brauchtum erwachsen, sie wirken hierzu in glücklicher Weise zusammen. Wenn ich versuchen darf, dieses Verhältnis durch ein Wort zu kennzeichnen, so weiß ich kein besseres als das soeben durch Se. Exzellenz den Herrn Vorsitzen-

den geprägte: Kameradschaft. Kameradschaft wollen wir als hohes Vermächtnis weiterpflanzen in der Sorge für unsere Studenten, die einmal mit offenen Sinnen und dem Bewußtsein der Stärke ihren Berufsaufgaben gegenüberstehen, aber zugleich auch ihr Leben lang den Funken idealen Geistes bewahren sollen, ohne den gerade in unserem Stand keine rechte Leistung und kein persönliches Glück gedeihen können.

Es ist beste Leobener Überlieferung, daß diese Kameradschaft nicht an den Grenzen des eigenen Staates und Volkes haltmacht. Eine Stätte zu sein, an der sich die Söhne anderer Staaten und Völker mit den deutschen Österreichern als Jünger des gemeinsamen Berufes finden und wo aus gegenseitigem Verstehen Achtung und Freundschaft erwachsen, das sieht die Leobener Schule seit hundert Jahren bis heute als einen besonders schönen Teil ihrer Aufgabe an. Mögen sich auch in den beiden letzten Jahrzehnten manche äußere Hemmnisse vor diese Aufgabe gestellt haben, so seien Sie doch versichert: Die ehrliche Aufnahmsbereitschaft war immer da, und die wiedererstandene Montanistische Hochschule ruft heute den Auslandsstudenten ein besonders herzliches Willkommen zu.

Aus dem gleichen Geist der Kameradschaft grüßt nun heute die Montanistische Hochschule den Leobener Bergmannstag. Ein hochherziger Entschluß unserer Bundesregierung, für den wir ihr in der Person des Ehrenschutzherrn des Bergmannstages heute nochmals unseren aufrichtigen Dank sagen wollen, hat es ihr möglich gemacht, daß sie sich dem Bergmannstag wieder in ihrer historischen Gestalt und Selbständigkeit vorstellen darf. Sie ist glücklich, zum Beginn dieses bedeutungsvollen neuen Abschnittes ihrer Geschichte den Zunftgenossen, im besonderen auch den alten Leobnern in Ihren Reihen, zeigen zu dürfen, daß sie nie gerastet, sondern am Ausbau der Institute und Einrichtungen mit Erfolg gearbeitet hat, und daß sie mit besten neuzeitlichen Hilfsmitteln, aber im alten, guten Geist zukunftsfröh weiterstreiten will.

Und nun gestatten Sie mir noch, daß ich, der ich selbst ein Eisenhüttenmann bin, Ihnen auch die Grüße der hüttenmännischen Schwesterzunft zum Bergmannstag überbringe. Gewiß, die Aufgaben des Bergwesens und des Hüttenwesens machen es heute durch ihre Mannigfaltigkeit unmöglich, auf einer gemeinsamen Tagung erörtert zu werden; die Vereinigung der Kenntnisse in einer Person hat notgedrungen der Arbeitsteilung weichen müssen. Geblieben ist aber, und zwar nicht nur aus historischer Pietät, der Sinn für die Zusammengehörigkeit innerhalb des ganzen ehrwürdigen Standes der Berg- und Hüttenleute mit seiner stolzen Überlieferung, ebenso wie an der Leobener Hochschule die kameradschaftliche Verbundenheit der Lehrer und Studenten beider Zweige für alle Zeit zu beider Nutzen erhalten bleiben möge. So nehmen heute, zum Bergmannstag, auch die Leobener Hüttenleute an den Erfolgen der Bergleute freudigen Anteil.

Möge somit der Leobener Bergmannstag allen lieben Gästen, die er an die Montanistische Hochschule gebracht hat, eine Quelle besten fachlichen Gewinnes und der Erhebung und Freude im alten Freundeskreis werden! Möge er auch der Anlaß sein, daß den alten Leobener Studenten unter Ihnen in der Stadt ihrer Jugend das Herz wieder einmal recht weit aufgeht und die Sonne dieser Tage recht lang nachscheint, auch in fernen tiefen Schächten. Dies ist der aufrichtige Wunsch der Montanistischen Hochschule und ihres Rektors zum Leobener Bergmannstag 1937. Glückauf!“

Als weiterer Redner sprach der Bürgermeister der Stadt Leoben, Herr Dr. Anton Kolmayr:

„In dieser festlichen Stunde, die am Beginne des schönen Bergmannstages steht und uns zu seiner Eröffnung hier vereint hat, wird mir die Ehre zuteil, Sie alle, die aus nah und fern herbeigeeilt sind, namens der Stadtgemeinde Leoben mit einem herzlichen Glückauf zu begrüßen. Dieser Gruß gilt im besonderen dem hochgeschätzten Herrn Bundesminister Dr. Taucher und unserem verehrten Herrn Landeshauptmann Dr. Stepan, für deren ehrenden Besuch ich ergebenen Dank zum Ausdrucke bringen möchte.

Im Zeichen der wiedererstandenen Montanistischen Hochschule stehen diese Festtage, und es mag wohl gebührend am Platze sein, wenn ich den heutigen Anlaß benütze, um namens der Stadt nochmals allen aus tiefstem Herzen zu danken, die mit Wort und Tat so erfolgreich für die Wiedervereinigung dieser Hochschule eingetreten sind. Ist doch Leoben mit ihr auf Gedeih und Verderb verbunden, weht doch der Atem einer jahrhundertalten Überlieferung durch diese Stadt, der sich zum schönen Leobener Bergmannslied verdichtet hat und wie ein Jubelgesang hinaus in alle Länder klingt, wo Bergingenieure von Leoben Schlegel und Eisen führen. Die

alte und ewig junge Bergstadt grüßt Sie mit frohem Herzen, wo doch so viele von Ihnen sonnige Jahre der Jugend verlebten. Und alles, was Sie in diesen Tagen bewegt und beginnen, sei beherrscht von dem Geiste steirischer Herzlichkeit, die in dieser Stadt stets treueste Pflege gefunden hat.

Kurz sind die Tage, die Sie hier verweilen, erfüllt vom Ernst der wissenschaftlichen Vorträge, um die sich gar viele heitere Stunden bei Becherklang und Sang von frohen Liedern ranken mögen. Unzertrennbar ist ja das Band, das uns alle verbindet, die einst hier geweilt, und seien es nur wenige Jahre des Lebens gewesen. Mögen Sie darin das Ausmaß der Freude erkennen, die wir durch Ihr Kommen empfinden. Doch in der Erinnerung an diese Tage wolle das Bewußtsein des Dankes nicht fehlen, den unsere Stadt Ihnen allen für Ihren Besuch recht herzlich sagt. Aufrichtigen Dank aber auch jenen Männern, die um das Zustandekommen dieses schönen Bergmannstages sich so erfolgreich bemühten.

So mögen denn diese Tage in jener wunderbaren Harmonie verlaufen, die Menschen gleichen Berufes, aber auch gleichen Willens erfüllt. In diesem Sinne nochmals recht herzlich Glück auf!“

Namens des Bundes der österreichischen Industriellen begrüßte Herr Dr. jur. Ing. Jaro Tomaides die Versammlung.

Nunmehr erteilte der Vorsitzende den Präsidenten der Landesausschüsse das Wort.

Namens der bulgarischen Teilnehmer begrüßte Herr Generaldirektor Ing. Alexander Spassoff die Festversammlung. Er führte aus:

„Sehr geehrter Herr Bundesminister,  
Hochansehnliche Versammlung!

Ich bin glücklich, daß ich am heutigen Festtage die hohe Ehre habe, im Namen des bulgarischen Ministeriums für Handel und Gewerbe, der bulgarischen Fachleute und aller anwesenden Landsleute, die Glückwünsche dem Bergmannstag zu übermitteln und gleichzeitig meine Freude auszusprechen, daß mit dem Zustandekommen des heutigen Bergmannstages uns alten Leobener Absolventen die Möglichkeit gegeben wurde, uns von Neuem in dem Kreis wieder einzufinden, der uns seinerzeit die Kenntnisse gab, die wir bei dem Aufbau unseres Landes nötig hatten.

Der Gedanke, den der Organisationsausschuß und das Professorenkollegium mit der Abhaltung dieses Bergmannstages gehabt haben, eine große Zahl der Leobener Absolventen, die über die ganze Welt verteilt sind, zu sammeln und ihnen die Möglichkeit zu geben, nicht nur für ein Wiedererleben der Studienjahre, sondern auch Gedanken- und Erfahrungsaustausch als Folge ihrer praktischen Tätigkeit zu bewirken, ist besonders zu begrüßen, weshalb ich in meinem Namen und im Namen der bulgarischen Delegierten gerne die Pflicht erfülle, den Organisatoren unseren herzlichen Dank auszusprechen.

Bald wird es ein ganzes Jahrhundert sein, seitdem die Leobener Hochschule, unsere teure Alma Mater wie ein Leuchtturm Strahlen der Montanwissenschaft über die ganze Welt sendet. Besonders wir, die Bulgaren und der bulgarische Bergbau fühlen uns gegenüber dem Österreichischen Staat, der ununterbrochen, sowohl in der Vergangenheit als auch heute, bedeutende materielle und geistige Mittel für den Aufbau und die Instandhaltung dieses wissenschaftlichen Instituts opfert, deren Ruf in der ganzen Welt anerkannt ist, verpflichtet — denn fast die gute Hälfte von den bulgarischen Fachleuten, die jetzt tätig sind, sind Zöglinge der Leobener Fachschule. In diesem Gedankengang und mit diesem Gefühle sage ich meine besten Glückwünsche für eine erfolgreiche Arbeit während der Tagung, für weiteren Fortschritt der Leobener Hochschule und für die Prosperität Österreichs, welches wir mit Recht als unsere zweite Heimat betrachten können.“

Ihm schloß sich Herr Oberbergrat a. D. Kurt von Velsen mit folgenden Worten an:

„Ich habe die Ehre, Ew. Exzellenz den Dank der deutschen Berufskameraden für die freundliche und herzliche Begrüßung, die ihnen zuteil geworden ist, zu übermitteln. Der Deutsche Landesausschuß hat gern die Aufgabe übernommen, die deutschen Bergleute für die Teilnahme am Leobener Bergmannstag zu interessieren. Die österreichischen Bergleute haben in dem verhältnismäßig zahlreichen Besuch ihrer reichsdeutschen Kollegen den besten Beweis dafür, daß wir deutschen Bergleute uns den österreichischen eng verbunden fühlen. Mit Ihrer Ein-

ladung haben Sie eine Übung fortgesetzt; vor dem Weltkrieg war der deutsche Bergbau auf ähnlichen Veranstaltungen in Österreich stets vertreten. Wir wollen uns gegenseitig versprechen, es in Zukunft wieder wie in der Vergangenheit zu halten: uns zu den Bergmannstagen stets ein herzliches Willkommen gegenseitig zuzurufen.

In Deutschland hat es der im Zuge des berufsständischen Aufbaues 1935 gegründete Verein Deutscher Bergleute, als dessen Vorsitzender ich spreche, und dessen stellvertretender Vorsitzender der oberste deutsche Bergbeamte, der hier ebenfalls anwesende Herr Oberberghauptmann Schlattmann ist, übernommen, die alte Tradition der deutschen Bergmannstage fortzusetzen. Der Verein Deutscher Bergleute wird in größeren Zeitabständen seine Jahresversammlung zu einem solchen Bergmannstag ausgestalten. Die erste Hauptversammlung hat er im Rahmen eines Bergmannstages im Herbst vorigen Jahres am Hauptort des wiedergewonnenen Saargebietes, in Saarbrücken abgehalten.

Bergmannstage haben ihren besonderen Charakter. Sie sollen Rechenschaft ablegen von der Arbeit, die in wissenschaftlichen Instituten und vor allem in der Praxis an der Weiterentwicklung der Bergbautechnik und der Bergwirtschaft geleistet worden ist. Wir deutschen Bergleute — und ich glaube, das für die Bergleute aller Länder sagen zu können — lieben die übliche Art der großen wissenschaftlichen Kongresse nicht. Unsere Erziehung und die Eigenheit unserer Arbeit hat dazu geführt, daß wir von dieser unserer Arbeit wenig reden. Aber gerade die Reichsdeutschen haben in den Jahren nach dem Kriege den Wert technisch-wissenschaftlicher und bergwirtschaftlicher Arbeitstagen schätzen gelernt. Das reiche Programm, das Sie in dieser Hinsicht aufgestellt haben, berechtigt zu sehr großen Erwartungen. Es erfüllt uns mit Genugtuung, daß Sie einigen unserer Fachkollegen die Ehre erwiesen haben, sie zu einem Vortrag aufzufordern. Wir hoffen, daß die Darlegungen dieser Herren Ihnen zeigen werden, daß Wissenschaft und Praxis im deutschen Bergbau nach dem Kriege bestrebt waren, den alten Ruf hochzuhalten.

Wir tagen am Ort einer bergbaulichen Hochschule, einer Hochschule, die einen großen Namen hat, der weit über Österreichs Grenzen hallt. In zielbewußtem Aufbau haben die alte und die neue Regierung Ihres Landes eine vorbildliche bergmännische Bildungsstätte geschaffen. Wir deutschen Bergleute wissen, was wir der deutschen Hochschule zu danken haben — und deshalb gilt unser ehrfurchtsvoller Gruß der Leobener Alma mater.

Wenn wir der Leobener Hochschule gedenken, so ist es gerade für uns deutsche Bergleute eine Pflicht, uns zu erinnern an die große Förderung, die die deutsche Wirtschaft und die deutsche Wissenschaft von dem Manne erfahren haben, den Sie mit Recht als den eigentlichen Gründer und den größten Lehrer der Leobener Hochschule bezeichnen: Peter Ritter v. Tunner.

Das Haus Krupp hat in diesem Jahre eine Jubelfeier begangen. Wieder wurde die große Persönlichkeit Alfred Krupps vor uns lebendig. Es ist leider so wenig bekannt, was Alfred Krupp dem großen Leobener Lehrer Peter v. Tunner verdankt. Auf der Münchener Ausstellung Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte der Professor Baron Burg ein Zusammentreffen zwischen Krupp und Tunner herbeigeführt. Dieses Zusammentreffen führte zu einer eingehenden Aussprache über die Kruppschen Fabrikationsmethoden. Tunner war von dem, was er hörte, und auf der Münchener Ausstellung von Kruppschen Fabrikaten sah, so angetan, daß er Krupp bat, ihm eine Besichtigung des Essener Werkes zu gestatten. Krupp lehnte kurz ab mit dem Bemerkens, daß sein Werk für jeden Fremden geschlossen sei, worüber Tunner nicht gerade erfreut war. Einige Jahre darauf, auf der großen Pariser Weltausstellung, war Tunner Mitglied des Richterkollegiums, und es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, daß es gerade Tunnners Einfluß war, der dazu führte, daß Krupp die höchste Auszeichnung der Ausstellung verliehen wurde.

Jetzt war es Alfred Krupp, der Tunner einlud, ihn zu besuchen, und jetzt war es Tunner, der kurz abschlug, dieser Einladung zu folgen. ‚Früher haben Sie nicht gewollt, jetzt will ich nicht.‘ Es kennzeichnet beide Männer, daß nicht nur keine nachhaltige Verstimmung blieb, sondern daß Tunner nach wie vor sich so warm wie möglich für Krupp einsetzte, und es kennzeichnet beide, daß sie, nachdem sie beide ihre Hartköpfigkeit bewiesen hatten, Frieden schlossen, und daß Tunner eine Besichtigung der Kruppschen Werke vornehmen konnte, die in dieser Art wohl kaum einem andern Fachmann jener Zeit geboten worden ist.

Ich habe mich für verpflichtet gehalten, diese Reminiszenz aus den Annalen hervorzuholen und dankbar des Mannes zu gedenken, den die österreichischen Ingenieure nicht tiefer verehren können als diejenigen deutschen, die vom Wirken Peter v. Tunnners wissen.

Meine sehr geehrten Herren! Der Vorsitzende des deutschen Bergmannstages 1933 in Essen, unser unvergeßlicher Geheimrat Dr. Hilger, hat es diesem Bergmannstag zugerufen: ‚Der Bergmannstag diene dazu, das Gefühl der Gemeinschaft und der Kameradschaft zu stärken.‘ Diesen Wunsch darf ich im Namen aller deutschen Kollegen Ihrem Bergmannstage zurufen. In diesem Sinne: ein herzliches ‚Glückauf!‘“

Namens der polnischen Teilnehmer sprach Herr Professor Ing. Stanislaw Skoczylas:

„Hochgeehrte Versammlung!

Es wurde mir die ehrenvolle Aufgabe übertragen, im Namen der polnischen Leobener-Gruppe, den heutigen Bergmannstag auf das wärmste zu begrüßen und hierbei unserer Dankbarkeit den Ausdruck zu geben, daß der vorbereitende beziehungsweise der Hauptausschuß die Initiative zur Einberufung des Leobener Bergmannstages ergriffen und dieselbe auch realisiert hat.

Die Durchführung dieses schönen Gedankens hat uns allen ermöglicht, sich nach vielen, bei manchen sogar nach sehr vielen Jahren einmal wieder in dem lieben Leoben zu versammeln, um hier in diesem ausgezeichneten Fachkreise an den gemeinsamen Beratungen über verschiedene Probleme der bergmännischen Berufsarbeit teilzunehmen und sich gelegentlich auch unserer akademischen Studienzeit, dieser schönen Jugendzeit, zu erinnern.

Wenn auch der sympathische Aufruf des vorbereitenden Ausschusses von sämtlichen polnischen Leobenern fast mit Enthusiasmus begrüßt wurde, so sind doch leider manche Schwierigkeiten eingetreten, wie die Gesundheitsrücksichten bei den älteren und die Dienstesrücksichten bei den jüngeren Kollegen, die, angesichts der großen Entfernung unseres Landes, uns verhindern, in einer noch größeren Anzahl heute zu erscheinen.

Nichtsdestoweniger sprechen wir dem Leobener Bergmannstag einen besonders hohen Wert zu. Durch die Teilnahme der Kollegen von verschiedenen Ländern erhält der heutige Bergmannstag einen speziellen Charakter und könnte unter Umständen mit einem internationalen bergmännischen Kongreß verglichen, beziehungsweise einem solchen gleichgestellt werden.

Den Brennpunkt der heutigen großen Versammlung bildet doch die ehrwürdige Montanistische Hochschule in Leoben, um welche herum wir alle, als ihre ehemaligen Hörer, ihrem lieben Rufe gerne folgend, uns heute zusammenscharen. Wie hoffen, daß die bevorstehenden Beratungen die besten Erfolge und Beschlüsse ergeben werden.

Es drängt sich aber schon im vorhinein der Wunsch auf, der auch beschlossen werden möge, daß in tunlichst naher Zukunft wieder ein zweiter Leobener Bergmannstag in Aussicht gestellt werde.

Es mögen, zum Unterschied von selten einberufenen bergmännischen Weltkongressen, die öfters zu veranstaltenden Leobener Bergmannstage einen wirklich regen Einfluß auf die Entwicklung der Bergwerke ausüben, zum Nutzen der Bergwerksindustrie, zum Ruhme der Leobener Montanistischen Hochschule! Glückauf!“

Als Präsident des rumänischen Landesausschusses sprach Herr Generaldirektor Ing. C. Osiceanu:

„Herr Minister, Exzellenz, meine Damen und Herren!

Im Namen der rumänischen Delegation begrüße ich den heutigen Leobener Bergmannstag.

Die uns übersandte Einladung hat große Begeisterung ausgelöst, da mehrere Generationen rumänischer Mineningenieurere die Wohltaten dieser Schule genossen haben, deren Ruf in der ganzen Welt verbreitet ist.

Ich schätze mich glücklich, nicht nur unsere Schule, nicht nur unsere Professoren begrüßen zu können, sondern die Stadt Leoben selbst, die uns durch die Erinnerung an die dort verbrachte schöne Jugendzeit so lieb und teuer ist.

Ich kann nicht schließen, ohne, als Rumäne, dem Andenken des großen, entschwundenen Professors Hofrat Hans Höfer Erwähnung zu tun, der — als Wegweiser für die Petroleumindustrie der ganzen Welt — sich auch die Dankbarkeit der rumänischen Petroleumindustrie erworben hat, indem er unsere Ölfelder studierte und auf die reichsten Öllager hiewies. Glückauf!“

Weiters übermittelte Herr Generaldirektor Dr. mont. h. c. Ing. Eduard Šebela die Grüße der Teilnehmer aus der Tschechoslowakei mit folgenden Worten:

„Der Bergmann erlebt nur wenige ‚Bergmannstage‘ in seinem Leben; mit desto größerer Freude begeht er dieses sein Fest, das ähnlich der Olympiade, nur nach gewissen, aber nicht genau festgesetzten Zeitabschnitten stattfindet.

Der Bergmannstag ‚Leoben 1937‘ vereinigt uns ‚Leobener‘ nach einem Zeitabschnitt schwerer politischer und wirtschaftlicher Krisen, damit wir hier, Kamerad zum Kameraden uns sagen, wie wir diese Zeit in emsiger administrativer und fachlicher Arbeit überstanden haben und wie uns hierbei die Wissenschaft und Technik geholfen haben.

Allein, der Blick wendet sich ebenso ernst der Zukunft zu. Gilt es doch, unsere Arbeit in Schacht und Hütte sicher und erfolgreich durch die kommenden Jahre der nicht ruhenden wirtschaftlichen und sozialpolitischen Neugestaltung der zivilisierten Welt zu führen. Die fachliche Aussprache in den Vorträgen im Laufe der Festtage in Leoben soll uns hierzu das Rüstzeug geben.

Glücklicherweise klingt aber auch der freudige Klang der endlich eingebrochenen ‚guten Konjunktur‘ zum heutigen Feste, und in heiterer Stimmung möge das geliebte, altehrwürdige Leoben uns alle, die wir hier unsere schönsten Jugendjahre erlebt haben, und auch die lieben Gäste vereinen.

Ich und meine Kollegen aus der Tschechoslowakei wünschen dem Bergmannstage ganz besonders einen vollen Erfolg. Glückauf!“

Schließlich sprach Herr Kgl. ung. Oberbergrat Zentralbergwerksdirektor Dipl.-Ing. Florian Roth folgende Worte der Begrüßung:

„Herr Minister! Euere Exzellenz!  
Hochgeehrtes Präsidium!  
Meine Damen und Herren!

Im Namen der ungarischen Berg- und Hüttenmänner danke ich dem hochgeehrten Präsidium des Leobener Bergmannstages für Ihre freundliche Einladung. — Diese Einladung ermöglichte uns nicht nur unser jetziges Erscheinen, sondern gibt uns auch Gelegenheit, unsere Solidarität und Anhänglichkeit zum Leobener Bergmannstage zum Ausdruck zu bringen.

Auf die nachdrücklichste Kundgebung unserer Solidarität legen wir um so größeres Gewicht, weil uns Ungarn mit Österreich — die gemeinsame geschichtliche Vergangenheit, die wir im Rahmen der Monarchie Jahrhunderte hindurch miteinander durchlebten — recht eng verbunden hat.

Österreich und Ungarn — die unter dem Szepter der Habsburger viele Jahrhunderte hindurch eine Monarchie bildeten — kämpften stets vereint gegen äußere — fremde — Feinde. Natürlich hatten die zwei Staaten in der gemeinsamen Verteidigung auch viele gemeinschaftliche Angelegenheiten, darunter auch den Bergbau.

In unserer Heimat beschäftigten sich mit dem Bergbau nach den Römern hauptsächlich die zu uns eingewanderten deutschen Bergleute, die ihre deutsche Sprache recht lange beibehielten, so daß auch an der durch Maria Theresia — des größten Kaisers und Königs der Monarchie — in Ungarn in Selmecbánya, Schemnitz, gegründeten Bergakademie die Unterrichtssprache deutsch war.

Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, daß seinerzeit viele unserer österreichischen und deutschen Fachkollegen dortselbst ihre theoretische — ja sogar bei dem damals schon recht hoch entwickelten ungarischen Erzbergbau — ihre praktische Ausbildung erhielten. Auf manchen Namen der hier ausgebildeten Fachleute sind nicht nur die österreichischen und deutschen Kollegen, sondern auch wir Ungarn stolz und halten deren Namen auch jetzt noch in hoher Ehre!

Da ich nun die Ehre habe, den hochgeehrten Kongreß aufs herzlichste zu begrüßen, erlauben Sie mir, daß ich im Namen der ungarischen Berg- und Hüttenleute unserer aufrichtigsten Freude Ausdruck gebe, darüber, daß die hohe Bundesregierung die Wiedereröffnung des Vorbereitungskurses der zwei ersten Jahrgänge an der Leobener Hochschule in demselben Rahmen genehmigte, als es früher war. Damit ist die Leobener Hochschule für Berg- und Hüttenwesen wieder ein vollständiges Ganzes geworden und hat nicht nur Gelegenheit zur kompletten Regenerierung ihres alten Ruhmes, sondern auch zur erneuerten Frequentierung erreicht.

Sowohl zur Regenerierung der Hochschule als auch zur Erreichung des gesetzten Zieles des Leobener Bergmannstages wünsche ich vom Herzen vollen Erfolg mit dem biederem Bergmannsgruß Glückauf!“

Damit war die Reihe der offiziellen Ansprachen erschöpft.

Auf die vom Vorsitzenden an die Versammlung gerichtete Einladung, nunmehr zur Wahl des Präsidiums und der übrigen Funktionäre der Tagung zu schreiten, teilte der Geschäftsführer des Bergmannstages, Herr Berghauptmann Hofrat Ing. Karl Haiduk, mit, daß der Organisationsausschuß der Versammlung den Vorschlag unterbreite, zum Präsidenten des Bergmannstages Se. Exzellenz Herrn k. k. Minister a. D. Geheimen Rat Dr. mont. e. h. Emil Freiherrn Homann v. Herimberg und zu Vizepräsidenten die Herren Bergrat h. c. Dr. techn. h. c. Dr. Ing. Otto Böhler, Präsident Philipp v. Schoeller, Sektionschef Ing. u. Dr. jur. Max Streintz, Präsident Hofrat Ing. Franz Heißler, Bergrat h. c. Ing. Oberegger, Direktor der Österr. Alpine Montan-Ges., und die Herren Vorsitzenden der Landesausschüsse zu wählen. Die Notwendigkeit der Wahl einer größeren Anzahl von Vizepräsidenten ergab sich aus der Aufteilung der Fachvorträge auf fünf verschiedene Gruppen. Als Schriftführer wurden vorgeschlagen die Herren Bergrat Ing. Dr. jur. Edmund Berndt, Berginspektor Ing. F. Trojan und Amtsrat L. Mayer.

Auf Vorschlag des Herrn Bergdirektors Ing. Robert Ott wurden sämtliche Wahlen per Akklamation vorgenommen.

Namens der Gewählten sprach Exzellenz Freiherr Homann v. Herimberg den Dank für das durch die Wahl bekundete Vertrauen aus. Er sagte weiters:

„Es ist wohl selbstverständlich, daß wir alles, was in unseren Kräften steht, unternehmen werden, um den Bergmannstag zu einer erhebenden und würdigen Feier zu gestalten. Im eigenen Namen und in dem meiner Kollegen erkläre ich, die auf uns gefallene Wahl anzunehmen. In zweiter Reihe ist es mir ein Herzensbedürfnis, Ihnen allen, welche gesprochen haben, welche so liebe, treue Worte der Anhänglichkeit gefunden haben, um unseren Bergmannstag zu einer würdigen Feier zu erheben, meinen ergebensten Dank auszusprechen. Seien Sie überzeugt, und nun glaube ich, namens der gesamten Versammlung sprechen zu dürfen, daß die Worte, die Sie gefunden haben, uns alle tief berührt haben. Tief berührt deshalb, weil sie ein Zeichen sind für die Anhänglichkeit aller früheren Leobener Akademiker an ihre Montanistische Hochschule, aber auch für die Anhänglichkeit an die liebe alte Bergstadt Leoben. Und diese Anhänglichkeit ist in uns so tief verwurzelt, daß niemand imstande sein wird, sie aus uns herauszureißen (Beifall). Immer und immer wieder wird für uns Leoben und die Montanistische Hochschule ein untrennbarer Begriff sein. Für beide wollen wir kämpfen, für beide wollen wir sterben (Beifall).“

Und nun ein Drittes: Es ist sonst üblich, daß der Präsident der Tagung alle prominenten Persönlichkeiten, alle Korporationen, welche erschienen sind, namentlich anführt und besonders begrüßt. Erlassen Sie mir das aus dem einfachen Grunde, weil mir als dem Präsidenten des Bergmannstages jeder von Ihnen gleich lieb und teuer ist und weil jeder von Ihnen von mir in gleicher Weise geschätzt und geehrt wird.

Ich bitte nunmehr die Herren Prof. Dr. Petrascheck und Direktor Oberbergrat Pohl die von ihnen angemeldeten Festvorträge über das Thema ‚Österreichs Bergbau seit dem Weltkrieg‘ zu halten.“ (Siehe S. 34.)

Die große Zahl der Teilnehmer machte es leider unmöglich, das Festmahl in einem oder, wie später geplant war, in zwei Räumen zu veranstalten. Es mußte eine Aufteilung auf fünf Gaststätten erfolgen, wodurch dem Festmahl zum Teil sein Charakter genommen wurde. Die Tischredner nahmen im Hotel Post Platz. Als erster sprach Exzellenz Freiherr v. Homann-Herimberg wie folgt:

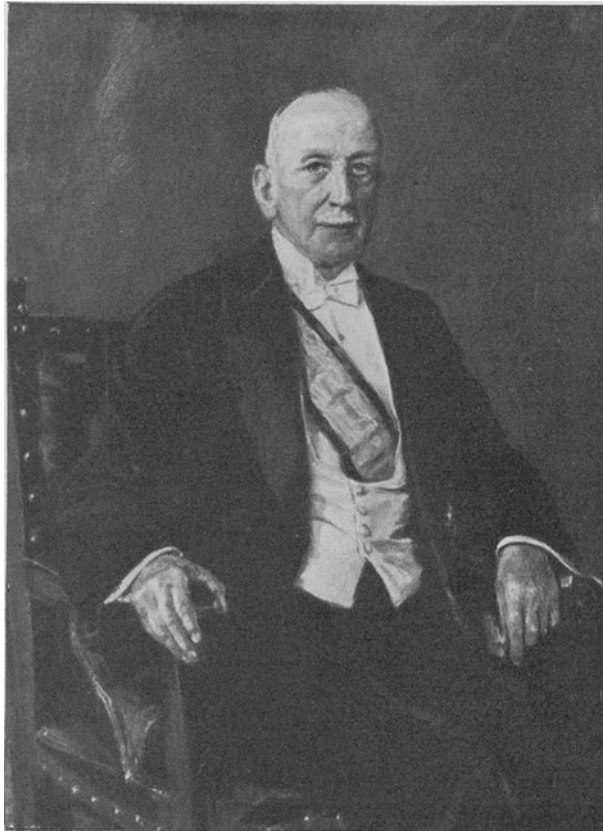
„Wir freuen uns der Segnungen des Friedens, der Ruhe und der Ordnung, ohne uns im allgemeinen Rechenschaft zu geben, welchen Faktoren wir dies zu danken haben. Wir nehmen teil an den Fortschritten im Geistesleben der Völker und in ihrer Kultur und nehmen dies als selbstverständlich hin. Und dennoch sind es ordnende Hände, welchen wir dies alles zu danken haben und denen wir insbesondere zu danken haben, daß die wissenschaftliche Denker- und Forscherarbeit unbeschwert und frei von allen Hemmungen stets weitere Wissensgebiete zu erfassen und sich in neue Doktrinen zu vertiefen vermag. Der Weisheit der Lenker unserer Staaten haben wir unseren Dank zu zollen,



weshalb ich nach alter Bergmannsart an Sie die Einladung richte, mit mir einzustimmen in den Ruf: „Glück auf“ den Oberhäuptern aller Staaten, die durch Angehörige bei unserer Tagung vertreten sind!“

Die Anwesenden nahmen mit Beifall die Anregung Exzellenz Homann-Herimbergs entgegen, dem Bundespräsidenten folgendes Begrüßungstelegramm zu übersenden:

Der in der Zeit vom 2. bis 5. September unter dem Ehrenschatz des Herrn Handelsministers und dem Ehrenpräsidium des Herrn Landeshauptmannes von Steiermark in Leoben versammelte, von 625 Vertretern des inländischen und ausländischen Bergbaues besuchte Leobener Bergmannstag



Se. Exzellenz k. k. Minister a. D., Geh. Rat Dr. mont. e. h. Emil Freiherr Homann v. Herimberg  
Präsident des Leobener Bergmannstages

1937 entbietet Ihnen, hochverehrter Herr Bundespräsident, als dem Förderer aller kulturellen und wissenschaftlichen Bestrebungen huldigend, sein ehrerbietiges Glückauf!

Der Präsident: Minister a. D. Homann-Herimberg

Namens des Gastgebers, des Verbandes der Bergwerke, sprach Herr Bergrat Dr. Böhler. Hierauf erwiderte Herr Bundesminister Dr. Taucher. Zum Schluß sprach Prof. Müller der Montanistischen Hochschule in Leoben auf die Damen.

Am Nachmittag fanden Vorträge statt. Über persönliche Einladung des Herrn Bundesministers Universitätsprofessor Dr. Taucher versammelte man sich abends im Hotel Gösserbräu in Göß, wo das Gösser Brauhaus ein Riesenzelt errichtet hatte, groß genug, um alle Teilnehmer aufzunehmen, zu einem Bierabend, bei dem der Herr Bundesminister die Gäste wie folgt begrüßte:

„Ich hatte vor, Sie zu bitten, bei einem festlichen Abendessen meine Gäste zu sein. Wenn aus diesem Abendessen ein Bierabend geworden ist, so ist der Genius loci daran schuld, von dem ich schon heute früh gesprochen habe. Knüpfen sich doch an diesen Ort die Erinnerungen von ganzen Bergmannsgenerationen. Leoben und Göß sind für den Bergmann voneinander nicht zu trennen.“

Für Sie alle, die ich hier begrüßen kann, sind die Studentenjahre vorbei: ihr Glanz und ihre Schönheit leben nur mehr in Ihrer Erinnerung fort und gehören der Vergangenheit an. Ich aber möchte für ein paar Stunden hier den ganzen Zauber Ihrer goldenen Jugendjahre wieder lebendig werden lassen, mit all ihren schönen Begleitern: Dem Klange der wundervollen alten Bergmannslieder, der Zwiesprache mit den alten Freunden und dem Lachen und der Fröhlichkeit von einst. Vielleicht blicken aus diesem Einst manchem von Ihnen ein Paar blanke, fröhliche Mädchenaugen entgegen, Augen, die der Frau gehören, die Ihr Lebenskamerad geworden ist. Hat doch so mancher von Ihnen sich auch hier seine Frau fürs Leben geholt. Diese Frauen kennen die Jugendzeit ihrer Männer aus eigener Anschauung, den anderen aber möchte ich Gelegenheit bieten, heute ein Stück der Jugendzeit ihrer Männer kennenzulernen. Seien Sie mir alle, meine Damen und Herren, als meine Gäste herzlich willkommen und lassen Sie mich mit dem alten Bergmannsspruch schließen: ‚Es grüne die Tanne, es wachse das Erz, Gott schenke uns allen ein fröhliches Herz.‘ Glückauf!“

Hierauf richtete Herr Zentraldirektor Neweklowsky folgende Worte an die Anwesenden:

„Es wurde mir die Ehre zuteil, Sie alle beim heutigen Abend im Namen des Verwaltungsrates und der Direktion der Gösser Brauerei herzlich willkommen heißen zu dürfen. Insbesondere danke ich unserem Hochverehrten Herrn Handelsminister Prof. Dr. Taucher für seine uns auszeichnende Anwesenheit. Es bereitet uns große Freude, daß Sie sich schon bei Beginn Ihrer wichtigen Beratungen in so stattlicher Zahl gerade auf dem Boden unseres Unternehmens zu frohen Stunden zusammengefunden haben, um sich bei einem Glase Bier zu erholen! Erz, Eisen und Kohle: nirgends sind sie mit dem Biere so eng verbunden als gerade hier. Wenn also Sie bedeutsame Feste begehen, so dürfen in erster Linie gewiß auch wir mitfeiern, und wir tun es gerne!

Die österreichische Brauindustrie hatte in den letzten Jahren vielfache Sorgen, ist doch der Konsum bis auf die Hälfte herabgesunken. Da ist es für die steirischen Brauereien eine Genugtuung, daß sie in einvernehmlicher Arbeit die Situation glücklich überbrücken konnte. Mit einem Grundstock treuer Freunde war es möglich, die schwersten Zeiten leichter durchzuhalten, und sehen wir nun mit gesteigerten Hoffnungen einer günstigeren Zukunft im Zeichen des schon eingesetzten wirtschaftlichen Wiederaufstieges entgegen.

Leoben und Göß! Beide Namen sind allseits ehrenvoll bekannt! Die hochangesehene Montanistische Hochschule hat dem einen durch ihr vorbildliches Wirken, die Brauerei Göß dem anderen durch ihr Erzeugnis zu bestem Rufe verholfen.

Wie enge sie miteinander verbunden sind, wissen diejenigen unter den verehrten Gästen aus eigener Erinnerung am besten, die während ihrer Studien an der Hochschule auch unser ‚Bierdorf‘ näher kennengelernt haben. Göß ist zwar seither Markt geworden — nicht zuletzt durch die Bedeutung unseres Unternehmens —, aber wir freuen uns noch immer, für unsere alten Freunde, die nun in aller Welt draußen hervorragend wirken, das ‚Bierdorf‘ ihrer Erinnerungen zu bleiben.

Wir hoffen, daß Ihnen auch dort draußen, an den Stätten Ihres Berufes, die Biere der Steiermark nicht fremd geworden sind und daß sich Ihnen öfters Gelegenheit bietet, sich daran zu erquicken, wenn, wie es in Ihrem schönen Leobener Lied heißt, ‚der Gaumen vertrocknend vor Dürsten‘ ist.

Die Bergstadt Leoben und das Bierdorf Göß! Beide haben einen ausgezeichneten Klang: ernst der eine, heiter der andere, immer aber in bester Harmonie! Lassen Sie uns denn auch heute diesen guten Klang erproben! Und so lade ich Sie hiermit ein, die Gläser zu erheben und anzustoßen auf unseren Wunsch: Dem Leobener Bergmannstag volles Gelingen seiner bedeutungsvollen Beratungen! Seinen werten Teilnehmern frohe Stunden des Ausspannens auf Gösser Boden! Ein dreifaches Hoch dem sehr verehrten Herrn Handelsminister! Glückauf!“

Der Präsident Exzellenz Homann-Herimberg erhob sich zu folgender Ansprache:

„Es ist ein schöner Augenblick für mich, in welchem ich vor Ihnen, Herr Bundesminister, hintreten kann, um Ihnen für all das zu danken, was Sie zur Förderung unseres heimischen Bergbaues und seiner Nebenzweige unternommen haben. Zu wiederholten Malen, ob es sich nun um eine Hilfeleistung für den Kohlenbergbau, den Erz- oder den Erdölbergbau handelte, haben Sie, hochgeehrter Herr Bundesminister, Ihr warmfühlendes Interesse bekundet und hierdurch zum Ausdruck gebracht, daß Sie neben den vielfachen anderen Obliegenheiten Ihres weitverzweigten Ressorts auch die des Schutzherrn über den Bergbau und seine Angehörigen übernehmen wollen. Wir verehren Sie, Herr Bundesminister, als den Mann, welcher sich nicht mit Worten begnügt, sondern der seinen Worten auch die Taten folgen läßt. Sie hatten die große Güte, den Ehrenschutz unserer Tagung zu übernehmen, wodurch diese die würdigste Krönung erfahren hat.

Für all das und insbesondere auch für den heutigen schönen Abend bitte ich Sie, aus meinem Munde unser Aller Dank entgegenzunehmen. Außer diesem Danke können wir Ihnen nichts anderes bieten, als das Versprechen treuer Anhänglichkeit. Zur Bekräftigung dessen lade ich alle Teilnehmer an der gegenwärtigen Tagung ein, mit mir einzustimmen in den Ruf: ‚Glückauf unserem hochverehrten Herrn Bergbauminister!‘“

Freitag, den 3. September, nachmittags, führte eine Besichtigungsfahrt zum Magnesitbergbau der Veitscher Magnesitwerke A. G. in Veitsch. Die Tagungsgäste wurden von Herrn Werksdirektor Dr. von Graff mit den Herren seines Betriebes herzlich begrüßt und durch die Tagbaue geleitet. Anschließend wurden die Besucher in entgegenkommendster Weise im Werkskasino bewirtet.

Am gleichen Tage fuhren mehrere Autobusse zum Erzberg. Am Prebichl begrüßten als Werksvertreter die Herren Direktor Berggrat Ing. Oberegger, Oberberghauptmann Winnacker, Direktor Oberberggrat Ing. Pohl und Bergdirektor Ing. Bergmann die Gäste auf das freundlichste. Nach Befahrung einiger Etagen und Besichtigung groß angelegter Sprengungen wurde zunächst im Barbara-Hause haltgemacht und hierauf mit den von einem Ausflug in das Gesäuse heimkehrenden Damen der Abend im Gewerkschaftshause in fröhlicher Stimmung verbracht.

Die geplante Fahrt nach Ratten zum Besuch des dortigen Kohlenbergbaues mußte unterbleiben.

Der ganze Samstag war den Vorträgen gewidmet. Nach Einbruch der Dunkelheit fand vor dem Hochschulgebäude eine Feierstunde zum Gedenken der im Beruf verunglückten und im Weltkrieg gefallenen ehemaligen Angehörigen der Leobener Hochschule statt.

Die Feier wurde von der Seegrabner Bergkapelle mit dem Abspielen des Dachsteinliedes eingeleitet, worauf Se. Magnifizenz Rektor der Montanistischen Hochschule Prof. Dr. Ing. Walzel folgende Ansprache von der Rampe der Hochschule hielt:

„Liebe Kommilitonen!

Leobener Bergmannstag — ein Fest werktätigen Lebens und froher Wiedersehensfreude, das uns seit drei Tagen umbraust! Ein Fest, das uns gesteigerte Schaffenskraft zu geben berufen ist, indem es uns in der Stadt unserer Jugend in glückhafter Weise über den Alltag hinaushebt.

In diese Tage gesteigerten Lebensgefühls haben wir nun eine stille Abendstunde gelegt, die der Einkehr im Gedenken an unsere toten Kameraden geweiht ist. Es ist mehr als Pietät schlechthin, was uns dazu drängt; es ist das Bewußtsein, daß wir eine tiefe Dankeschuld abzustatten haben.

Ein ewiges Gesetz hat vor jeden menschlichen Erfolg Kampf und Opfer gesetzt. Nichts Großes ist im Leben der Völker, nichts Großes ist auch in der technischen Kultur errungen worden, ohne daß der Weg zum Gipfel des Sieges mit Grabsteinen eingesäumt worden wäre. Es ist, als ob erst dieser geheimnisvolle Saft Blut vergossen werden müsse, um den Überlebenden die Kraft zum Ausharren und Sterben zu geben; und es ist sicher so, daß erst das Beispiel opferbereiten Einsatzes von Vorkämpfern gegeben werden muß, um in der großen Schaar der Mitstreiter und Nachfahren jene seelische Erhebung hervorzurufen, die den Sieg an die Fahnen zu heften vermag.

Diesen Vorkämpfern, diesen bis zur letzten Folgerung Einsatzbereiten, gilt heute unser dankerfülltes Gedenken. Wir denken am Bergmannstag zuerst an jene, die in der Grube oder in der Hütte ihr Leben in die Waagschale geworfen haben. Wir denken aber auch an jene, die als unsere Zunftgenossen für ihr Vaterland gekämpft und die Todeswunde empfangen haben. Denn es ist letzten Endes das gleiche und es bleibt nur eines wesentlich: die mutige, opferbereite, ganz treue Hingabe an ein hohes Ideal. In ehrfürchtigem Dank neigen wir uns vor ihrem Sterben.

Viel hat man über die Eigenschaften philosophiert, die ein Führer besitzen muß, insonderheit auch über jene, die den Ingenieur zum Menschenführer, der er sein muß, befähigen. Kenntnisse, Gründlichkeit, starker Wille — alles das sind gewiß unentbehrliche Eigenschaften. Wenn sich aber der Geführte aus innerer Bereitschaft unterordnen soll, dann muß noch etwas Wichtiges hinzukommen: er muß das Vertrauen haben, daß der Ingenieur oder Offizier auch dann die Haltung des Führers bewahren wird, wenn er einmal mit der Arbeitsgruppe unter dem brechenden First oder mit der Kompanie im verlorenen, granatenzerwühlten Graben steht und es nur mehr ums letzte Menschliche, ums bittere Sterben geht. Ein solches Vertrauen erwächst aber vor allem daraus, daß unsere toten Kameraden das Beispiel dafür gegeben haben, daß im ganzen Stand ein Geist herrscht, auf den der Geführte eben vertrauen darf; und dafür haben wir unseren Standeskameraden nochmals ehrfürchtig zu danken.

So wollen wir heute denen, die berg- und hüttenmännische Kameradschaft in höchster Vollendung bewiesen haben, Kränze mit unseren ernstesten Farben weihen und uns im Gedenken an sie in dieser Stunde weit über den Alltag mit seinen Niedrigkeiten zu erheben versuchen. Sie haben die Krone des Lebens erreicht, weil sie getreu bis in den Tod waren. Fiducit, Ihr toten Kameraden!“

Anschließend an diese Rede wurden an dem Denkmal der im Beruf verunglückten ehemaligen Hörer und dem Denkmal der im Weltkriege gefallenen Hörer der Hochschule vom Rektor wie von Vertretern der Landesausschüsse Kränze niedergelegt. Eindrucksvoller wurde die würdige Feier durch eine Abordnung der Seegrabener Knappen, die mit ihrer Bergkapelle und brennenden Grubenlichtern vor der Hochschule ein Spalier bildeten. Während der Kranzniederlegung spielte die Bergkapelle die ergreifende Weise „Ich hatt' einen Kameraden“.

Sonntag vormittag wurde für die Teilnehmer der Tagung im Zentralkino ein Tonfilm von Dräger-Krupp „Der Grubenbrand“ vorgeführt. Anschließend fand ein gemeinverständlicher Vortrag des Herrn Dr. mont. Ing. Kirnbauer über „Kulturelle und geschichtliche Bedeutung des Bergmannstandes in Österreich“ statt. Um 11 Uhr begann die Schlußsitzung.

Nach Eröffnung derselben brachte der Präsident des Bergmannstages, Geheimer Rat Minister a. D. Dr. mont. e. h. Ing. Freiherr Homann v. Herimberg zunächst eine Reihe der Begrüßungs- und Glückwunschschriften zur Verlesung, die zum Bergmannstage eingelaufen waren.

So hatte Bundespräsident Miklas in Erwiderung des ihm gelegentlich des Festbanketts gesandten Telegrammes gedrahtet: „Für liebenswürdige Kundgebung entbiete ich allen in- und ausländischen Vertretern des Bergbaues besten Dank und herzlichen Willkommgruß und erhoffe mit dem Wunsche auf schönen Verlauf der Tagung Bereicherung und wertvolle Erkenntnisse auf fachlichem Gebiete als Resultat des Leobner Bergmannstages zur Ehre Österreichs Bergmannschaft und Nutzen des internationalen Bergbaues. Glück auf! Bundespräsident Miklas.“ Der Verlesung folgte lebhafter Beifall.

Begrüßungsschreiben waren weiters eingelangt vom Unterrichtsminister Dr. Pernter, Finanzminister Dr. Neumayer und deren Präsidialchefs Ministerialrat Böckl und Ministerialrat Baron Lederer, von der Technischen Hochschule Wien und deren Rektor Prof. Böck, von Regierungsdirektor Dr. Pfusterschmied-Hartenstein, vom Regimentskommandanten Oberstleutnant Dohndorf, von Sektionschef i. R. Ing. Rotky, als Vertreter des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines und des Internationalen Bohrtechnikerverbandes, von den staatlichen Berg- und Hüttenwerken Prag und deren Generaldirektor Dr. Ing. Stauch, von Prof. W. Schmidt aus Charlottenburg, der es sehr bedauerte, infolge Vorlesungsverpflichtungen an dem Bergmannstage in seiner alten Wahlheimat nicht teilnehmen zu können. Es folgte dann die Verlesung der nachstehenden Zuschrift: „Mein Alter — 81 Jahre — hindert mich, beim Bergmannstag zu erscheinen. Im Geiste bei meinen einstigen Hörern, wünsche ich einen schönen, den alten Leobner Traditionen entsprechenden Verlauf der Tagung. Glück auf! Prof. Dr. Anton Bauer.“ Die Versammelten nahmen diese Zuschrift mit rauschendem Beifall auf. Ferner seien Begrüßungsschreiben gesendet worden von: Bürgermeister Fischer in Innsbruck, vom Vorstandsmitgliede Dr. Meindl der Alpine Montangesellschaft, von den polnischen Solvaywerken und deren Präsidenten, Bergingenieur Kulakowsky, vom Rektorate der Universität Innsbruck. Sechs frühere Hörer der Montanistischen Hochschule, die gegenwärtig in Buenos Aires in Diensten stehen, haben ihr Schreiben mit dem Rufe geschlossen: „Vivat academia, vivat professores.“ Bergingenieur Schnapka in Arequipa in Peru habe dem Bergmannstage ein sehr gutes Gelingen, zu Ehren der Leobener Hochschule, ihres Lehrkörpers und ihrer Hörer gewünscht.

Nach einer Reihe weiterer Schreiben, darunter eines solchen des Vorstandes des Leobener Finanzamtes, Oberfinanzrat Worel, gelangte zum Schluß eine Zuschrift des gegenwärtig in Bad Nauheim weilenden Generaldirektors i. R. Peter Eyer mann zur Verlesung, welches mit den Worten endete: „Denn nur durch Euer Wollen und Können allein wird der unerschöpfliche Edelerzborn der Heimat dem deutschen Süd und Nord zum Gedeihen.“

Der Präsident Freiherr Homann v. Herimberg knüpfte hieran folgende Rede:

„Liebe Fachgenossen!

Als Präsident des Leobener Bergmannstages erachte ich mich nunmehr, da unsere Tagung endet, für verpflichtet, Bilanz zu machen, das heißt, den Aktiven der Tagung die Passivposten

gegenüberzustellen, um hierauf zu untersuchen, ob das Unternehmen ein gutes war, ob der Bergmannstag das gehalten hat, was wir von ihm erwartet haben. Wenn ich zunächst von den Aktivposten spreche, so ist es das erste, daß ich Ihnen vom ganzen Herzen nochmals dafür danke, daß Sie in so großer Zahl unsere Tagung besucht haben. Das, meine Damen und Herren, ist die größte Aktivpost. Denn wenn Ihr Interesse nicht gewesen wäre, wäre dieser Bergmannstag nicht das geworden, was er tatsächlich gewesen ist und noch ist. Die zweite Aktivpost ist die große Fülle von gediegenen, bis ins Zenith reichenden Vorträge, deren Hörer wir gewesen sind und welche unser ganzes Interesse gefunden haben. Allen Vortragenden danke ich an dieser Stelle für all ihre Mühe, für all ihre aufopferungsvolle Arbeit. Wir sind überzeugt, daß das, was sie damit erreichen wollten, tatsächlich von ihnen auch erreicht worden ist. Als dritte Aktivpost nenne ich die kameradschaftlichen Veranstaltungen. Diese Tagung hat so recht gezeigt, welche Bande uns Bergleute umfassen, wie wir alle zusammenhalten, unbekümmert um die Grenzen, die uns scheiden, unbekümmert um die Lebensstellung, die der einzelne erreicht hat; wir sind Kameraden, wir sind Fachgenossen, und so soll es und wird es immer bleiben.

Ich komme nun zu den Passiven, meine Damen und Herren. Ich bekenne Ihnen ganz offen, daß ich Zeit meines Lebens ein abgesagter Feind von Passiven gewesen bin. Nachdem ich annehme, daß auch Sie solche Passivposten stets perhorresziert haben, glaube ich darüber hinweggehen zu dürfen und diese Frage nur in dem Umfange streifen zu sollen, daß ich Sie inständig bitte: Wenn diese Tagung tatsächlich in der einen oder anderen Richtung Mängel gehabt haben sollte, nachsichtig darüber hinwegzugehen. Auch der Mensch hat Fehler, er irrt sehr häufig, und so ist es begreiflich und erklärlich, daß bei einem derart großen Unternehmen auch solche Fehler begangen worden sein können. Ich bitte daher inständig um Nachsicht.

Und wenn ich jetzt den Schlußstrich ziehe unter diese Bilanz, wie ich sie genannt habe, so glaube ich sagen zu können: Das Unternehmen ist ein gutes gewesen. Der Bergmannstag hat das gehalten, was wir von ihm erwartet haben, und das danken wir insbesondere wieder Ihnen, den Teilnehmern an diesem Tage. Der erste Dank, den ich nunmehr ausspreche, ist an Sie gerichtet, daß Sie das Unternehmen so gut gestaltet haben.

Wir haben aber noch für verschiedene Widmungen zu danken, welche dem Bergmannstag zuteil geworden sind. Ich erwähne insbesondere die Widmung des Herrn Präsidenten Philipp von Schoeller in Bezug auf die Prägung der Leobener Brunnenfigur aus Ternitzer Edelstahl, die Ihnen, auf Vordernberger Marmor befestigt, als Erinnerungsplakette überreicht worden ist. Ich erinnere weiters, daß uns Sonderhefte der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reiche, Sonderhefte der Bohrtechniker-Zeitung, der Obersteirischen Volkszeitung, der Montanistischen Rundschau, der Hochschul-Zeitung und der Obersteirischen Volkspresse gewidmet wurden. Allen diesen Widmungen gebührt unser Dank, welchen ich mir hier offiziell abzustatten erlaube. Mein weiterer Dank gilt dem Österreichischen Bergwerksverbande, welcher zum Großteil diese Veranstaltung ermöglicht hat. Nicht minder danke ich aber auch den engsten Veranstalter dieser Feier, zu welchen ich vor allem Herrn Hofrat Berghauptmann Ing. Haiduk und die Herren Professoren, namentlich aber die Herren Professoren Petrascheck und Fuglewicz, zähle, welche in unendlichen Mühen bestrebt waren, den Verlauf des Bergmannstages zu einem würdigen zu gestalten. Ich will weiters Dank zollen dem Pressereferenten und allen Beschäftigten in der Geschäftsstelle. Tag und Nacht waren diese Herren bemüht, den an sie gestellten Anforderungen gerecht zu werden, die lieben kleinen Fräulein, die die Auskünfte bereitwilligst erteilt haben, nicht ausgenommen, auch ihnen gilt mein innigster Dank. Schließlich gebührt der Dank der ganzen Presse.

Meine verehrten Damen und Herren! Bevor ich schließe, möchte ich aber noch besonders danken für die Harmonie und Eintracht, welche während unserer Tagung geherrscht und welche durch keine Kollision und Friktion, durch nichts gestört worden ist. Und das, hohe Festversammlung, ist ein großes Ergebnis dieser Tagung, ein Ergebnis, wie es nicht so bald wird zu verzeichnen sein. Das deutet wieder darauf hin, daß wir Bergleute zusammenhalten, daß wir Bergleute uns eben durch nichts in irgendein gewagtes Unternehmen hineintreiben lassen.

Nun geht es ans Abschiednehmen, meine Damen und Herren. Ein trauriger Augenblick ist damit gekommen. Doch ich halt es mit dem Dichter, der da gesagt hat: „Es fällt ja so schwer, auseinanderzugehen, wenn die Hoffnung nicht wär' auf ein Wiedersehen!“ Und darauf bauend rufe ich Ihnen allen aus meiner alten Bergmannsseele das herzlichste aller herzlichen Glückauf zu: „Glückauf!“

Herr Oberberghauptmann Schlattmann richtete hierauf folgende Worte an den Präsidenten:

Wir wären undankbar, wenn wir uns, bevor wir auseinandergehen, nicht des Mannes erinnern würden, unter dessen Präsidentschaft die Veranstaltung der österreichischen Bergleute gestanden ist. Euer Exzellenz! Sie waren von Herkunft und Verdienst berufen, die Pflichten und die Ehre dieses schönen Bergmannstages zu tragen. Sie sind ja Bergmann von Beruf und ich habe mir von meinen österreichischen Kollegen erzählen lassen, was der österreichische Bergmannsstand gerade Ihnen als Verwaltungsbeamter, als Sektionschef und als Minister für den Bergbau und als ein Mann, der ja nunmehr kein offizielles Amt mehr bekleidet, verdankt. Ich habe mir weiter erzählen lassen, wie Sie sich für die Hochschule und auch für die Stadt Leoben eingesetzt haben. Wir stehen unter dem frischen Eindruck Ihrer, ich darf sagen, klugen Verhandlungsführung und Ihrer glänzenden Rednergabe. Ich spreche sicherlich namens sämtlicher Teilnehmer, wenn ich wünsche, daß Sie noch eine lange Reihe von Jahren in derselben körperlichen und vor allem geistigen Frische erleben mögen, in der wir Sie hier erlebt haben. Als Dank und als Wunsch ein herzliches Glückauf!“

Hofrat Prof. Dr. Doležal dankte in längerer Rede den Arbeitsausschüssen für ihre Bemühungen.

Namens der Obersten Bergbehörde sprach Ministerialrat Dr. jur. Friedrich Mautner:

„Diejenigen, die vor zwei Stunden den schönen Film über Grubenunglück gesehen haben, konnten daraus entnehmen, daß bei solchen Unfällen zuerst die Bergbehörde zu verständigen ist und daß es aber meist traurige Anlässe sind, die diese Meldungen an die Bergbehörde beinhalten. Selten nur, aber um so freudiger begrüßt, sind die frohen Anlässe, bei denen wir Gelegenheit haben, gemeinsam zu tagen. Um so dankbarer begrüßten wir das Vorhaben, den Bergmannstag abzuhalten. Wir begrüßten den Bergmannstag ja nicht nur mit dem Herzen des Bergmannes, sondern auch mit dem Herzen des Bergpolizisten. Welch größere Sicherheit könnte es geben, als aus persönlichem Austausch der Erfahrungen. Die Zeiten sind vorbei, in denen jeder Schacht ein Geheimnis für seinen Nachbar war. So wünsche ich, es möge recht bald wieder Gelegenheit sein, daß sich die Bergleute Österreichs, der Nachbarstaaten und des Auslandes zu einer solchen Tagung zusammenfinden. Namens der österreichischen Obersten Bergbehörde wünsche ich, wenn auch der Zeitpunkt für den nächsten Bergmannstag sich heute noch nicht absehen läßt, daß alle, die heute hier versammelt sind, am nächsten Bergmannstag in voller Rüstigkeit teilnehmen mögen. Glückauf!“

Zuletzt dankte der Präsident k. k. Minister a. D. Geh. Rat Dr. mont. e. h. Emil Frh. Hofmann v. Herimberg für die ihm von Herrn Oberberghauptmann Schlattmann gewidmeten lieben Worte und schloß die Tagung mit den Worten:

„Der Leobener Bergmannstag 1937 ist geschlossen. Glück auf!“

Am Nachmittag fand ein Festzug der Obersteirischen Trachtenvereine statt, wobei verschiedene Bergmannstänze vorgeführt wurden.

Montag, den 6. September, fuhr ein Teil der Teilnehmer mit Autobussen über den Prebichl in das Gesäuse zur Saline Bad Aussee, wo sie vom Chef der Sudhütte Aussee, Oberbergrat N. Weiler, in Vertretung der Salinenverwaltung Alt-Aussee aufs herzlichste begrüßt wurden. Nach vorheriger Bewirtung fuhren die Teilnehmer auf den Salzberg, wo der Bergbaubetriebsleiter Ing. P. Lepez die Führung durch den Salzberg übernahm. In später Abendstunde erfolgte die Rückreise nach Leoben. Eine kleine Anzahl der Teilnehmer war unterdessen mit der Bahn zum Aluminiumwerk Steeg der Österreichischen Kraftwerke A. G. gefahren, wo sie vom Betriebsleiter Ing. A. Brenner aufs herzlichste empfangen wurden. Nach einer kurzen Stärkung im Werksgasthaus fand die Besichtigung des Aluminiumwerkes statt, worauf die Teilnehmer nach Aussee zurückkehrten und gemeinsam mit den Teilnehmern der anderen Gruppe die Rückfahrt nach Leoben antraten.

Über 100 Teilnehmer fuhren am 6. September früh mit Autobussen und einer Anzahl Privatwagen vorerst nach Graz, um die Abteilungen für Bergbau, Geologie, Paläontologie und

Mineralogie sowie die Sonderausstellung „Der Bergmann“ im Joanneum zu besichtigen. Die Gäste wurden vom Leiter des Landesmuseums Dr. Graf Coudenhove herzlichst begrüßt, worauf die Vorstände Dr. v. Teppner und Dr. Wolfbauer die Führung übernahmen. Von Graz wurde die Reise in das Köflacher Revier fortgesetzt, wo die Kohlentrocknungsanlage nach Fleißner am Karlschacht der Ö. A. M. G. besichtigt wurde, während die Damen das staatliche Gestüt Piber besuchten. Unter den Klängen der Werkskapelle wurde das von der Ö. A. M. G. gegebene Mittagessen in Köflach eingenommen und nach Abschiedsworten von Bergrat Direktor Ing. Oberegger die Fahrt über die Packstraße angetreten. Am Packsattel erwartete Direktor Dipl.-Ing. G. Heinisch der Bleiberger Bergwerks-Union die Teilnehmer, um die Führung durch Kärnten zu übernehmen. Ihm und seinen Herren ist der glanzvolle Verlauf der Fahrt durch Kärnten zu verdanken. Der Abend vereinigte die Teilnehmer zu einem vom Lande Kärnten und der Kärntner Industrie im Hotel Werzer in Pörtschach gegebenen Festbankett, bei welchem die Teilnehmer vom Landeshauptmann von Kärnten Dr. Sucher, vom Präsidenten Ehrfeld vom Kärntner Industriellen-Bund, den Bürgermeister von Klagenfurt und Pörtschach und von Di-



Erinnerungsplakette

E. Tschernig mit seinen Herren in liebenswürdiger Weise die Führung übernahm. Es wurden die Grube, die Aufbereitung und von einigen Herren auch die Hütte in Gailitz besichtigt.

Eine dritte Gruppe unternahm indessen eine Rundfahrt am Wörthersee.

Alle Teilnehmer trafen sich wieder bei einem gemeinsamen Mittagessen, das von der Bleiberger Bergwerks-Union und der Österreichisch-Amerikanischen Magnesit A. G. in Warmbad Villach gegeben wurde. Abends fand im Park-Hotel in Villach ein Kärntner Abend statt, bei welchem besonders die Kärntner Volkstänze und Kärntner Lieder das Entzücken der Gäste hervorriefen. Berghauptmann Dr. Kallab verabschiedete sich in launiger Rede, in der er den Bergmannstag mit dem Vorspiel der Meistersinger in treffender Weise verglich. Er wies weiters darauf hin, daß er sich verpflichtet gefühlt habe, auch mit Petrus einen Pakt zu schließen, damit die Teilnehmer auf der Fahrt durch das schönste Land Österreichs und besonders über die Großglockner-Hochalpenstraße schönes Wetter hätten.

Mittwoch, den 8. September früh, wurde die Fahrt über die Großglocknerstraße angetreten, die bei prachtvollstem Wetter durchgeführt werden konnte und den Glanzpunkt der gesamten Besichtigungsfahrt darstellte. Nach dem Mittagessen, das im Franz-Josefs-Haus am Fuße der Pasterze eingenommen wurde, erfolgte die Weiterfahrt nach Zell am See. Unterwegs wurden noch unter Führung des Herrn Ing. Dr. Preuschen Ausbisse von Golderzgängen besichtigt.

In Zell am See vereinte ein zwangloser fröhlicher Abend, verschönt durch die Halleiner Salinenkapelle, die Teilnehmer des Bergmannstages im Hotel Post. Die Gäste wurden vom Bürgermeister von Zell am See herzlichst willkommen geheißen und für den nächsten Tag zu einer Rundfahrt am schönen Zellersee eingeladen, bei der sich die Teilnehmer des Bergmannstages zum letzten Male zusammenfanden.

rektor Heinisch herzlichst begrüßt wurden.

Für den nächsten Tag war eine Dreiteilung der Besichtigungsvorgesehen. Eine Teilnehmergruppe besichtigte das Magnesitwerk der Österreichisch-Amerikanischen Magnesit A. G. in Radenthein, wo sie vom Direktor des Werkes, Herrn Dr. mont. h. c. Dipl.-Ing. Erdmann, herzlichst empfangen und durch die Werksanlagen geführt wurden.

Eine zweite Gruppe fuhr nach Bleiberg, wo der Werksleiter Dr. Ing.

## Verzeichnis der Teilnehmer der Tagung

- Aggermann, Ing. Max, mit 1 Begleitperson, Ternitz, N.-Ö.
- Aichinger, Ing. Otto, mit Frau, Graz.
- Aigner, Dr. Berghauptmann a. D. w. Hofrat, Wels.
- Albrycht, Ing. Konstantin, Warschau.
- Angerer, Bezirkshauptmann Dr. Karl, Leoben.
- Apfelbeck, Bergdir. Dr. Hugo, mit Frau, Karlsbad.
- Arlt, Dr. H. Ministerialrat i. Reichs- und Preußischen Wirtschaftsministerium, Berlin-Lichterfelde.
- Arpshofen, Ing. Baron W. v., Parschlug, Stmk.
- Artzt, Obering. Hans Clemens, Wien.
- Asimus, Ing. Heinz, mit Frau, Eisenerz.
- Atkoff, Ing. Kosta, Krastetz, Bulgarien.
- Aubell, Prof. Dr. Ing. Franz, mit Frau und Tochter, Leoben.
- Augustin, Dir. Karl, Graz.
- Barbey, Geophysiker Dr. Ing. O., Wien.
- Bayer, Prokurist, Ing. Karl, Wien.
- Beck, Chefgeologe Dr. Heinrich, Wien, Geolog. Bundesanstalt.
- Beck, Ing. Wladimir, Prag.
- Bensmann, Dir., Wien.
- Beregow, Dr. Rostislav, Sofia, Handelsministerium.
- Bergmann, Bergdir. Ing. Franz, Eisenerz.
- Berndt, Dir. Dr. Edmund, mit Frau, Leoben.
- Bezirksgruppe Oberschlesien der Fachgruppe Steinkohlenbergbau-Gleiwitz, O.-S.
- Biberich, Ing. Roland, Leoben.
- Bielau, Betriebsleiter Ing. F., Ternitz a. Südbahn, N.-Ö.
- Bierbrauer, Prof. Dr.-Ing. Ernst, mit Frau, Trofaiach.
- Böcker, Ing. Anton, Wien.
- Bodenstein, Bergassessor a. D. Paul, Magdeburg-Buckau.
- Böhler, Bergrat h. c. Dr. techn. h. c. Ing. Otto, Wien.
- Böhm, Bergdir., Ing. Hans, mit Frau, Gloggnitz.
- Bohnhoff, Dr.-Ing. Hans, Berlin-Siemensstadt.
- Bolfras, Ing. Vladimir, Katowice, Polen.
- Börner, Dipl.-Ing. Hans, Lasa, Prov. Bolzano, Italien.
- Bortnyak, Bergrat Bergwerksdir. Istvan, Nagybatory, Komitat Borsod, Ungarn.
- Braun Bergoberinsp. Dozent Ing. Otto, Brünn.
- Bräutigam, Dr. Fritz, mit Frau, Wien.
- Bremhorst, Dipl.-Ing. Albert, Berlin-Zehlendorf.
- Brinkmann, Geschäftsleiter d. Fa. Leitz Carl, Wien.
- Buchas, Ing. Heinz, mit Frau, Petrosani, Rumänien.
- Busson, Ing. u. Gen.-Sekr. a. D., Dr. Felix, Wien.
- Buzek, Ing. Bruno, mit Frau, und Andreas Kowalski, Swietochlowice, Gorny-Slask, Polen.
- Caspar, Dir. d. Reininghaus A. G., Herbert, Graz.
- Cuscoleca, Bergrat, Zentralinsp. Ing. Emil, Wien.
- Czekeliusz, Bergwerksdir. Dipl.-Ing. Günther, Ajka, Komitat Veszprém, Ungarn.
- Czermak, Generaldir., Dr. h. c. Ing. Alois Aussig, Č. S. R.
- Czermak, Geologe Dr. phil. Friedrich, Graz.
- Danner, Ministerialrat Ing. Clemens, Wien.
- Dawidowski, Hochschulprof., Dr.-Ing. Roman Krakow.
- Denks, Ing. Ferdinand, Wien.
- Dewam, Oberberginsp. Ing. Herbert, mit Begleitperson, Zuckmantel b. Teplitz-Schönau.
- Dolch, Dir. Friedrich, Teplitz-Schönau, Č. S. R.
- Doležal, Hofrat Prof. Dr. E., Baden b. Wien.
- Drescher, Reg.-Bergkommissär Ing. Eduard, Leoben.
- Drolz, Dir. i. R. Bergrat Ing. Dr. mont. h. c. Hugo, Baden b. Wien.
- Drott, Bergrat Dipl.-Ing. Max, mit Frau, Wien.
- Drubba, Deutscher Konsul, Dr. Paul Graz.
- Duftschnid, Dr. Hans, mit Frau, Heidelberg.
- Dzensky, Berginsp. Ing. Georg, mit Frau, Sofia, Bulgarien.
- Eberhard, Dipl. Berging. Karl, Berlin-Charlottenburg.
- Ebner, Ing. Josef, mit Frau, Wien.
- Eckling, Dr. Ing. Karl, mit Frau, Wien.
- Effenberger, Prof. Dr. Ing. Wilhelm, Leoben.
- Einecke, Bergwerksdir. Dr., mit Begleitperson, Weilburg/Lahn, D. R.
- Eisenstuck, Vizepräsident, Direktor Rudolf, Wien.
- Emmerling, Ing. Emil, Kaisersberg, Post St. Stefan ob Leoben.
- Erhard, Hofrat Dr. Ing. e. h. L., Wien.
- Faller, Dipl. Berging. Berginsp. Eugen, mit Frau, Varpalota, Veszprémer Kom., Ungarn.
- Farnik, Ing. Josef, Zagreb, Jugoslawien.
- Felmayer, Bergdir. Ing. Karl, Ratten Stmk.
- Felser, Geologe Dr. phil. Oskar, Leoben.
- Ferjancic, Ing. Berging. Erich, Bleiberg ob Villach.
- Ferrand, Dir. Adolf, Wien.
- Feustel, Dir. Ing. Kurt, Bochum/Westfalen.
- Forstner, Ing. Ernst v., Kindberg, Ö. A. M. G.
- Fox, Ing. Hermann, Weiz.
- Franke, Bergrat, Leiter d. Zweigniederlassung Erdöl u. Bohrverwaltung d. Preußischen Bergwerks- u. Hütten A. G., mit Frau, Hannover.
- Frankl, Ing. Heinz, mit Frau, Zistersdorf.
- Frey, Oberinsp. Ing. Arnold, Mähr.-Ostrau.
- Friedrich, Dr. Othmar, Freiberg, Sa.
- Frieser, Berginsp. Ing. Julius, Haberspirk, Č. S. R.
- Frömmel, Ing. Hans, Geboltskirchen, O.-Ö.
- Fugger, Ing. Oskar, Graz.
- Fuglewicz, o. Prof. Ing. Josef, Leoben.
- Futter, Ludwig, Leoben.
- Geisberger, Ing. Karl, St. Kathrein am Hauenstein.
- Georgieff, Insp. d. Bergbauabtlg. Handelsminist. Ing. Krasto, Sofia, Bulgarien.
- Goebel, Ing. Tadeusz, Katowice.
- Goethe, Bergassessor, Essen, D. R.
- Goetz, Bergassessor Dr. Carl, mit Frau, Berlin.
- Gold, Bergwerksdir. Dr.-Ing. Otto, Neukirchen, Amtsh. Borna, Bez. Leipzig.
- Götte, Dr. August, Frankfurt a. M., D. R.
- Graff, Dir. Dr. Erich, mit Frl. Graff, Veitsch, Post Groß-Veitsch.
- Granigg, Prof. Dr. Bartl, Graz, Techn. Hochschule.



- Greger, Ing. Ernst, Wien.  
 Grocholsky, Berginsp. Ing., mit Sohn, Siemancevice, Polen.  
 Gruber, Prof. Dr. O. v., mit Frau, Jena.  
 Grumbrecht, Prof. Dr. Ing. A., Clausthal-Zellerfeld, D. R.  
 Gründer, Doz. Dr.-Ing. habil. Werner, mit Frau, Breslau.  
 Grünsteidl, Doz. Dr., Wien.  
 Gschiel, Hütteninsp. Ing. K., Ferlach, Kärnten.  
 Gstöttner, Oberbergrat a. D. Dr. Adolf, Wien.  
 Günthersberger, Oberinsp. i. R. Ing. J., mit Frau, Teplitz-Schönau.
- Haas**, Ing. Fritz, Seegraben b. Leoben.  
 Haase, Betriebsleiter Ing. Rudolf, Schottwien am Semmering.  
 Haberer, Ministerialrat Dr. jur. Ludwig, Wien.  
 Haerdtl, Dir. a. D. Dr.-Ing. Theodor, Mähr.-Ostrau, Č. S. R.  
 Haiduk, Berghauptmann w. Hofrat Ing. Karl, Leoben.  
 Haiek, Ing. Anton, Wien.  
 Haimberger, Dr. Ing. Paul, Mor. Ostrava.  
 Hauck, Techn. Dir. d. Schoeller Bleckmann Stahlwerke A. G. Ing. Julius, mit Frau, Ternitz a. d. Südbahn, N.-Ö.  
 Haußmann, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Ing. e. h. Dr. mont. h. c., Schwäb.-Gmünd.  
 Heinrich, Bergdir. Ing. August, mit 1 Begleitperson, Ljubljana, Jugoslawien.  
 Heißler, Präsident der Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerks A. G. Hofrat Ing. Franz, Linz.  
 Heitzendorfer, Ing. Josef, Vöcklabruck.  
 Henning, Ing. Sam. Codlea, Jud. Brasov, „Concordia Grube“, Rumänien.  
 Herczegh, Bergdir. Dr. J., Budapest.  
 Hermann, Bergdir. i. R., Nikolaus, Leoben.  
 Herzer, Ing. Karl, Wien.  
 Hießleitner, Dr. Ing. Gustav, Graz.  
 Hildebrand, Ingenieurkonsulent Berginsp. Fabriksdir. a. D. Ing. Emme, Linz a. D.  
 Hintze, Hofrat Ing. Fritz, Hallein, Saline.  
 Hirsch, Ing. Mano, mit Frau, Zistersdorf bei Wien.  
 Hlouschek, Bergverwalter Dr. mont. Ing. Franz, Seegraben b. Leoben.  
 Hochstetter, Dr. mont. Ing. Carl, mit Frau, Hall i. Tirol, Saline.  
 Höfer, Bergdir. Ing. Hans v. Heimhalt, mit Begleitperson, Slezska Ostrava, Č. S. R.  
 Hold, Ing. Hans, Wien.  
 Holler, Bergverwalter Dr. Ing. Herbert, Bleiberg b. Villach.  
 Hölling, Bergassessor Dr. Wilhelm, Berlin.  
 Homann-Herimberg, Minister a. D. Dr. mont. e. h. Emil Frh. v. Geh. Rat, Wien.  
 Homann-Herimberg, Ing. Fritz Frh. v., Wien.  
 Hönig, Priv. Doz. Dr. Ing. Fritz, Groß-Veitsch.  
 Höppner, Bergassessor a. D. Dir. Wilhelm, Düsseldorf.  
 Hornoch, Univ.-Prof. Dr. Anton J., Sopron.  
 Hoschkara, Hütteninsp. d. V. M. A. G. Ing., Groß-Veitsch, Mürztal.  
 Hummel, Sektionschef i. R. Ing. Adolf, Wien.  
 Hussak, Berghauptmann Hofrat Ing. Dr. Albert, Graz.
- Ippen, Ministerialrat Ing. Dr. rer. pol. Paul, Wien.  
 Iwanek, Ing. Hans, Budinscina, Jugoslawien.
- Iwanek, Dir. Ing. Ferdinand, Dziedzice, Kopalnia „Silesia“.
- Jakubetz, Ing. Cyrill, Wien.  
 Jarolimek, Berghauptmann Ing. u. Dr. August, Wr. Neustadt.  
 Jedlicka, Techn. Beamter d. Brown-Boveri A. G. Anton, Graz.  
 Jeller, Hochschulprof. i. R. Hofrat Dr. Rudolf, Leoben.  
 Jericho, Dir. Dr. Ing. Karl, Ahlen i. Westfalen.  
 Jeziorski, Ing. Boris, mit Frau, Goleszow b. Cierczyn, Polen.  
 Jicinsky, Prof. Dr. Ing. Jaroslav, Příbram, Č. S. R.  
 John, Ing. Walter, Wien.  
 Jongmanns, Prof. Dr. Wilhelm, Heerlen, Holland.  
 Jovanovic, Berghauptmann Dr., mit Frau, Zagreb, Jugoslawien.  
 Jurkiewicz, Ing. Johann, Warszawa, Polen.
- Kahler**, Dr. Franz, mit Frau, Klagenfurt.  
 Kahr, Bergdirektor, Ing. Emil, Fohnsdorf.  
 Kaiser, Ing. Josef, Kapfenberg.  
 Kallab, Berghauptmann Dr. Hofrat, Klagenfurt.  
 Kämpf, Regierungsrat Hans, Wien.  
 Karlon, Ing. Hans, Sarajevo, Jugoslawien.  
 Karner, Dr. Ing., mit 3 Begleitpersonen, Göß bei Leoben.  
 Kaupa, Ing. Ed., Mähr.-Ostrau, Č. S. R.  
 Keglowitzsch, Grundbes. Franz, Graz.  
 Kerksieck, Bergreferendar Heinz, Schönebeck (Elbe).  
 Kienzle, Ing. Fritz, mit Frau, Leoben.  
 Kieslinger, Privatdoz. Prof. a. d. Techn. Hochschule, Dr. Alois, Wien.  
 Kirnbauer, Ing. Dr. mont. Franz, Eisenerz.  
 Kirsch, Prof. Dr. Gerhard, Wien.  
 Kissich, Ing. Anton, St. Stefan i. Lav., Kärnten.  
 Kleczkowski, Ing. Stanislav v., mit Frau, Eisenerz.  
 Klein, Dr. Hermann, Donawitz b. Leoben.  
 Klein, Hofrat i. R., Ing. Julius, St. Peter-Freienstein.  
 Klein, Bergwerksdir. Ing. Karl, mit Frau, Penzberg, Oberbayern, D. R.  
 Klinger, Ing. Herbert, mit Frau, Wien.  
 Kmietowicz, Bergwerksdir., Ing. Josef, Myslowice G. Sl.  
 Kobilka, Bergverwalter a. D. Lois, Weißkirchen, Stmk.  
 Koch, Dipl.-Ing. Ernst Otto, Berlin.  
 Kochan, Beh. aut. Bergbauing., Ing. Robert Waltendorf b. Graz.  
 Koderhold, Dipl.-Ing. Peter, Eisenerz.  
 Koestler, Ing. Heinz, Grünbach a. Schneeberg.  
 Köhler, Bergdir. Ing. Rudolf, Teplitz-Schönau, Č. S. R.  
 Kolmayr, Bürgermeister Dr. Anton, Leoben.  
 Kolowrat, Berginsp. Ing. Alois, mit Frau, Wurzmes b. Komotau, Č. S. R.  
 Komp, Ing. Karl, mit Frau, Münchhof, Post Chodau, Č. S. R.  
 Korompay, Ludwig, mit Begleitperson, Varpalota.  
 Kostkiewicz, Ing. Kasimir, Troscianec, Polen.  
 Kotbauer, Ing. Wilibald, mit Frau, Köflach.  
 Kovach, Obering. Dr. Anton v., Ozd, Ungarn.  
 Kozdon, Berging. Ing. Leo, Grünbach a. Schneeberg.  
 Kraeff, Betriebsleiter Ing. Tim, Pernik.  
 Krauß, Zentralmarkscheider i. R. Ing. August, Gleisdorf.  
 Krebs, Bergverwalter Friedrich, mit Frau, Graz.

- Krempl, Oberbergrat i. R. Ing. Anton, St. Peter-Freienstein.
- Krempl, Industrieller Dr. Gustav, mit Ing. Trenkwitz, Leoben.
- Krepler, Hofrat d. Bergbehörde i. R. Ing. Richard Graz.
- Krieger, Oberbergrat Vorstand der Saline Hallstatt Ing. Karl, Hallstatt.
- Kristmann-Dobrzynski, Assistent Ing. Kasimir, Krakow.
- Krstev, Ing. Krstju, Pernik, Bulgarien.
- Krumpholz, Ing. Franz, Teplitz-Schönau.
- Kudlacz, Ing. Emil, Mährisch-Ostrau, Přívož.
- Kühlwein, Bergassessor a. D. Dr.-Ing. Fritz, Bochum.
- Kukuk, Bergassessor a. D. Prof. Dr., Bochum.
- Kupka, Oberinsp. Ing. Richard, mit Frau, Brüx, Č. S. R.
- Kurz, Dir. Ing. Herbert, mit Frau, Scheiblingskirchen.
- Lackenschweiger, Ing. Hans, Seegraben b. Leoben.
- Lange, Verleger Otto, mit Frau, Wien.
- Langecker, Bergdir. Dr.-Ing. F., mit Frau, Hausham, Oberbayern.
- Lanzer, Bergverwalter Ing. Hans, Seegraben b. Leoben.
- Latal, Bergrat Ing. Ela (Frau), Sarajevo, Jugoslawien.
- Lazar, Berginsp. Ing. Bela, mit Frau, Rožnava, Č. S. R.
- Lebiedzki, Dir. Ing. Piotr, Brzeszcze b. Oswiecim, Polen.
- Lechner, Ing. Rudolf, Grünbach a. Schneeberg.
- Leiseder, Ing. Anton, Bad Aussee.
- Lenard, Bergdir., Dipl.-Ing. Karl mit Frau, Kisterenye, Ungarn.
- Lendl, Bergdir. i. R. Bergrat Ing. Moriz, mit Frau und Sohn, Mährisch-Ostrau, Č. S. R.
- Leonhard, Bergwerksdir. Ing. Boleslaw, Radzionkow, Gorny Slask, Polen.
- Lepez, Betriebsleiter Ing. Paul, Altaussee.
- Leschanowsky, Ing. Werner, Dürrenberg b. Hallein.
- Lex, Bergdir. Dr. mont. Walter, Schwarzbach, Böhmerwald, Č. S. R.
- Lidl, Bergrat Ing. Josef v., Maria Lankowitz, Stmk.
- Lindquist, Ing., Stockholm.
- Löbbe, Prokurist Obering., Lünen.
- Loch, Ing. Dr. L., Mayrhofen.
- Locker, Ing. Friedrich, Zlín, Č. S. R.
- Löffler, Bergverwalter Ing. Ernst, Seegraben.
- Loos, Bergdir. i. R. Ing. Josef, Wien.
- Löschnig, Ing. Karl, Seegraben b. Leoben.
- Lotz, Bergrat Prof. Dr. Heinrich, Berlin-Dahlem.
- Luyken, Bergassessor a. D. Dr. Ing. W., mit Frau, Düsseldorf.
- Mader, Vermessungsrat, Privatdoz. a. d. Techn. Hochschule i. Wien Dr., Wien.
- Malzacher, Bergrat Generaldir. Dr. mont. Dr. techn. Ing. Hans, Wien.
- Manger, Obering. Heinrich, Zwickau i. S.
- Martiny, Bergdir. Ing. Hans, Maria Lankowitz.
- Matz, cand. ing. Karl, Leoben.
- Mautner, Ministerialrat Ing. Dr. Fritz, Wien.
- Maximoff, Ing. Emanuel, mit Frau, Staatsgrube Pernik, Bulgarien.
- Mayer, Berginsp. Ing. Anton, Peterswald.
- Mayer, Lektor a. d. Mont. Hochschule Leopold, mit 3 Begleitpersonen, Leoben.
- Mazalan, Ing. Paul, Budapest, Ungarn.
- Meindl, Dir. d. Ö. A. M. G., Dr. G., Wien.
- Meißl, Ing. Hubert, Thomasroith.
- Menzl, Werksdir. d. Ö. A. M. G. Ing. Fritz, Kindberg.
- Metz, Geologe Dr. Karl, Leoben.
- Meyer, Ing. Karl, Neusattl b. Elbogen, Č. S. R.
- Michael, Dr. Ing. Dr. jur. Eugen.
- Mitsche, Prof. Dr., mit Frau, Leoben.
- Modriniak, Obering. Otto, mit Frau, Turn-Teplitz, Č. S. R.
- Moller, Bergrat Ing. Max, Wien.
- Moretti, Ing. Erich, Graz.
- Mosch, Beh. aut. Bergbauing. Dr. Ing. Ernst, mit Frau, Prag.
- Mösenbacher, Ing. Josef, mit Frau, St. Stefan i. Lav., Kärnten.
- Mostowy, Ing. Marjan, Mikołow, Poln.-Schles.
- Motieska, Bergdir., mit Frau, Nandor-Salgotarjan, Ungarn.
- Motzko, Städt. Zentralinsp. Ing. Ludwig, Wien.
- Mücke, Zentraldir. Ing. Gustav, mit Frau, Bratislava.
- Müller, Bergdir. Ing. Alexander, mit Frau Martha Csellar, Frl. Eva Gyürky, Rožnava, Č. S. R.
- Müller, Ing. Leo, Zagreb, Jugoslawien.
- Müller, Prof. Dr. Robert, Leoben.
- Münzer, Bergbaubetriebsleiter Oberbergkommissär Ing. Fritz, Hall i. Tirol.
- Muscolini, Dir. Julius, Wien.
- Musial, Betriebsleiter Ing. Karl, Siersza k. Trzebini, Polen.
- Musil, Zentralmarkscheider Ing. Alois, Brüx.
- Nahlik, Ing. Emil, Zwug, Č. S. R.
- Negrusz, Ing. Apollinarius, mit Tochter, Krakow, Polen.
- Nepustil, Betriebsleiter Ing. Hans, Pöfingbrunn.
- Neubert, Ing. Bergverwalter Josef, mit Frau, Kalkgrub.
- Neuwirth, Dozent Dr. Friedrich, Leoben.
- Neweklowsky, Zentraldir. Carl, Göß b. Leoben.
- Niemczyk, o. Prof. Dr. O., Berlin-Charlottenburg.
- Nowotny, Prof. Ing. Oskar, mit Frau, Krakow, Polen.
- Oberegger, Bergrat Ing., Vorstandsmitglied d. Ö. A. M. G., mit Begleitperson, Wien.
- Obermayr, Dir. Bergrat h. c. Ing. Franz, Linz.
- Olbrich, Berging. Max, mit Frau, Seestadt, Č. S. R.
- Osiceanu, Generaldir. Ing. C., samt Frau und 3 Töchtern, Bukarest.
- Österreichisch-Alpine Montan-Gesellschaft mit 26 Teilnehmern.
- Ostheim, Beh. aut. Ziviling. Ing. Fritz, mit Frau, Graz.
- Ott, Bergdir. Ing. Robert, samt Frau, Grünbach a. Schneeberg.
- Ozanich, Bergwerksdir.-Stellv. Dipl.-Ing. Julius, mit Frau, Pecs, Ungarn.
- Pantó, k. ung. Oberbergrat Desider v., Budapest, Ungarn.
- Panzl, Werksleiter Ing. Siegfried, Rottenmann, Stmk.
- Papp, Kgl. ung., Bergrat Chefgeologe, Dr. Simon mit Frau, Budapest, Ungarn.
- Patteisky, Betriebsleiter, Dr. Ing. Karl, Schlesi-sch-Ostrau, Č. S. R.

- Pehani, o. Prof. Ing. Igo, Ljubljana, Jugoslawien.  
 Peithner, Berginsp. Dr. Ing. Zdenko, Lanz b. Falkenau a. Eger, Böhmen, Č. S. R.  
 Perz, Ing. Dr. mont. Friedrich, Leoben.  
 Peter, Prof. Franz, Buchscheiden i. Kärnten.  
 Petrascheck, Prof. Dr. Ing. e. h. Dr. phil. Wilhelm, mit Frau, Leoben.  
 Petrascheck, Dozent, Dr. W. E. Breslau.  
 Pichler, Gauführer d. V. F. Obering. F. K., Leoben.  
 Pichler, Bergdir. Ing. Richard, Seegraben b. Leoben.  
 Pickl, Oberbergrat Ing. Franz, Wien.  
 Piesch, Berging. Otto, mit Frau, Grünbach a. Schneeberg.  
 Piestrak, Oberbergrat i. R., Ing. Felix, Tarnowskie Gory, Polen.  
 Planinšek, Ing. Stanko, mit Frau, Blagojev Kamen, Pozarevac, Jugoslawien.  
 Planner, Dipl.-Ing. Richard v., mit Frau, Graz.  
 Poech, Ing. Walter, Wien.  
 Poech, Hütten-dir. a. D. Ing. Karl, Leoben.  
 Pohl, Oberbergrat Dir.-Stellv. d. Ö. A. M. G. Robert, mit Frau, Leoben.  
 Poleschinsky, Ing. Raimund, Trofaiach, ob Leoben.  
 Ponesch, Ing. Hubert, mit Frau, Radowentz b. Trautenau.  
 Popelka, Ing. Ottokar, Wien.  
 Pöpperle, Dr. Ing., mit Frau, Altenberg i. Erzgebirge.  
 Posselt, Prof. Dr. R., Leoben.  
 Prager, Fmilt. d. R., Ing. Rudolf, Bruck a. Mur.  
 Pribitzer, Landesrat Friedrich, Graz.  
 Prikel, Dir. d. Grube Boldesti, Ing. Gottfried, Gara Scaeni, Prahova, Rumänien.  
 Pröstler, Assistent Dr. Ing. Leo, Eisenerz.  
 Puh, Vizebürgermeister d. Stadt Leoben, Dir. Josef, Leoben.  
 Pusch, Bergdir. a. D., Ing. Karl mit Ernst Leininger, Mährisch-Ostrau.
- Raabe, Generaldir. d. Schoeller Bleckmann Stahlwerke Paul, Wien.  
 Rademacher, Dipl.-Ing. Felix, Beuthen O/S, D.R.  
 Radoschew, Ing. Radusch, Sofia.  
 Radvan, Ing. Alois, Mährisch-Ostrau, Č. S. R.  
 Raus, Betriebsassistent Ing. Hartmann, Piberstein, Post Lankowitz.  
 Redlich, o. ö. Prof. Dr. Karl, Prag.  
 Reichel, Privatdoz. Dr. Erich, Leoben.  
 Reimoser, Dr. H., Leoben.  
 Reininghaus, Vizepräs. Generalrat, Dr. Peter, Graz.  
 Reisch, Dr.-Ing. Hermann, Groß-Veitsch, Stmk.  
 Repetzki, Bergwerksdir. Bergassessor a. D. Dr.-Ing. Kurt, mit Frau, Hindenburg O/S, D. R.  
 Ressel, Ing. Erich, mit Frau, Bad Ischl.  
 Richter, Berg- u. Hüttening. Dr.-Ing. Ludwig, Donawitz.  
 Richter, Ing. Wilhelm, Seegraben b. Leoben.  
 Rindler, Assistent Ing. Hans, Leoben.  
 Rissel, Sektionschef Ing. Viktor, Wien.  
 Rochelt, Ministerialrat Ing. Alfred, Wien.  
 Rochelt, Bergrat u. Obervermessungsrat Ing. Franz, mit Frau, Wien.  
 Roehle, Dir. Ing. Fritz, mit Frau, Wien.  
 Rohn, Bergbaubetriebsleiter Ing. Zeno, Veitsch im Mürtal.  
 Rohr, Berginsp, Dipl.-Ing. Frh. v. Rudolf, Budapest.
- Romanu, Ing. Dr. jur. Herbert, mit Frau, Graz.  
 Ronge, Ing. Wilhelm, mit Frau, Falkenau a. d. Eger, Č. S. R.  
 Roos, Bergdir. Dipl.-Ing. Eduard, mit Frau, Wald, Stmk.  
 Roßbach, Ing. Hermann, Neusattl, Bez. Elbogen, Č. S. R.  
 Rossipal, Betriebsleiter Erich, Aumühl b. Kindberg.  
 Rost, Rudolf, c/o Fa. Rudolf & August Rost, mit Frau, Wien.  
 Roth, Kgl. ung. Oberbergrat Zentralbergwerksdir. Dipl.-Ing. Florian, Salgotarjan.  
 Roth v. Telegd, Kgl. ung. Ministerialrat Prof. Dr. Karl, Budapest.  
 Rotky, Sektionschef i. R. Ing. Otto, Wien.  
 Rottenbacher, Bergdir. a. D. Ing. Josef, Kirchberg.  
 Rottenbacher, Ing. Walter, mit Frau, Peru, S. A. Shelby, Mines de Huaron.  
 Rotter, Südhüttenbetriebsleiter Bergoberkommissär Ing. Julius, Ebensee.  
 Rottleuthner, Berghauptmann i. R. Hofrat Ing. Hugo, Graz.  
 Rozycki, Ing. Gustav, mit Frau, Katowice, Polen.  
 Ruschowy, Ing. Alfred, Wien.
- Sahliger, Betriebsleiter Dr.-Ing. Raimund, Horni Sucha, Č. S. R.  
 Santarius, Ing. Gustav, Leoben.  
 Santo-Passo, Ministerialrat i. R. Dr. Otto, Hall i. Tirol.  
 Satran, Ing. Eduard, mit Frau, Zenica.  
 Sauer, Ing. Hans, Madrid, dzt. Mitterndorf steir. Salzkammergut.  
 Šebela, Generaldir. Dr. mont. h. c. Ing. Eduard, mit Tochter Milada, Mährisch-Ostrau, Č. S. R.  
 Seelmeier, Dr. Hans, Peggau b. Graz.  
 Semoff, Berging. Betriebsleiter Marin, Pernik, Staatsgruben, Bulgarien.  
 Setkowicz, Ing. Paul, Rypne ad Rozniatow, Polen.  
 Seyfert, Obering. Walter, Duisburg, D. R.  
 Siegert, Prokurist d. Elin A. G. Ing. Hans, Wien.  
 Sik, Ing. L. Zs., Wien.  
 Simon, Dipl. Berging. Dir. Dr.-Ing. Arthur, Beuthen O/S.  
 Sitzentrey, Dir. Josef, Mährisch-Ostrau, Č. S. R.  
 Sixt, Schweifing. Ing. Bruno, Klosterneuburg b. Wien.  
 Sixt, Zentraldir. i. R. Ing. Hans, Wien.  
 Skarabella, Oberberging. Ing. Emerich, mit Frau, Zwodau b. Falkenau a. Eger.  
 Skoczylas, Prof. Ing. Stanislaw, Krakow, Polen.  
 Skutl, Dr.-Ing. Viktor, Leoben.  
 Soltynski, Techn. Dir. Ing. Kazimierz, Rypne, Polen.  
 Sommeregger, Ing. Viktor, Fohnsdorf.  
 Sommermeier, Geologe Dr. L., mit Frau, Hodonín, Č. S. R.  
 Spackeler, Prof. Dr. Ing., Breslau.  
 Spassoff, Generaldir. Ing. Alexander, mit Frau, Pernik, Bulgarien.  
 Schab, Ing. Andreas, Zvecan, Jugoslawien.  
 Schäfer, Oberberging. Ing. Wilhelm, mit Frau und Tochter, Bruch, Böhmen.  
 Schauburger, Dir. Ing. S., mit Frau, Karlsbad, Č. S. R.  
 Schermer, Obering. Erwin, Donawitz.

- Scheuble, Prof. Privatdoz. Ing. u. Dr. phil. Hugo, Leoben.
- Schlicher, Werksdir. Ing. Karl, mit Frau, Zeltweg.
- Schimitzsek, Bergrat Ing. Anton, mit Frau, Krakow, Polen.
- Schindler, Ing. Alfred, Waltendorf b. Graz.
- Schistek, Ing. Georg, Wien.
- Schlattmann, Oberberghauptmann, Berlin.
- Schlittermann, Ing. Kurt, Wasendorf b. Judenburg, Stmk.
- Schloffer, Ing. G., Österr. Brown-Boveri-Werke, Wien.
- Schlüter, Berghauptmann i. R. Dr. jur. Wilhelm, Bonn.
- Schmatz, Werksdir. Ing. Richard, mit Frau und 2 Töchtern, Krieglach, Mürztal.
- Schmidt, Kgl. ung. Oberbergrat Bergwerksdir. Dr. mont. Alexander, Dorog, Kom. Estergom.
- Schmidt, Ing. Dr. Eligius Robert, Budapest.
- Schmidt, Oberberginsp. Ing. Ernst, Königswarth b. Falkenau, Č. S. R.
- Schmidt, Ing. Hans, Voitsberg.
- Schnabegger, Rechtsanwalt Berging. Dr. Fritz, Graz.
- Schneider, Dir. d. Elin A. G. Ing. Georg, Graz.
- Schöberl, Ing. Eugen, Varazdin, Jugoslawien.
- Schoeller, Gewerke, Präsident des Verbandes der Berg- u. Hüttenwerke Phillip v., Wien.
- Scholz, Ing. Bruno, Helgoland, D. R.
- Schönauer, Ing. Robert, Bruck a. Mur.
- Schönherr, Ministerialrat Dr. Alois, Wien.
- Schraml, Prof. Ing. Franz, Leoben.
- Schultze-Rhonhof, Bergassessor Dir. H., Gelsenkirchen.
- Schulz, Prof. Dr.-Ing. Ernst Hermann, Dortmund.
- Schwarz, Bergverwalter Ing. Fritz, Münzenberg b. Leoben.
- Schwarz, Techn. Rat Ing. Robert, mit Sohn, Wien.
- Schwinner, Prof. Dr. R., Graz.
- Stadler-Wolfersgrün, Sektionschef i. R. Ing. Max, Wien.
- Stadnikiewicz, Generaldir. Ing. Tadeusz, Katowice, Polen.
- Stanek, Dir. Ing. Rudolf, Wien.
- Stefe, Ing. Franz, Trbolje, Jugoslawien.
- Steiner, Dipl.-Ing. Hans, Wien.
- Stern-Rainer, Fachschriftsteller Ing. Ludwig, Wien.
- Steyrer, Dir. d. Gewerkschaft Raky-Danubia Franz, Wien.
- Stipanits, Berginsp. Dr. mont. Ing. Moriz, mit Frau und Fr. Gerda Merler, Schles.-Ostrau, Č. S. R.
- Stipanits, Berginsp. Ing. Othmar, mit Frau, Mähr.-Ostrau, Č. S. R.
- Straten, Ing. Friedrich van der, Leoben.
- Stratmann, Markscheider, Duisburg-Hamborn, D. R.
- Streintz, Sektionschef Dr. Max, mit Frau und Frau Rose v. Arlt, Wien.
- Tausch, Ing. Karl, Grünbach a. Schneeberg.
- Tenschert, Dir. Ing. Herbert, mit Frau und Sohn, Schatzlar, Č. S. R.
- Tenschert, Ing. Raimund, mit Frau, Buchscheiden b. Feldkirchen, Kärnten.
- Tenschert, Österr. Konsul Ing. Walter, Katowice, Polen.
- Teppner, Dr. Wilfried v., Graz.
- Theurer, Ing. Josef, Mähr.-Ostrau.
- Thien, Dir. Ing. Karl, Weiz.
- Thim, Berginsp. Ing. Karl, Wolfsegg.
- Tibold, Berginsp. Ing. Dragutin, Sarajevo.
- Titz, Dipl.-Ing. Obering. Robert, mit Frau, Katowice, Polen.
- Tiuka, Dir. Ing. Leo, mit Frau, Wien.
- Tomaides, Ing. Dr. jur. J., Wien.
- Treka, Bergdir. Ing. Josef, Ilz, Stmk.
- Trenczak, Generaldir. Dipl.-Ing. L. F., mit Frau, Kroisbach b. Graz.
- Trojan, Berginsp. Ing. F., mit Frau, Seegraben b. Leoben.
- Truschka, Berginsp. a. D. Ing. Alois, Dux, Č. S. R.
- Tschernig, Dr. Ing. Emil, Bleiberg ob Villach, Kärnten.
- Tschuschner, Ing. Heinz, Grünbach a. Schneeberg.
- Ultscher, Ing. Guido, Wien.
- Ungar, Verwaltungsrat Industrieller Felix, Wien.
- Unterrainer, Prokurist Ing. G., mit Herrn cand. ing. B. Tarmann, Prag.
- Unterrichter, Dipl. Berging. Ludwig Frh. v., Köflach.
- Urban, Generalsekretär d. Intern. Erdölunion Hans, mit Frau, Wien.
- Velsen v., Oberbergrat a. D., Berlin-Zehlendorf.
- Verga, Berging. Dr. Hugo de, Wien.
- Vetters, Bergrat Dr. Hermann, Wien.
- Vizer, Kgl. ung. Oberbergrat Generaldir. d. U. K. K. Ing. Wilhelm, Budapest.
- Vogl, Ing. Fritz, Ratiskovice bei Hodonín (Dul), Č. S. R.
- Vogl, Hüttenbetriebsleiter Ing. Herwig, Hallstatt, Saline.
- Voglsang, Betriebsleiter, Ing. mit Frau, St. Stefan i. Lav., Kärnten.
- Volny, Dir. Ing. Jan, mit Frau, Hodonín, Č. S. R.
- Wacha, Berginsp. Ing. Rudolf, mit Frau, Voitsberg.
- Wachlowski, Generaldir. Ing. Kamil, Jaworzno, Polen.
- Waclawik, Oberbergrat Ing. Michael, Wieliczka, Polen.
- Wagner, Bergassessor Bergdir. Dr. Ing., Bedburg b. Köln.
- Walter, Berginsp. Ing. Christof, mit Frau, Zieditz a. Eger, Č. S. R.
- Walter, Dipl.-Ing. Karl, mit Frau, Berlin-Dahlem.
- Walzel, Rektor der Mont. Hochschule Prof. Dr. mont. Richard, mit Frau, Leoben.
- Wassileff, Abteilungschef im Handelsministerium Ing. Georg N., mit Frau, Sofia, Bulgarien.
- Weidenhoffer, Bundesminister a. D. Dr. Emanuel, Wien.
- Weinberger, Dir. Ing. Hugo, Wien.
- Weiskopf, Ing. Rudolf, Mähr.-Ostrau.
- Weithofer, Geh. Rat Generaldir. i. R. Dr. phil. Dr. mont. e. h. Dr. Ing. e. h., München.
- Weitzer, Geschäftsführer Dr. jur. Paul, Bruck a. Mur.
- Wellhofer, Dr. B., Pocking, Niederbayern.
- Welser, Ing. Hans, St. Kathrein a. Lg. b. Bruck a. Mur.
- Wennerscheid, Dipl.-Ing. L., mit Frau Rütther, Berlin.

- Wenzel, Dipl.-Berging. Herry, Wien.
- Wernicke, Leiter d. Ministerialabteilung f. Berg- u. Hüttenwesen i. sächs. Ministerium f. Wirtschaft u. Arbeit Regierungsbergat Dr. Friedrich, Dresden.
- Weyringer, Ing. Heinz, Seegraben b. Leoben.
- Widlarz, Grubenwerksdir. Ing. Tadeusz, mit Frau und Tochter, Laziska Srednie, Polen.
- Wiedemann, Ing. Gustav, Klostergrab, Č. S. R.
- Wieden, Berginsp. Ing. Arthur, Ampflwang, O.-Ö.
- Winkhaus, Bergassessor a. D. Dr. H., mit Frau, Düsseldorf.
- Winnacker, Oberberghauptmann i. R. Dr. Ing. E., mit Frau, Berlin-Dahlem.
- Winter, Ing. Karl, Fohnsdorf.
- Witte, Oberbergrat i. R. Martin, Breslau.
- Wolf, Bürgermeister d. Stadt Klagenfurt Adolf, Klagenfurt, Kärnten.
- Wolfbauer, Ing. e. h. Leo, Leitendorf b. Leoben.
- Wölwich, Berghauptmann Ing. Alois, Hall i. Tirol.
- Worsche, Ing. Karl, Petrovce kod Celje, Jugoslawien.
- Wörz, Ing. Josef, Thomasroith, O.-Ö.
- Wunder, Ing. Oswald, Mähr.-Ostrau, Č. S. R.
- Wurzinger, Beh. aut. Bergbauing. Ing. Hans, Innsbruck.
- Zadra, Bergdir. Ing. Josef, Karvinna, Č. S. R.
- Zankl, Ing. Dr. Rudolf, mit Frau, Mor. Ostrava.
- Zechenter, Berginsp. u. Produzent, Ing. Jaworzno via Szakowa, Malopolska.
- Zechner, Berginsp. a. D. Dozent Ing. Hans, Leoben.
- Zieher, Dr., Jena.
- Zotter, Rektor d. Techn. Hochschule Graz Prof. Dr. Friedrich, Graz.

## Festvorträge

### Österreichs Bergbau seit dem Weltkrieg

Professor Dr. **Wilhelm Petrascheck**

führte aus: An dem festlichen Tage des Wiedersehens zahlreicher alter Leobener aus nah und fern und des Wiedersehens mit ebenso zahlreichen Berufskollegen und Freunden des Auslandes geziemt es uns, vor einer breiten Öffentlichkeit einen Blick auf Österreichs Bergbau zu werfen, und zwar zunächst darauf, wie der Bergmann die Schätze, die die Natur im heimatlichen Boden darbietet, betreut hat.

Als die Grenzen des neuen Österreich erkennbar wurden, war Kohle die erste Sorge. Nicht deutlicher kann man die Schwäche unserer Kohlenbasis erkennbar machen, als durch Hinweis auf die Vergangenheit. In den vier Jahrzehnten der Entwicklung der Dampfmaschine, die dem Kriege vorangingen, stieg die Produktion der uns genommenen Kohlenreviere auf das Zehnfache, während die uns verbliebenen Kohlenreviere sie im günstigsten Falle kaum verdoppelten.

Die Hoffnungen, die von mancher Seite auf die Steinkohlen unserer Alpen gesetzt wurden, schwanden mehr und mehr, teils wegen der Absätzigkeit der Lager, teils wegen der Qualität. Die Lunzer Kohlen sind allzusehr mit ihren Mitteln verknüpft und die Liaskohle von Ederlehn bei Waidhofen war zwar die beste und schönste Kohle Österreichs, aber man kam aus den Störungen nicht heraus. So blieb das Grünbacher Steinkohlenwerk das einzige beachtliche Vorkommen, und nur kühner Wagemut könnte es über die sichtbaren Grenzen erweitern.

Dem Braunkohlenbergbau erbrachten die Schurfarbeiten je ein paar Millionen Tonnen Zuwachs im Hausruck, an der Salzach, im Statzendorfer Revier, in der Gegend von Retz, im Wieser Revier und im Burgenland bei Tauchen. Nichts davon aber war grundsätzlich neu. Immer war das nur eine Feststellung dessen, was ohnedies zu ahnen war. Alles in allem war dieser Zuwachs kleiner als der Abbau. Schon das ist kein befriedigender Zustand, denn die Mehrzahl der Länder findet heute immer noch mehr, als sie verzehrt. Wenn man aber bedenkt, daß von den drei größeren Werken, die zusammen 83% der guten Kohle Österreichs liefern, zwei noch vor den Augen der Mehrzahl hier unter uns absterben werden, so sollte man meinen, daß ein so nahes Ende ein Anreiz sein sollte, nach guter Kohle zu suchen, wo es überhaupt nur möglich ist. Statt dessen ruht die Schurfarbeit auf Kohle seit zehn Jahren fast ganz. Es ist richtig, die Aufgabe ist riskant. Hoffen wir aber, daß die Wartezeit auch ihr Gutes hatte, daß es der Tiefbohrtechnik inzwischen gelungen ist, die Kosten herabzumindern, und vielleicht kann auch die Entwicklung der statischen Schweremesser uns etwas behilflich sein, wenn ich auch wohl weiß, daß solche Hoffnung gegen die Schulweisheit ist. Aber daran möge man denken, Förderung des Inlandkohlenverbrauchs ist rationell, wenn man unsere niederwertige Kohle marktfähiger macht, alles andere ist Zwang oder ein Vergehen gegen die nächste Generation.

Die Erschließung des Öls von Zistersdorf ist ein Verdienst österreichischer Geologen, wenn auch Hugo von Böckh sofort an Zistersdorf dachte, als er bei Lundenburg das erste Öl erbohrte. Ich nehme aber an, daß Herr Friedl, der leider seinen Vortrag abgesagt hat und dem das fachliche Hauptverdienst um die Erschließung zukommt, doch zugeben wird, daß ihm die Techniker geholfen haben dadurch, daß die Vorarbeiten und die Boh-

rungen so durchgeführt wurden, wie der Geologe es brauchte. Die Zeiten sind vorüber, wo sogenannte Praktiker sagten, ich brauche von meinem Bohrloch Öl oder Kohle, alles andere ist Nebensache und gebe ich dafür kein Geld aus. Eine Tiefbohrung ist derart kostspielig, daß man von ihr die erschöpfendste Auskunft über das Erdinnere verlangen muß. Erfreulich ist überdies, daß nunmehr auch in Zistersdorf rationelle Produktionsmethoden Eingang gefunden haben. Ölfelder mißt man bekanntlich nicht nach Waggons pro Tag, sondern nach Waggons pro Hektar. Wenn einmal diese Zahlen genannt werden, wird man wissen, ob Österreich besser daran ist als unser Nachbarland.

Eisen für immerdar. Das Wort der Legende bewährt sich. Heute weiß man, daß das Erz des Erzberges bis auf das Niveau von Hieflau hinuntergeht. Das ist von grundsätzlicher Wichtigkeit und eröffnet auch für andere Eisenlager unserer Alpen die Möglichkeit großer Bauhöhe und wegen der Verwandtschaft auch für die Magnesite.

Der Verlust der wichtigsten Blei- und Zinkbergbaue war der Anlaß zu mannigfachen Schürfungen, die aber kein gutes Resultat erbrachten. Immerhin scheint weder im Gebiete des Drauzuges in Kärnten noch im nördlichen Karwendel das letzte Wort gesprochen zu sein. Dahingegen wurden im uralten Bleiberger Revier unter seiner neuen Leitung wesentliche Fortschritte erzielt. Dr. Ing. Holler gelang es, die geologischen Gesetzmäßigkeiten der Vererzung zu erkennen. Der Effekt war eine 30- bis 50%ige Ersparnis an Ausrichtungskosten, die bei 7000 bis 10.000 m jährlich in hartem Kalkstein beträchtlich ins Geld gehen.

Betrüblich sieht es mit dem Kupferbergbau aus. Kaum nennenswerte Überreste bestehen noch. Es war tragisch, daß der Bergbau auf der Mitterberger Alpe gerade zu der Zeit eingestellt wurde, als das zur Neige gegangene Erz wiedergefunden war, als die Fortsetzung des Ganges in unbekannter, aber möglicherweise auch ansehnlicher Ausdehnung mit dem alten Metallgehalt wieder erschlossen worden war. Wären alle Kupferbergbaue der Erde, die 1932 ohne Ertrag waren, eingestellt worden, so hätten wir heute nur mehr Altmetall.

Ein tatkräftiger Anlauf zur Wiederbelebung des Goldbergbaues in den Hohen Tauern geriet ins Stocken. Er brachte den Nachweis, daß auch in der Tiefe die Gänge noch edel sind. Heute wird viel Druckerschwärze für die Frage verbraucht und Dinge sind kontrovers, die eigentlich nicht kontrovers sein können. Ob nun aber der Gehalt der Erze am Naßfeld über oder unter 10 g/t ist, eines ist sicher, bei kleinem Durchsatz lohnen solche Gänge nicht. Man hat dem Bergbau den schlechtesten Dienst erwiesen, als man ihn in der letzten Betriebsphase zum Abbau der erschlossenen Erze nötigte, statt ihm zu sagen, er solle erst einmal zeigen, wieviel Erz da ist. Anderen Ortes den Versuch erneut zu beginnen, der schon am Naßfeld am weitesten vorgeschritten ist, dürfte wohl weniger ratsam sein. Tatsächlich goldführende Berge hatte man zu der Zeit, als unzuverlässige Analysen in verschiedenen Ländern die Schürfer irritierten, zu Pusterwald in Obersteiermark erwartet. Sie reduzierten sich auf Gänge vom Typus der Tauerngänge und einen tatsächlich goldhaltigen Amphibolit, dessen Goldgehalt aber in seinen Kieseinsprengungen steckt.

Auch das Naßfeld zeigt große Bauhöhe. Gleiches lehrt Bleiberg. Vom Eisen wurde das schon erwähnt. Es ist eine Erkenntnis des letzten Jahrzehnts, daß wir alte und junge Erze in unseren Alpen zu unterscheiden haben. Jung sind jene, die erst entstanden, als der Bau der Alpen in seinen großen Zügen bereits fertig war. Unschwer sind beide zu erkennen, und manche Forscher bestätigten diese Auffassung. Jung ist nach dieser Deutung die große Mehrzahl unserer Erze. Sie halten weiter an, als es der verwickelte Bau unseres Gebirges erwarten ließ.

Was wir über sonstige Metalle, wie Antimon, Quecksilber oder da und dort aufscheinendes Nickel wissen, ist nicht umfangreicher geworden. Vielleicht aber lohnt es gewissen, armen Eisenerzen, die Stahlveredler, wie Mangan, Chrom, wahrscheinlich auch Nickel, enthalten, mit Rücksicht auf das modernisierte Rennverfahren Aufmerksamkeit zu schenken, zumal sie sehr günstig liegen.

Manchen Erfolg brachte hingegen der Bergbau auf nutzbare Minerale und Gesteine. Kristalliner Magnesit hat aufgehört, eine österreichische Spezialität zu sein. Verschiedene neue Vorkommen wurden auch bei uns entdeckt, von denen einzelne wirklich groß sind, wie Schürfungen dargetan haben. Auch die beiden bekanntesten Lager sind einander ebenbürtig in der Größe. Sicher ist, daß unsere Produktion vervielfacht werden könnte. Was für die Magnesitproduktion gilt, gilt auch für die Graphitproduktion. Es ist wenig bekannt, daß ein in der Nachkriegszeit in Niederösterreich erschlossenes Lager zu den größten Europas gehört, bei hervorragender Qualität. Auch an Gips haben wir Überfluß, und das größte Vorkommen, das in Salzburg liegt, wird in nur sehr bescheidenem Umfang trotz sehr guter Qualität ausgebeutet. Vor drei Jahren waren aktivierbare Tone zur Herstellung von Bleicherde ein aktuelles Problem, weil die bisherigen Rohstofflieferungen eingestellt wurden. Einer von hier aus ergangenen Anregung folgend, war bald gleichwertiges Material in der Steiermark gefunden worden, und alle Importe von Rohton solcher Art konnten eingestellt werden. Die Lager sind derart ausgedehnt, daß unschwer auch Rohmaterial exportiert werden könnte. Polierschiefer, Mikroasbest und Kaolin sind Minerale, die erst in der Nachkriegszeit in Angriff genommen wurden. Die nicht unbeträchtlichen Lager liefern eine ansehnliche Produktion, die zum Teil auch ins Ausland geht. Weit anhaltende Gänge schön weißen Schwerspats wurden nächst Kitzbühel erschlossen. Überraschend war Schadlers Entdeckung von ausgedehnten Phosphatvorkommen in Oberösterreich. Vom privatwirtschaftlichen Standpunkt aus ist die Verwertung noch ein Problem vor allem der Aufbereitung. Das österreichische Reinphosphat hat 25%  $P_2O_5$ , und 23% gelten in Marokko als wertlos. Zwei Prozent und der Frachtvorsprung sollen das noch zu findende Aufbereitungsverfahren, den Abraum und andere Kosten decken.

Ich kann mich nicht in Einzelheiten verlieren. Reich ist unser Boden nur in mancher Hinsicht. Was ihm abgerungen werden kann, erfordert Geschick und Können, zähen Willen und Kapital für den Anfang. Wissenschaft und Technik, Bergmann und Naturforscher waren bemüht, unsere Rohstoffbasis zu verbreitern. Verschiedenes ist gelungen und spornt zu weiteren Versuchen an.

#### Oberberggrat Ing. **Robert Pohl:**

Wenn ich über den österreichischen Bergbau seit dem Weltkrieg sprechen soll, so kann dies infolge der Kürze der Zeit wohl nur im Eilzugstempo geschehen, und trotzdem muß ich da doch wenigstens mit einigen Worten auf die Vorgeschichte zu dieser Zeit, somit auf die Weltkriegszeit selbst, eingehen. Dies deshalb, weil ja der österreichische Bergbau mit dem Abschlusse des Weltkriegs ein völlig anderes Bild angenommen hat, da gerade die größten Produktionsstätten in Wegfall gekommen, einige wieder neu erstanden sind. Früher besaß Österreich beachtenswerte Braunkohlenfelder, südlich des Erzgebirges, im nördlichen Böhmen und die Steinkohlenbergbaue an der mährisch-schlesischen Grenze sowie im westlichen Teil von Galizien. Ferner besaß es Gold, Silber- und Bleibergbaue und den vielgenannten Uranpechblendebergbau in St. Joachimsthal in Böhmen, Blei- und Zinkbergbaue in Kärnten, an der Grenze gegen Italien, den weltbekannten Quecksilberbergbau in Idria in Krain sowie eine Reihe von Bergbauen auf verschiedene Erze im Sudetenland und in den Alpen, welche nach dem Krieg an die umliegenden Staaten gefallen sind. Wenn ich sage, daß der österreichische Bergbau im Krieg Großes vollbracht hat, so denke ich da in erster Linie an die Kohle, die von Anfang des Krieges an knapp wurde. Die damalige Regierung hat diese Entwicklung sofort erkannt und war daher bestrebt, den inländischen Kohlenbergbau in jeder Beziehung zu fördern und durch eine planmäßige Verteilung der verfügbaren Kohlenmengen der Kohlennot in den wichtigsten Wirtschaftsbetrieben und im Haushalt zu steuern. Man kann wohl mit Fug und Recht sagen, daß sie innerhalb der Grenzen der Möglichkeit dieses Ziel auch erreicht hat.



Auch den Erzbergbauen waren hauptsächlich von der Munitionsindustrie große Aufgaben gestellt worden. Die Produktion der meisten Erzbergbaue, insbesondere jener, die Eisen-, Kupfer-, Blei-, Antimonerz lieferten, mußte forciert und alte, längst aufgelassene Gruben auf die gleichen Erze und auf Wolfram, Chrom, Schwefelkies usw. mußten wieder eröffnet werden.

Der Ausgang des Krieges, oder vielmehr der Friedensvertrag, machte aus dem 29-Millionen- ein 6-Millionen-Österreich. Die größten Bergbaureviere waren an die umliegenden Staaten gefallen und nur einige Bergbaue, die, mit Ausnahme des steirischen Erzbergs, nur gering an Umfang waren, waren übrig geblieben. Der Bergarbeiterstand von 150.000 Mann vor dem Krieg ist nach dem Krieg auf 20.000 gesunken.

Der Steinkohlenbergbau beschränkt sich heute lediglich nur mehr auf den Bergbau Grünbach am Schneeberg in Niederösterreich und kleine Betriebe in den Lunzer Schichten, welche aber immer nur von lokaler Bedeutung waren und bleiben konnten. Von viel weittragenderer Bedeutung ist der Braunkohlenbergbau, da die im Innern des Reiches, hauptsächlich in Oberösterreich, Steiermark und Kärnten gelegenen Braunkohlen- und Lignitvorkommen Österreich doch erhalten geblieben sind und die auf ihr basierenden Bergbaubetriebe ihre Förderungen beibehalten, ja zum Teil auch steigern konnten. Die Nachkriegsregierungen haben, einerseits schon mit Rücksicht auf die Devisenbewirtschaftung, andererseits zwecks Unterbringung von Arbeitslosen, den inländischen Kohlenbergbau in der weitgehendsten Weise gefördert, indem sie die Einfuhr von Kohle aus dem Ausland, soweit es der Verwendungszweck gestattete, einschränkten und es schließlich dem Kohlenhandel strikte zur Pflicht machten, zu den Hausbrandkohlenmengen prozentuell bestimmte Beimischungen an Inlandskohle zu geben. Die Beimischungsprozente sind für die verschiedenen Länder verschieden hoch festgesetzt worden und betragen 30% für Wien und 80 bis 90% für Kärnten und Steiermark. Durch diese Maßnahmen gelang es, die österreichische Steinkohlegewinnung von 90.000 auf 250.000 t und die Braunkohlegewinnung von 2,500.000 auf 3,000.000 t im Jahre zu heben. Diese Ziffern sind gegenüber den korrespondierenden Ziffern Altösterreichs von 1,6 Millionen Tonnen Steinkohle und 26 Millionen Tonnen Braunkohle, insbesondere aber gegenüber den Förderziffern des Deutschen Reiches und der anderen kohlenreichen Staaten des Kontinents zwerghaft klein. Die Natur hat aber nun einmal unserem kleinen Österreich nur wenig Kohlenschätze gegeben und hat uns auch mit Qualitätskohle nur sehr schwach bedacht.

Auf die Technik in den Kohlenbergbauen nach dem Krieg eingehend, kann ich nur sagen, daß wir mit den immerhin bescheidenen Mitteln, die uns unsere Gesellschaften in der Zeit der darniederliegenden Wirtschaft zur Verfügung stellen konnten, doch redlich bemüht waren, die Einrichtungen unserer Kohlenruben zu verbessern. Die Wege, die zu diesem Ziele führen sollten, waren gewiß nicht leicht zu finden, weil vor allem die Ablagerungen unserer Kohlenvorkommen zum überwiegenden Teil recht unregelmäßig, die Substanzmengen verhältnismäßig gering und die Kohlenqualitäten schwach sind, so daß sich der Lösung der Aufgabe manche Schwierigkeiten in den Weg stellten.

Wir haben in den Braunkohlenruben an Stelle des früher bestandenen Querbaues weitgehende Schwebendverhiebe eingerichtet, haben zwecks Verbilligung der Erhaltungskosten dahin gestrebt, die Grubengebäude zu verkleinern und legten möglichst lange Abbaue an. Auch schränkten wir den Versatzbau ein und begnügen uns mit Teilversetzen und Feuerabschnitten, legten kleinere, unwirtschaftlich arbeitende Betriebe still und übernahmen die Förderungen auf Förderanlagen, die auf größeren Vorkommen basierten und technisch besser eingerichtet waren. So geschah es auf den oberösterreichischen und steirischen Braunkohlenvorkommen, die doch in Österreich als die größten anzusehen sind.

Ferner wurden auf manchen Kohlenvorkommen wieder zentrale Förderanlagen neu geschaffen, wie in Grünbach (Klausschacht), in Seegraben (Zahlbrucknerschacht) und in Köflach, wo der Alpine-Karlschacht und der Ferdinandschacht der Graz-Köflacher Eisenbahn- und Bergbaugesellschaft untertags durch eine Seilbahn verbunden worden

sind und heute die Kohle beider Anlagen gemeinsam am Karlschacht der Alpine gefördert und auch veredelt wird. Da die Tendenz der Braunkohlengruben wie der einzigen namhaften Steinkohlengrube darauf gerichtet sein muß, Stück- und Würfelkohle zu schaffen, weil diese eine bessere Verwertung ermöglichen, wird eine weitestgehende Schonung der Kohle durch richtige Anlage der Abbaue und womöglich Vermeidung oder Einschränkung des Schießens angestrebt.

Als wichtige Ereignisse auf dem Gebiete des österreichischen Kohlenbergbaues sind zu erwähnen, daß verschiedene Kohlenbergwerke, z. B. Ratten in Steiermark und Tauchen in Niederösterreich, in die Reihe der produktiven Kohlenbergbaue getreten sind. Sie wurden erst in der Nachkriegszeit aufgeföhren und sind mit Rücksicht auf die geringe Wertigkeit der Lignite, die sie fördern, mit bescheidenen Mitteln mit Obertagsanlagen ausgestattet. Hingegen sind wieder die Bergbaubetriebe der Lunzer Schichten im westlichen Niederösterreich zum Großteil zum Erliegen gekommen, weil sie wegen ihrer geringen Flözmächtigkeit sowie wegen Absetzigkeit der Kohlenführung kostspielige Aufschlußarbeiten im tauben Gestein erforderten und ihre frachtliche Lage recht ungünstig war, was sie unrentabel machte. Bedauerlicherweise ist zu Anfang dieser Dekade ein für österreichische Verhältnisse großer Bergbau, das ist der Braunkohlenbergbau der Gemeinde Wien in Zillingsdorf, stillgelegt worden. Die schwache Kohlenqualität (2000 Kal.), schwierige Arbeitsverhältnisse und die günstigen Frachtrelationen der hochwertigen Konkurrenz-Auslandskohlen haben die Gemeinde Wien zu diesem Entschluß gebracht. Außer Zillingsdorf wurden auch noch der Braunkohlenbergbau Göriach bei Kapfenberg aus ähnlichen Gründen stillgelegt. Die Glanzkohlengruben in der Weststeiermark in Steyeregg und Kalkgrub wieder kamen zum Erliegen, weil die ihnen zugewiesenen Grubenfelder erschöpft waren. Um am Markt einen Ersatz für sie zu schaffen, wurde eine neue, vorläufig kleine, jedoch noch weiter ausbaufähige Gewinnungsanlage in Pölfing gebaut.

Wohl hat man bald daran gedacht, die minderwertigen Lignite einer Qualitätsverbesserung zuzuföhren, aber weder Brikettierungs- noch Schwel- und Hydrierungsversuche haben zur Schaffung von Anlagen geführt. Es ist aber gelungen, ein Kohlentrocknungsverfahren mit gutem Erfolg im praktischen Betrieb anzuwenden. Dieses von Professor Dr. Fleißner der Montanistischen Hochschule in Leoben stammende Verfahren besteht darin, daß die Lignitkohle mit gespanntem Dampf von 15 bis 20 Atm. durchwärmt wird. Durch diesen Trocknungsprozeß konnte unter Verhütung des Zerfalls der Kohle der Wassergehalt des Köflacher Lignits von 35 bis 36% auf 15% gesenkt und der Heizwert von 3300 auf 4800 WE gehoben werden. Die einzige in Österreich für dieses Verfahren in Köflach errichtete Anlage hat eine Kapazität von mehr als 1000 t Trockenkohle je Tag.

Wenn wir den Blick auf den Erzbergbau werfen, so nimmt da die Hauptstellung der steirische Erzberg ein, der in der Literatur und den Erzählungen der Besucher schon so oft als einzigartiges Wunder gepriesen worden ist, daß ich dies nicht wiederholen brauche. Leider ist er aber auch tatsächlich das einzige solcher Wunder in unserem Vaterland geblieben und dürfen wir uns nicht der Hoffnung hingeben, daß wir Vorkommen auch nur ähnlicher Bedeutung jemals wieder finden werden.

Die Erzproduktion dieses Bergbaues betrug im Frieden mit 1,8 Millionen Tonnen ungefähr zwei Drittel der Eisenerzproduktion Österreichs und stieg im Kriegsjahr 1916 sogar auf 2,260.000 t an. In der unmittelbaren Nachkriegszeit wurde die Koksbeschaffung schwierig, die Absatzverhältnisse aller eisenverarbeitenden Industrien wurden ungünstig und so fiel die Jahresfördererung in Eisenerz in den Jahren 1919 und 1920 auf 200.000 und 400.000 t, dann trat nach mehreren Schwankungen allmählich eine Besserung ein, die aber erst in den Konjunkturjahren 1928 und 1929 die normalen Förderziffern des Bergbaues Eisenerz wiederbrachte. Diese Besserung war nicht von langer Dauer. Die Drei-Hochofen-Zeit war bald vorüber und wieder sank unser Hüttenbetrieb auf eine Hochofen-anlage zurück. Auch die Fortführung dieses Ofens war sogar eine Zeitlang arg in Frage

gestellt. Eine gründliche Besserung zeigte sich erst im Jahre 1935, da wurde wieder ein zweiter Hochofen angeblasen, und dann ging es mäßig ansteigend weiter, da wir auch Erz nach Deutschland, in die Tschechoslowakei und nach Ungarn verkaufen und endlich im Sommer dieses Jahres sogar den dritten Hochofen anstecken konnten. Dabei stieg noch das Interesse für unsere Erze im Ausland, und wir wurden erfreulicherweise genötigt, die Anspannung des Betriebes am Eisenerzer Erzberg auf die höchste Höhe, die wohl dieses Vorkommen auf längere Zeit gestattet, in die Wege zu leiten. Diese Aufgabe in Ziffern ausgedrückt, war, die Roherzproduktion von fördertäglich 2500 t vorläufig auf 7000 t und vielleicht auch noch auf 8000 t und 10.000 t zu heben. Wäre diese Aufgabe schon in der Friedenszeit keine leichte gewesen, so ist sie es jetzt um so weniger, da das Erzausbringen aus dem Haufwerk des steirischen Erzbergs infolge der Verschiedenartigkeit der Ablagerung in den letzten Jahren von 50 auf 35 und 30% gesunken war und wir daher unseren Blick ganz besonders darauf richten mußten, die zeitraubenden und kostspieligen Massentransporte weitestgehend einzudämmen. Dieses Ziel im Auge wollen wir von der seit Jahrzehnten üblichen Unterteilung des Tagbaues in 12 und 24 m hohe Abbauscheiben abgehen und statt ihnen Abbauorte schaffen, die womöglich auf senkrechte Höhen von 50 m und vielleicht noch mehr gebracht werden sollen.

Wir sind vor allem bestrebt, die horizontale Erstreckung des Erzvorkommens, welches tagbaumäßig verhaun werden soll, besser auszunutzen und die Schwerkraft für die Abförderung des Haufwerkes vorteilhaft auszuwerten. An den einzelnen Abbauorten oder Betriebspunkten wollen wir das mit Bagger gehobene Haufwerk in eigenen Klaubhütten in Erz und Taubgestein scheiden, was bisher in altherkömmlicher Weise unmittelbar am Arbeitsort durch die teuren Hauer mehr oder weniger unkontrolliert besorgt wurde. Die in den Klaubanlagen anfallenden kleineren Kornklassen werden auch gleich an Ort und Stelle aufbereitet werden. Auf diese Weise werden die kostspieligen Transporte des tauben Gesteins vermindert werden. Um die Erzgewinnung auch in der Zeit der schlechten Witterung sicherzustellen, wird der unterirdische Grubenbetrieb ausgedehnt und soll ein Fließabbau, ähnlich jenem, der jetzt in Goslar-Rammelsberg mit Erfolg versucht wurde, eingerichtet werden. Durch diese Maßnahmen werden wir in der Lage sein, die Erzeugung in diesem Jahre bereits auf 7000 bis 8000 t und im Frühjahr des kommenden Jahres im Bedarfsfalle bis auf 10.000 t fördertäglich zu steigern. Ein großes Übel am steirischen Erzberg bestand bisher immer im großen Anfall an Feinerz, welches die erzabnehmenden Hochofenwerke nur in beschränkter Menge verwenden können, weil es im rohen Zustand nur in bescheidenen Mengen zugesetzt werden kann und weil die Sinterung teuer zu stehen kommt. Es muß aber erste Aufgabe des Bergmanns sein, alles aufzuwenden, um der Feinerzbildung so viel als möglich Einhalt zu tun. Ein richtiges Schießen im Abbau einerseits und Auswechslung aller erzzerkleinernden Fördermittel andererseits muß uns verhelfen, zu diesem Ziel zu kommen. Das anfallende Feinerz aber muß einem Anreicherungsprozeß unterworfen werden.

Da nun die in Aussicht genommene und auch in der Öffentlichkeit viel besprochene Forcierung des steirischen Erzbergbetriebs auch bei Fachleuten Bedenken wegen Verkürzung der Lebensdauer dieses für das ganze Land so wertvollen Naturschatzes erweckte, will ich nur kurz erwähnen, daß die durch Bohrungen vor einigen Jahren festgestellten Substanzmengen des Berges auch bei Erreichung und dauerndem Anhalten der vorerwähnten Höchstförderziffer auf mehrere Menschenalter hinreicht, daß wir aber auch jetzt noch daran gehen, durch systematische Schürfungen und Bohrungen weitere Aufschlüsse zu machen.

Neben dem Bergbau Eisenerz ist auch der ebenfalls der Alpine Montangesellschaft gehörige Spateisen-Tiefbau Hüttenberg in Kärnten zu nennen, der auch schon zu Römerzeiten betrieben wurde, dem Eisenerzer Bergbau jedoch an Umfang und zu schätzender Lebensdauer weit nachsteht. Bis zur Jahrhundertwende wurde sein Erz an Ort und Stelle verhüttet, dann wurde die ganze Produktion an fremde Hütten verkauft, und als die Erznachfrage zu Beginn der Dreißigerjahre dieses Jahrhunderts auf Null gesunken war,

wurde der Bergbaubetrieb stillgelegt, um erst vor zwei Jahren wieder aufgenommen zu werden. Die Tageserzeugung schwankte stets zwischen 400 bis 500 t Roherz und steht heute auf der letztgenannten Höhe. Da das Erzvorkommen, auf welches der Bergbau geführt wird, quantitativ nicht von großer Bedeutung und unregelmäßig abgelagert ist, ist die Voraussetzung für einen modernen Großbetrieb nicht nur nicht gegeben, sondern es wurde vielmehr bei der noch als erschwerend hinzukommenden ungünstigen frachtlichen Lage die Wirtschaftlichkeit immer als unsicher angesehen.

Der österreichische Kupfererzbergbau verfügte an und für sich über keine reichen Vorkommen, und infolgedessen litt er auch ganz besonders unter dem Preissturz am Metallmarkt, der im Jahre 1931 eintrat und der auch höchst bedauerlicherweise die Stilllegung der Gruben der Mitterberger Kupfer A. G., die als Hauptrepräsentant des österreichischen Kupfererzbergbaues anzusehen war, zur Folge hatte.

Erfreulicher war die Entwicklung bei dem hauptsächlich durch die Bleiberger Bergwerks-Union vertretenen Blei- und Zinkerzbergbau, der aber auch nach dem Kriege schwere Zeiten mitzumachen hatte. Diese wurden bei der Bleiberger Bergwerks-Union erstens dadurch verursacht, daß die Gesellschaft durch die Grenzziehung nach dem Friedensvertrag den größten Teil ihrer im Mieser Revier gelegenen Erzbasis verloren hatte und somit im neuen Österreich auf die ärmeren Erzmittel im Bleiberger-Kreuter Revier beschränkt war. Die Gesellschaft ging wohl gleich daran, den Bergbaubetrieb zu mechanisieren und die Aufbereitungsbetriebe auszubauen, doch übte die schon erwähnte Krise am Metallmarkt eine sehr üble Wirkung auf den Werkserfolg aus und zwang schließlich die Gesellschaft, im Jahre 1931 ihre Bergbaue stillzulegen. Die Gesellschaft war weiterhin unermüdlich darauf bedacht, einen Plan für die Wiedereröffnung des Betriebes zu entwerfen. Nach diesem sollte eine Absenkung der Gesteungskosten durch Zusammenziehung der Gesamtförderung herbeigeführt werden. Hand in Hand ging eine weitere Mechanisierung des Grubenbetriebes und die Einführung einer zweckmäßigen Schießmethode. Auf diese Weise gelang es der Gesellschaft, in der Gesteung die üble Preiskrise auszugleichen, die Werke wieder lebensfähig zu machen und die Erzeugung im Jahre 1936 wieder auf die Höhe vor der Preiskrise zu heben. Andere kleine Blei- und Zinkerzbergbaue sind allerdings den Folgen der Preiskrise erlegen.

Die Salinenverwaltung hat infolge der Neugestaltung von Österreich die Steinsalz produzierenden Salinen in Galizien und in der Bukowina verloren und verfügt heute nur mehr über die alpinen Salinen, in denen das Salz vorwiegend aus der Salzsole des Haselgebirges gewonnen wird, während die Steinsalzgewinnung nicht von Bedeutung ist. Infolge der Verkleinerung des Staatsgebietes Österreich ist auch der Absatz des Salzmonopols eingeschränkt worden, und die Soleerzeugung ging daher von 7,5 Millionen Hektoliter auf 4,5 Millionen Hektoliter und die Sudsalzerzeugung von 1,7 Millionen Zentner auf 700.000 q zurück. Einerseits infolge normalen Ansteigens des Salzkonsums, andererseits hauptsächlich aber infolge der in den letzten Jahren mit Erfolg eingeleiteten Bemühungen, Salz nach Ungarn und Jugoslawien zu verkaufen, gelang es, die Sudsalzerzeugung im Jahre 1936 bis auf 900.000 q zu steigern.

Die Salinenverwaltung hat aber auch, auf die Zukunft ihrer Betriebe bedacht, ihr Augenmerk auf die Erschließung weiterer Salzlager gelenkt, und als wichtigster Erfolg ist da zu erwähnen, daß am Salzberg bei Hallein durch eine Tiefbohrung ein ungefähr 200 m mächtiges Salzlager angefahren worden ist, dessen Liegendes aber noch nicht erreicht wurde.

Und nun noch ein Wort über den jüngsten Zweig des österreichischen Bergbaues, den Mineralölbergbau, der eigentlich erst durch die Ölfunde bei Zistersdorf, am vielgenannten Steinberg bei Drösing, Bedeutung erlangt hat. Wissenschaft und rühmensewerte private Unternehmungslust vereint, haben dort Großes geleistet. In fünf Jahren wurden dort 14 Sonden niedergebracht und gegen 4000 Zisternen Rohöl wurden gefördert. Ende Mai lieferte das Zistersdorfer Ölfeld täglich 16 Zisternen Öl und die Sonde Rag II allein über 4 Zisternen.

# **Fachvorträge**

Gruppe:

## **Allgemeine Bergbautechnik**

### **Neue Aufgaben der Elektrotechnik im Bergbau**

Von Dr.-Ing. **H. Bohnhoff** VDE, Berlin

Mit 9 Textabbildungen

Wenn in den folgenden Ausführungen über neue Aufgaben der Elektrotechnik im Bergbau berichtet wird, so sollen dabei die rein wirtschaftlichen Vorzüge der Elektrizität gegenüber anderen Energieübertragungsmitteln, die bei ihrer Einführung auch im Bergbau im wesentlichen maßgebend waren, ausscheiden. Vielmehr soll das Augenmerk auf eine Reihe von neuen Möglichkeiten gelenkt werden, die der heutige Stand der Elektrotechnik in technischer Hinsicht bietet, und die im Zusammenhang mit der Entwicklung des modernen Bergbaues gegenüber den rein energiewirtschaftlichen Momenten mehr und mehr in den Vordergrund zu treten beginnen, ja, in Zukunft für den weiteren Fortschritt seiner Technik von entscheidender Bedeutung werden.

Die Betrachtungen sollen sich nach drei Hauptrichtungen erstrecken und die mittels der Elektrizität zu erzielenden Vervollkommnungsmöglichkeiten der Technik aufzeigen, und zwar:

1. hinsichtlich einer gesteigerten Betriebssicherheit auf Großschachtanlagen,
2. einer Verbesserung der Qualität in dem Aufbereitungs- und Veredelungsprozeß des geförderten Rohproduktes und
3. einer Erhöhung der Sicherheit gegenüber den besonderen Gefahren des Bergbaues.

#### **1. Steigerung der Betriebssicherheit**

Die Technik des Bergbaues ist neben den Methoden der eigentlichen Gewinnung schon immer eine Frage der Massenförderung gewesen, insbesondere im Stein- und Braunkohlenbergbau. Im Zuge der Konzentration auch der Bergwerksbetriebe zu ausgesprochenen Großbetrieben ist die Massenförderung jedoch in neuester Zeit immer mehr zum beherrschenden Problem geworden. Abgesehen davon, daß nur die Elektrizität die immer weitläufiger werdende Übertragung und Verteilung der immer größer werdenden Leistungen unter gleichzeitiger Wahrung einer rationellen Energiewirtschaft ermöglicht, ist sie auch in hervorragendem Maß geeignet, die für einen Großbetrieb notwendige Betriebssicherheit in größtem Umfange zu gewährleisten. Die Vermeidung von Störungen bzw. ihre Beschränkung auf den davon betroffenen Betriebsteil nimmt mit wachsender Größe des Betriebes erheblich an Bedeutung zu, ja, sie muß sogar als unbedingte Voraussetzung angesehen werden, da Produktionsausfälle sich in ihrem Ausmaß viel empfindlicher bemerkbar machen als in den früheren, kleineren Einzelbetrieben.

Der Dampfbetrieb gestattete aus wirtschaftlichen Gründen nur die Aufstellung größerer Einzelleistungen, und es lag nahe, zu Beginn der Elektrifizierung die Dampfaggregate einfach durch Elektromotoren gleicher Leistung zu ersetzen. Daher wurden nicht nur bei den ausgesprochenen Einmotorenantrieben, wie beispielsweise Fördermaschinen, Ventilatoren und Wasserhaltungen, sondern auch in den Verarbeitungsstätten, also in den Wäschern und Aufbereitungen, in Kokereien und Brikettfabriken unter Beibehaltung der mechanischen Übertragung mittels Transmissionen zunächst nur Elektromotoren größerer Einzelleistung als Gruppenantriebe verwandt. Erst verhältnismäßig

spät, nämlich im letzten Jahrzehnt, machte man sich grundsätzlich auch im Bergbau die technische und wirtschaftliche Eignung des Elektromotors sowohl für größte als auch für kleinste Antriebsleistungen zunutze, indem man in weitgehendem Maß vom Gruppen-

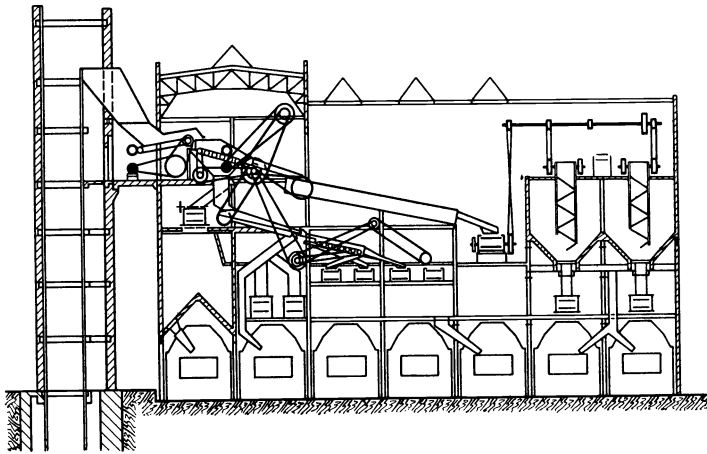


Abb. 1. Veralteter Transmissionsantrieb in einer Steinkohlenaufbereitung

● Antriebsmotor, ○ Schaltgerät

motor gestattet auch durch den Fortfall jeglichen Anlaßgerätes auf einfache Weise die zentrale oder gruppenweise Fernsteuerung der einzelnen Antriebsmotoren, so daß hierdurch eine zeitraubende Bedienung und Überwachung weit auseinanderliegender Antriebe vermieden und eine größere Übersichtlichkeit und damit eine weitere Einschränkung von Störungsmöglichkeiten erreicht wird.

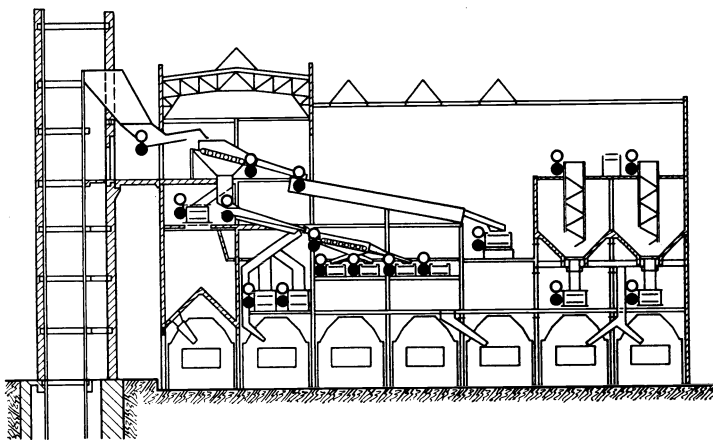


Abb. 2. Elektrischer Einzelantrieb in einer Steinkohlenaufbereitung mit einzeln angeordneten Schaltgeräten für Handbetätigung

● Antriebsmotor, ○ Schaltgerät

kann zudem entweder schnell behoben oder auf einfache Weise durch Parallelwege in den lebenswichtigsten Teilen der Anlage ganz vermieden werden.

Mit der Einführung des Einzelantriebes treten nun neuerdings auch im Bergbau die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der Elektrizität für die selbsttätige Überwachung der Betriebsvorgänge stärker in Erscheinung. Es lassen sich jetzt durch die einfache und genaue Meßbarkeit der Elektrizität hinsichtlich Leistungsbedarf und Energieverbrauch nennenswerte Ersparnisse erzielen; darüber hinaus werden aber auch eine ständige Über-

zum Einzelantrieb übergang und somit den Antriebsmotor möglichst nahe an den technologischen Arbeitsvorgang herabrachte. Die technischen Vorteile des Einzelantriebes liegen vor allem in der großen Übersichtlichkeit und Störungsfreiheit des Betriebes.

Es kommt hinzu, daß der systematische Übergang zum Einzelantrieb Hand in Hand mit der großzügigen Einführung des Kurzschlußläufermotors ging, der nicht nur als der billigste, sondern auch als der betriebsicherste Motor angesprochen werden muß. Der Kurzschlußläufermotor gestattet auch durch den Fortfall jeglichen Anlaßgerätes auf einfache Weise die zentrale oder gruppenweise Fernsteuerung der einzelnen Antriebsmotoren, so daß hierdurch eine zeitraubende Bedienung und Überwachung weit auseinanderliegender Antriebe vermieden und eine größere Übersichtlichkeit und damit eine weitere Einschränkung von Störungsmöglichkeiten erreicht wird.

Die Entwicklung ist aus den drei ersten Abbildungen ersichtlich. Abb. 1 zeigt die Unübersichtlichkeit des Betriebes durch die Transmissionen und die Auswirkungsmöglichkeiten von Störungen. Der Ausfall eines der wenigen großen Antriebsmotoren oder von einzelnen Teilen der Transmission kann jeweils den größten Teil des ganzen Betriebes stilllegen. Demgegenüber wird beim Einzelantrieb, wie er in Abb. 2 dargestellt ist, stets nur ein kleiner Teil der Anlage unmittelbar betroffen. Die Störung

wachung des Belastungs- und Betriebszustandes und damit ein Höchstmaß an Betriebssicherheit gewährleistet sowie wertvolle Einblicke und Anregungen für die weitere Ausgestaltung des technologischen Arbeitsprozesses ermöglicht. Je lebenswichtiger und komplizierter dieser wird, um so mehr macht sich das Bestreben geltend, ihn durch möglichst weitgehende Automatisierung von Bedienungsfehlern und Mangel an Überwachung unabhängig und dadurch in noch höherem Maß störungsfrei zu machen. In dieser Beziehung hat die Elektrotechnik heute den Stand einer großen Vollkommenheit erreicht, so daß kaum eine Forderung noch unerfüllbar ist. Dies bringt der Elektrizität eine große technische Überlegenheit gegenüber allen anderen Energieübertragungsmitteln und bei der zunehmenden Verfeinerung der Bergbaubetriebe werden diese Vorzüge in Zukunft von entscheidenderer Bedeutung sein als die energiewirtschaftliche Überlegenheit des elektrischen Antriebes.

In den Wäschern und Aufbereitungen sowie den Kokereien, Schwelereien und Hydrieranlagen durchläuft das zu verarbeitende Gut in seinen verschiedenen Aggregatzuständen die Arbeitsmaschinen, wie z. B. Brecher, Siebe, Trommeln, Bänder, Setzmaschinen, Becherwerke, Trockner, Brikettpressen und Waschapparate, im einfachsten Fall hintereinander. Meistens verwickeln die Arbeitsvorgänge sich jedoch durch Parallelwege oder teilweisen Kreislauf. Zur Vermeidung von störenden Materialanhäufungen, deren Beseitigung erhebliche Zeit in Anspruch nehmen kann, muß verlangt werden, daß die einzelnen Arbeitsmaschinen zwangsläufig nur in der zur Förderrichtung entgegengesetzten Reihenfolge in Betrieb gesetzt und in der zur Förderrichtung gleichsinnigen Reihenfolge stillgesetzt werden können. Ebenso müssen bei Ausfall irgendeiner Maschine im Zuge des Arbeitsvorganges diejenigen Maschinen selbsttätig stillgesetzt werden, die auf die Störungsstelle hinarbeiten. Auf welche Weise diese Aufgabe elektrotechnisch gelöst wird, möge an einem einfachen Beispiel in Abb. 3 erläutert werden.

Das Fördergut gelangt aus einer Mühle 4 auf die hintereinander geschalteten Horizontalbänder 3 und 1; auf das letztere wird aus dem Elevator 2 noch weiteres Fördergut aufgegeben. Die Einschaltung muß in der Reihenfolge 1-2-3-4 entgegengesetzt zur Förderrichtung und die Ausschaltung in der Reihenfolge 4-3-2-1 im Sinne der Förderrichtung erfolgen. Dies wird durch eine sog. Verriegelungs- und Folgeschaltung der zu den Antriebsmotoren gehörigen Schaltapparate erreicht, deren elektromagnetische Fernbetätigung Voraussetzung ist. Dadurch, daß diese als Schütz bezeichneten Schaltapparate über einen Hilfskontakt derart zusammengeschaltet sind, daß jeweils ein Schütz durch das vorhergehende betätigt wird, lassen die einzelnen Antriebe sich zwangsläufig nur in der gewünschten Reihenfolge ein- und ausschalten. Auch werden im Störfall die auf die Störungsstelle zufördernden Anlagenteile sofort stillgesetzt; alles, was in Förderrichtung gesehen, dahinter liegt, bleibt dagegen weiter in Betrieb und wird auf diese Weise noch entleert.

In dem Beispiel nach Abb. 3 erfolgt die Ein- und Ausschaltung der Apparate einzeln von Hand durch die als Druckknopf ausgebildeten Steuerschalter a. Die Automatisierung kann nun dadurch weiter getrieben werden, daß die Einschaltung nach Ersatz der Steuerdruckknöpfe selbsttätig durch Zeitrelais erfolgt, so daß der Bedienungsmann die ganze Schaltungsfolge nur durch Betätigung eines einzigen Druckknopfes einleitet, er also so-

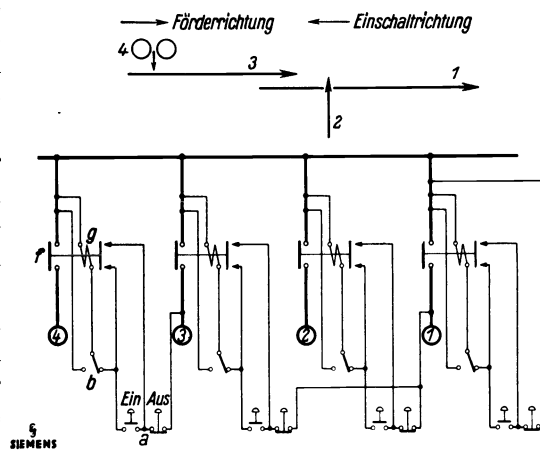


Abb. 3. Verriegelungs- und Folgeschaltung in einer Aufbereitung zur Überwachung des störungsfreien Durchlaufes des aufzubereitenden Gutes



zusagen nur den Impuls gibt. Um in Ausnahmefällen die Antriebe auch außerhalb der Reihenfolge einzeln betätigen zu können, sind sog. Umgehungsschalter *b* eingebaut, welche das Schütz unmittelbar betätigen. Es ist einleuchtend, daß bei derartigen Verriegelungen und Folgeschaltungen eine zentrale Zusammenfassung und Fernsteuerung der Schaltapparate hinsichtlich Aufbau und Bedienung erhebliche Vorteile bringen.

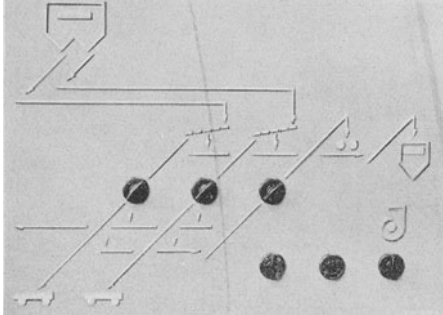


Abb. 4. Leuchtwarte einer Steinkohlen-aufbereitung

die betreffende Maschine in Betrieb steht, so daß der jeweilige Betriebszustand der Anlage stets klar wiedergegeben ist. Im Zuge der Leuchtzeichen sind gleichzeitig die Betätigungsschalter für die ferngesteuerten Motorschütze eingebaut. Eine vollständige Leuchtwarte im Betriebe einer Steinkohlenaufbereitung zeigt Abb. 4. In jüngster Zeit haben sich derartige Befehls- und Überwachungsstellen auch bereits im Untertage-

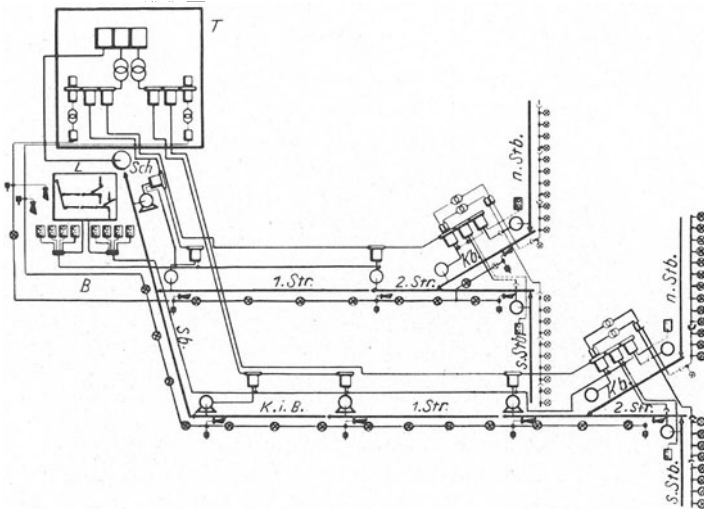


Abb. 5. Bandförderung vom Streb bis zum Füllort in einer Steinkohlenzeche

*T* Trafostation, *Sch* Schach, *L* Leuchtschaltbild, *B* Bedienungsstelle am Füllort, *1. Str.* 1. Streckenband, *2. Str.* 2. Streckenband, *Kb.* Kurzband, *Sb.* Sammelband, *n. Stb.* nördl. Strebband, *s. Stb.* südl. Strebband, *K. i. B.* Kastenband im Berg

für den Maschinisten der Hauptschachtfördermaschine gegeben. An dieser ausgeführten Anlage zeigt sich deutlich, daß die Elektrifizierung untertage heute auch bereits nicht mehr nur eine Frage der Wirtschaftlichkeit ist, sondern daß auch hier schon die technischen Vorzüge in den Vordergrund treten.

Je mehr sich zur Bewältigung der steigenden Schachtförderleistung im Steinkohlen-, Kali- und Erzbergbau die Gefäßförderung einführt, um so mehr liegt auch der Wunsch nach einer automatischen Steuerung der Fördermaschinen nahe. Diese Aufgabe

Zur weiteren Vervollkommnung der selbsttätigen Steuerung und Überwachung des gesamten Arbeitsvorganges oder in sich geschlossener Teile desselben sind in modernen Großbetrieben in den letzten Jahren sog. Leuchtwarten, d. h. zentrale Befehls- und Überwachungsstellen in Verbindung mit Leuchtschaltbildern eingebaut worden.

In den Leuchtschaltbildern sind die einzelnen Arbeitsmaschinen und Förderwege durch Leuchtsymbole versinnbildlicht, die aufleuchten, solange die betreffende Maschine in Betrieb steht, so daß der jeweilige Betriebszustand der Anlage stets klar wiedergegeben ist. Im Zuge der Leuchtzeichen sind gleichzeitig die Betätigungsschalter für die ferngesteuerten Motorschütze eingebaut. Eine vollständige Leuchtwarte im Betriebe einer Steinkohlenaufbereitung zeigt Abb. 4. In jüngster Zeit haben sich derartige Befehls- und Überwachungsstellen auch bereits im Untertage-

betrieb großer Steinkohlengruben eingeführt. Es ist wohl nicht zu viel gesagt, daß mit anderen Energieübertragungsmitteln sich derartige Verriegelungs- und Folgeschaltungen praktisch nicht ermöglichen lassen. Der förderwagenlose Großbetrieb, bei dem die Kohle von der Gewinnungsstelle vor Ort nur mit Bändern bis zum Füllort und von dort mittels Gefäßförderung im Schacht zutage gebracht wird, ist daher ohne Elektrizität kaum denkbar. Das Schema einer solchen Anlage, wie sie praktisch ausgeführt wurde, zeigt Abb. 5. Vom Befehlsstand dieser Anlage werden sowohl sämtliche Fördereinrichtungen untertage bedient und selbsttätig überwacht als auch die Kommandos

ist auf einfache Weise nur bei elektrischen Fördermaschinen lösbar. Abb. 6 bringt drei Lösungsmöglichkeiten für die Leonard-Fördermaschine. Im ersten Fall wird unter Beibehaltung der bekannten Steuerung das Steuergerät anstatt von Hand durch einen Hilfsmotor betätigt, wobei dieser durch ein Schützenschaltwerk gesteuert wird, das seinerseits entweder durch Druckknopf von Hand, durch Zeitrelais oder durch die Füllanlage nach beendeter Füllung des Gefäßes betätigt werden kann. Die Stillsetzung kann durch den Fahrtregler, den Endschalter oder mit Hilfe einer lichtelektrischen Einrichtung erfolgen. Im zweiten Fall wird das sonst von Hand gesteuerte Schützenschaltwerk durch die Fördermaschine selbst gesteuert. Die dritte Lösung vermeidet das Steuergerät überhaupt und regelt den Fördervorgang mittels einer der Erregung der Steuerdynamo des Leonard-Umformers parallel geschalteten sog. Dämpfermaschine.

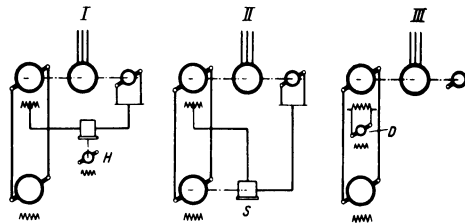


Abb. 6. Selbsttätige Steuerungen von Leonard-Fördermaschinen

*I* mit Hilfsmotorantrieb *H* des Steuergerätes, *II* mit von der Fördermaschine selbst betätigter Steuerwalze *S*, *III* mit Dämpfermaschine *D*

Bei der immer mehr steigenden Förderleistung stellt die Schachtförderung heute den engsten Querschnitt insbesondere im Steinkohlen- und Kalibergbau dar. Derartige selbsttätige Förderanlagen werden daher in Zukunft zur Steigerung der Stundenleistung von zunehmender Bedeutung sein, da sie die größtmögliche Kürzung der Förderpausen gestatten, was ja bekanntlich im allgemeinen wirksamer ist als eine Steigerung der Fördergeschwindigkeit.

Auch im Braunkohlentagebau war die Entwicklung zu Großraumförderungen mit ihren enormen Leistungen bis zu 5000 t/h nur durch den elektrischen Antrieb möglich. Die Giganten in Gestalt der Großbagger und Abraumförderbrücken mit Anschlußleistungen bis zu 2000 und 5500 kW sowie der Abraumlokomotiven mit Leistungen bis zu 1000 kW stellen heute bereits das Charakteristikum des modernen Braunkohlenbergbaues dar. Einen Begriff über die gewaltigen Ausmaße vermittelt Abb. 7,

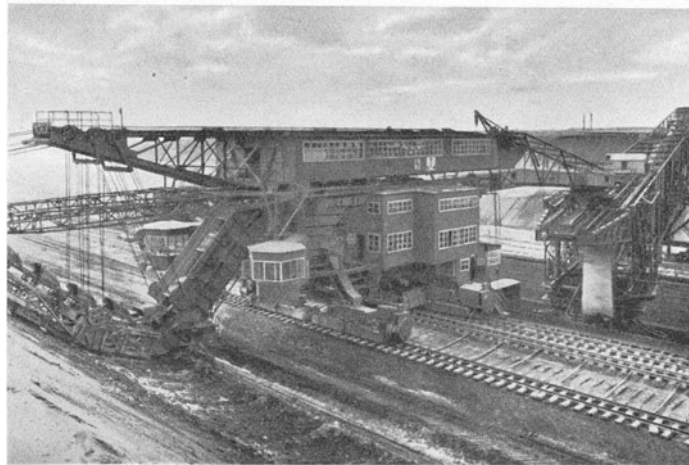


Abb. 7. Verbundbagger mit Abraumförderbrücke in einem Braunkohlen-Tagebau

welche einen Verbundbagger in Verbindung mit einer Abraumförderbrücke darstellt. Es ist bemerkenswert, daß die Durchbildung derartiger Großgeräte auch erst durch den Übergang zum Einzelantrieb, es handelt sich hier um nahezu 100 Motoren, sowie durch Verwendung neuer elektrotechnischer Hilfsmittel, wie beispielsweise für das stoßfreie Anfahren und Stillsetzen der beiderseitigen Fahrstützen einer Abraumförderbrücke, möglich wurde.

## 2. Verbesserung der Qualität

Die systematische Einführung des elektrischen Einzelantriebes ergab nun auch im Bergbau die Möglichkeit für eine feinstufige Regelung einzelner Arbeitsvorgänge, die vor allem in den Verarbeitungsanlagen erst wieder die herstellungstechnische Voraus-

setzung für die Güte des Endprodukts schafft. Diese Forderung, die früher im wesentlichen nur für die chemischen Fabriken des Kalibergbaues sowie für die Kokereien und Schwelereien des Stein- und Braunkohlenbergbaues bestand, tritt gerade in jüngster Zeit in um so größerem Umfang in den Vordergrund, je mehr sich der Bergbau selbst mit der Veredelung seines Fördergutes befaßt. So werden z. B. durch die Hydrierung der Steinkohle heute höhere Anforderungen sowohl an den Sortierungs- als auch Reinheitsgrad der aufbereiteten Kohle gestellt als bisher. Auch der Koks für die zunehmende Verhüttung armer und damit schlackenreicher Erze verlangt eine weitgehendere Verminderung des Aschegehalts der Koks-kohle, als es für hochwertige Erze notwendig ist. Ebenso werden im Erzbergbau selbst bei der Gewinnung armer Erze erhöhte Anforderungen an den Aufbereitungsprozeß gestellt, um durch Anreicherung die technische Voraussetzung für die Verhüttungsmöglichkeit zu schaffen. Dasselbe gilt für den Braunkohlenbergbau beim Trockenprozeß als Vorbereitung für die Brikettierung sowie auch für die Brikettierungsanlagen selbst, um ein wirklich hochwertiges Produkt zu erzielen. Wie gesagt, wird es hierzu notwendig, eine Reihe von Arbeitsmaschinen, wie z. B. Siebe, Luftherde, Trockner, Brikettpressen, Aufgabeapparate, Lüfter und Pumpen, mehr oder weniger feinstufig regeln zu können. Glücklicherweise ist die Elektrotechnik durch die Fortschritte des letzten Jahrzehnts in der Lage, auch die weitestgehenden Ansprüche in dieser Hinsicht nicht nur technisch einwandfrei, sondern auch auf wirtschaftlichste Weise für größte und auch für kleinste Antriebsleistungen zu erfüllen. Der Schleifringanker-motor mit Widerstandsregelung hat im Hinblick auf seine geringen Anschaffungskosten bei kleinen Regelbereichen und deshalb geringen Verlusten immer noch seine Daseinsberechtigung. Die in der Anschaffung teureren, dafür aber verlustlos und stetig regelbaren Drehstromkollektormotoren treten aber immer erfolgreicher mit ihm in Wettbewerb. Ihre Regelung erfolgt auf einfachste Weise durch Bürstenverstellung entweder mittels eines Handrades oder eines ferngesteuerten Elektromotors. Antriebe, bei denen eine Abhängigkeit der Drehzahl von der Belastung zulässig oder sogar erwünscht ist, wie z. B. für Strang-Brikettpressen und Ventilatoren, ist die Ausführungsform als Drehstromreihenschlußmotor am Platz, während für solche Maschinen, die eine Unabhängigkeit der Drehzahl von der Belastung verlangen, wie Siebe, Trockner und Aufgabeapparate, der Drehstromnebenschlußmotor der gegebene Antrieb ist. Auch der Gleichstrommotor mit seinem besonders großen Regelbereich ist wieder mehr zu Ehren gekommen, und zwar entweder in Verbindung mit dem bekannten und altbewährten rotierenden Leonard-Umformer oder aber auch mit dem neuesten ruhenden Umformer in Gestalt des gittergesteuerten Gleichrichters.

Die gesteigerten Anforderungen an den Reinheitsgrad der gewaschenen Steinkohle verschärfen leider auf der anderen Seite das Problem der Unterbringung des damit verbundenen erhöhten Anfalls an unverkäuflichem Mittelprodukt. Aber auch hier erweist sich jedoch die Elektrizität wieder als Helfer, indem sie sich bei dem heutigen Stand der Feuerungstechnik ohne weiteres rationell aus Abfallbrennstoffen erzeugen läßt. Durch gleichzeitige Ausnutzung des Vorschaltbetriebes bis zu höchsten Drücken bieten sich besonders billige Stromerzeugungsmöglichkeiten, und auf diese Weise ist auch für das Steinkohlen-Zechenkraftwerk beim Stromverkauf an Fremde die Wettbewerbsfähigkeit mit dem Braunkohlen- und Wasserkraftstrom gegeben. So schaltet sich die Elektrizität in den Kreislauf als willkommener Helfer zur Meisterung des den Steinkohlenbergbau so stark bedrückenden Sorten- und Qualitätsproblems ein.

Auch in der Form der elektrischen Beleuchtung trägt sie in immer stärkerem Maß zur Qualitätsverbesserung im Bergbau bei. Schon lange war man im Steinkohlen- und Erzbergbau auf der Suche nach einer Lesebandbeleuchtung, die es gestattet, das in Farbe und Form dem Fördergut häufig sehr ähnliche Nebengestein besser unterscheiden zu können. Nachdem Versuche mit Tageslichtleuchten nicht den gewünschten Erfolg bringen konnten, ist heute mit Quecksilberdampflicht ein erheblicher Fortschritt zu

verzeichnen. So erscheint in diesem Licht beispielsweise die Kohle bläulichgrün, das Nebengestein dagegen blaugrau; Erze, wie z. B. Spateisenstein, bieten einen zitronengelben Farbeindruck, von dem sich Schiefer, Quarz und anderes Nebengestein deutlich abheben. Nebenbei stellen die Quecksilberdampflampen infolge ihrer größeren Lichtausbeute gleichzeitig auch eine wesentlich wirtschaftlichere Lichtquelle dar als die bisher üblichen Glühlampen.

Aber nicht nur übertage ist die elektrische Beleuchtung heute ein immer willkommener Helfer für die Erzielung des größten Reinheitsgrades der Kohle geworden, sondern auch im Abbau untertage. Nach dem Siegeszug der tragbaren elektrischen Grubenlampe sind in den letzten Jahren in größerer Zahl neben den sog. Preßluftlampen die aus dem Starkstromnetz gespeisten Abbaubeleuchtungsanlagen auf den Plan getreten, ohne die ein moderner Großabbaubetrieb heute eigentlich kaum mehr vorstellbar ist. Diese gestatten schon bei der Hereingewinnung der Kohle den größten Teil der Klaubeberge auszuhalten und so die Förder- und die Aufbereitungsanlagen von wertlosem Ballast zu entlasten. Abb. 8 zeigt eine netzgespeiste Starkstromabbaubeleuchtung.



Abb. 8. Netzgespeiste Starkstromabbaubeleuchtung

Abb. 8 zeigt eine netzgespeiste Starkstromabbaubeleuchtung.

### 3. Erhöhte Sicherheit gegen Gefahren

Ganz besonders wertvolle Dienste leistet die Elektrizität dem Bergbau neuerdings in der Bekämpfung seiner mannigfaltigen Gefahren.

Ist schon die Sicherheit der elektrischen Fördermaschine für die Seilfahrt infolge der einwandfreien selbsttätigen Überwachung des Förderzuges durch die verschiedenen Sicherheitseinrichtungen sowie die schonendere Beanspruchung des Förderseiles bekannt und nicht zu übertreffen, so treten diese Vorzüge bei den elektrischen Blindschachthaspeln untertage noch stärker in Erscheinung. Die Möglichkeit, auch in den Blindschächten untertage eine unbedingte Sicherheit der Seilfahrt zu gewährleisten, wird um so stärker ins Gewicht fallen, je mehr man in Großbetrieben für eine schnelle Beförderung der Belegschaft an ihre Arbeitsplätze zu sorgen hat.

Wenn auf diese Weise die Unfälle bei der Seilfahrt nennenswert herabgedrückt werden können, so gestattet die Starkstromabbaubeleuchtung eine wirksame Bekämpfung der Gefahren durch Stein- und Kohlenfall sowie durch Verletzungsmöglichkeiten im untertägigen Maschinenbetrieb. Die Unfallstatistik im deutschen Steinkohlenbergbau hat deutlich einen Rückgang in den mit Abbaubeleuchtung versehenen Betriebspunkten ergeben. Einen besonderen Vorteil bringt die netzgespeiste Abbaubeleuchtung in Verbindung mit der fast allgemein eingeführten und in Abb. 9 im Schema dargestellten Signalschaltung. Mit in gewissen Abständen in den Leitungsstrang eingebauten Schaltern lassen sich hierbei Morsesignale durch Hell-Dunkel-Schaltung sowohl in Förderrichtung als auch entgegengesetzt geben. Auch bei stärkstem Lärm der Arbeits- und Ge-

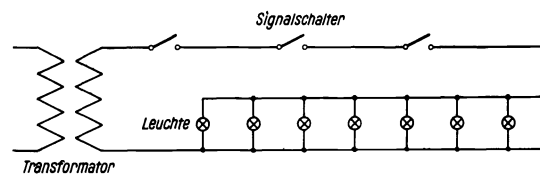


Abb. 9. Abbaubeleuchtung mit Signalschaltung

winnungsmaschinen ist so eine einwandfreie Verständigung möglich, ohne daß eine besondere Beobachtung notwendig wäre. Das im Bergbau traditionelle Rufsignal oder das Klopfen an die Rohrleitung hat in modernen Großabbaubetrieben keine Daseinsberechtigung mehr. Daß auch eine möglichst weitgehende Beleuchtung der Strecken und Füllörter die Unfälle in der Förderung erheblich zu vermindern in der Lage ist, liegt auf der Hand.

Der früher häufig gemachte Einwand, daß andererseits durch die Elektrizität wieder neue Gefahren besonders in die Steinkohlengruben hineingetragen werden, ist bei dem heutigen Stand der Technik nicht mehr zu vertreten. Die elektrischen Anlagen untertage gewährleisten besonders in ihrer schlagwettergeschützten Ausführung einen derartig hohen Grad von Sicherheit gegen Berührungs- und Schlagwettergefahr, daß die Elektrifizierung des Bergbaues untertage gerade in den letzten Jahren einen immer größeren Umfang annimmt.

Wenn die bisherigen Ausführungen gezeigt haben, welch wertvolles und reichhaltiges Rüstzeug die Elektrotechnik dem Bergbau für die Erfüllung neuer und schwieriger technischer Aufgaben heute schon zur Verfügung stellt, so ist für die nächste Zukunft mit einer Reihe weiterer bemerkenswerter Neuerungen zu rechnen. Es sei nur auf die Möglichkeiten hingewiesen, die in der Ausnutzung der Photozellen für die selbsttätige Erfassung und Steuerung von Arbeitsvorgängen, der Druckmeßdosen für die Erforschung der Gebirgsdruckverhältnisse, der Schlagwetteranzeiger als Relais für die selbsttätige Überwachung und Fernmeldung von auftretenden Schlagwettergemischen und nicht zuletzt in der weiteren Durchbildung der Hochfrequenztechnik für die Erforschung der Lagerstätten liegen. Zeitmaß und Ausmaß der hierdurch vorgezeichneten Entwicklungsmöglichkeit im Bergbau hängen aber nicht nur von der intensiven Weiterarbeit in Wissenschaft und Forschung sowie der zähen Fortschrittsarbeit der elektrotechnischen Industrie ab, sondern nicht zuletzt auch von der engsten Mitarbeit des Bergbaues selbst.

### **Zusammenfassung**

Es wurde dargelegt, inwiefern der Bergbau die Elektrizität vor neue Aufgaben gestellt hat, und wie diese gelöst werden konnten. Dabei dürfte klar geworden sein, daß die Elektrizität für den Bergbau neuerdings über die rein energiewirtschaftlichen Vorteile hinaus von immer zunehmender Bedeutung für die von ihm zu lösenden technologischen Probleme wird und dadurch eine Wertsteigerung erfährt, die größte Beachtung verdient.

## **Entwicklung des Abbaues mit Versatz bei den Brucher Kohlenwerken, vom Kammerbruchbau mit Spülversatz bis zum Scheibenbau mit Trockenschleuderversatz**

Von Dr. mont. h. c. Ing. **Alois Czermak**, Aussig

Mit 8 Textabbildungen

Der Versatzbau als Großbetrieb gelangte im nordwestböhmisches Braunkohlenrevier zuerst bei den Brucher Kohlenwerken zur Einführung und hat eine mannigfache Entwicklung bis zu dem gegenwärtigen Stand durchgemacht, worüber im folgenden berichtet werden soll.

Die Flözverhältnisse im Nordwestböhmisches Braunkohlenrevier können als bekannt vorausgesetzt werden. Das hier anstehende Flöz hat eine Mächtigkeit von 8 bis 20 m; ein Durchschnittsprofil ist aus Abb. 1 zu ersehen. Den folgenden Ausführungen sei insofern vorausgegriffen, als in diesem Profil dargestellt erscheint, wie die Einteilung bei den verschiedenen Abbaumethoden erfolgt. Das Profil A gilt für den Kammerbruchbau,

das Profil *B* für den Kammerbau mit Spülversatz, das Profil *C* für den Scheibenbau mit Trockenversatz.

Die übliche Methode ist der Kammerbruchbau, wobei im allgemeinen zuerst der sogenannte Oberbau abgebaut wird, während die untere Bank, sog. Unterfahrung, dem Oberbau folgt. Es gibt jedoch im Kammerbruchbau noch verschiedene Variationen, wobei insbesondere der Etagenbau, dann der Querbau bei größerem Einfallen erwähnt sei.

Der Kammerbruchbau hat den Nachteil der großen Substanzverluste, die insbesondere aus den zwischen den Kammern zurückbleibenden Rippen entstehen, außerdem ist die Gewinnung der Unterbank (Unterfahrung) nicht immer möglich; schließlich gelingt auch nicht immer die Auskohlung bis zur tragenden Hangendschicht infolge vorzeitigen Zubruchgehens, was insbesondere bei der Ia-Kohle zutrifft.

Infolge dieser Verluste bewegt sich das Ausbringen — bezogen auf die abbaufähige Mächtigkeit — im Durchschnitt um rund 65%, bei der Ia-Kohle sinkt dasselbe sogar auf 35%. Ein Ausbringen bis 80% gehört zur Ausnahme.

Die Abb. 2 vergegenwärtigt eine normale Ausrichtung für eine Tageskapazität von 1500 t bei Dreidrittelbelegung, die Abbaufrent beträgt 1460 m, die erforderliche Streckenlänge der Ausrichtung 7660 m.

Diese Ausmaße sind für den Vergleich des Scheibenbaus mit Strebbau und Schleuderversatz von besonderer Wichtigkeit.

Die Senkungserscheinungen beim Planbruchbau sind je nach der Tiefe verschieden. Bei den im Braunkohlenrevier in Betracht kommenden Mächtigkeiten der Überlagerung ist der Planbau unter besonders zu schützenden Tagesobjekten, das sind insbesondere Ortschaften, ferner dort nicht anwendbar, wo gefährliche Schwimmsandeinlagerungen vorhanden sind, und die bekannte übliche Entwässerung derselben keine absolute Sicherheit gewährleistet.

Derartige Verhältnisse liegen reichlich bei den Brucher Kohlenwerken vor, denn ein großer Teil des Grubenfeldes, und zwar insbesondere bei den Ia-Schächten (darunter insbesondere Kohinoor, Johann II und Pluto), ist mit ausgedehnten Ortschaften verbaut und mit Bahnen durchzogen. Das Grubenfeld, in dem der Venusschacht nunmehr arbeitet, ist restlos Schwimmsandgebiet, das sich auch in das Grubenfeld des Johann-II-Schachtes hineinzieht.

Die Brucher Kohlenwerke waren daher, um den Bestand der Betriebe zu sichern, genötigt, den Planbruchbau durch eine andere Abbaumethode zu ersetzen, welche die Möglichkeit des Abbaues in den erwähnten Sicherheitspfeilern sowie unter dem Schwimm-

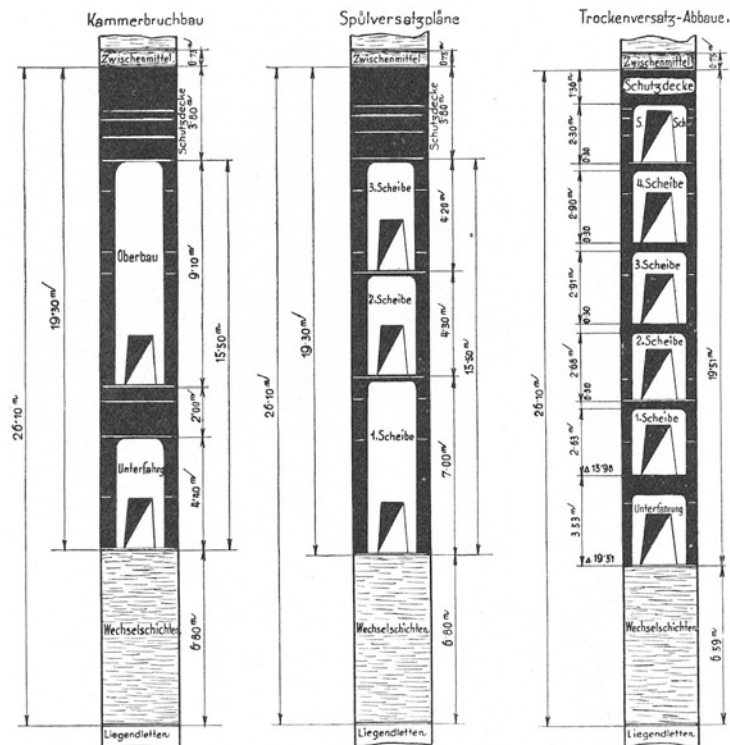


Abb. 1. Flözprofile. (1:3000)

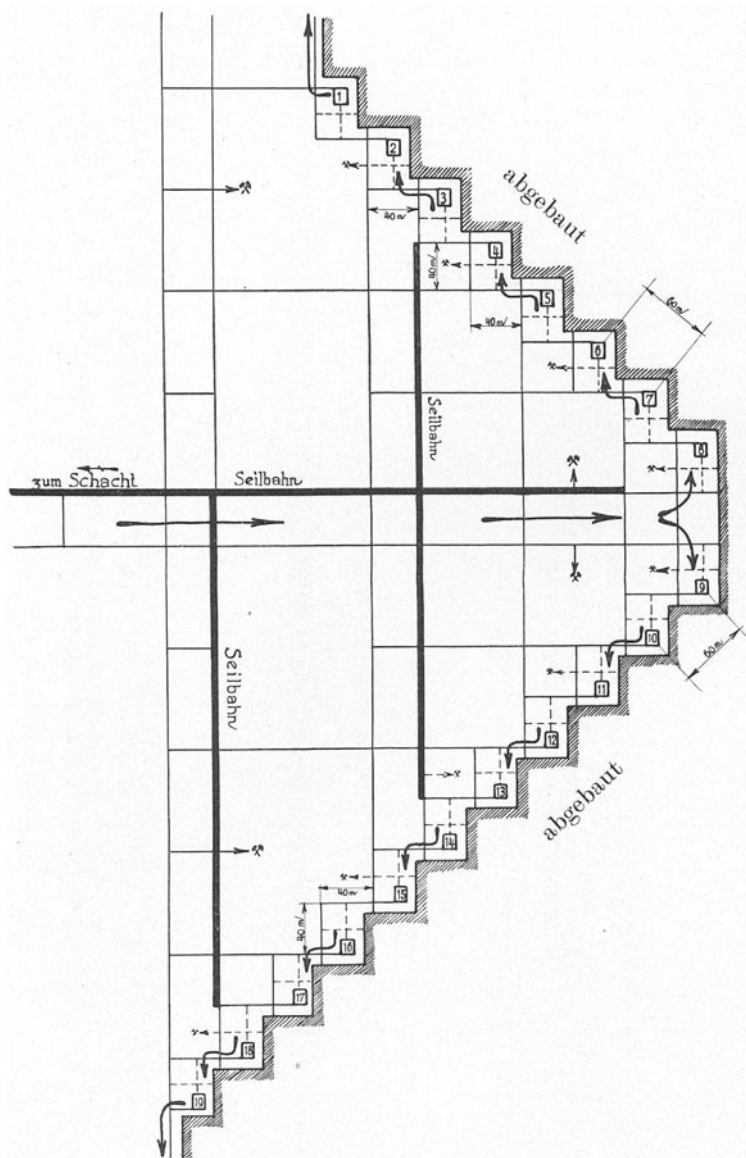


Abb. 2. Schema eines Planbaues mit Verbrauch. C. bei 3 Drittelbeleg.  
(1:5880)

Kapazität 1500 t täglich Annahme:

- |   |   |
|---|---|
| 1. Von der gesamten Förderung entfällt auf: | 3. Anzahl der Pläne: zweimännisch                             |
| Abbaukohle 65% = 975 t,                     | $\frac{975}{8,4} = 116 \text{ Sch.} : 6 = 19 \text{ Pläne.}$  |
| Streckenkohle 19% = 285 t,                  | 4. Anzahl der Streckenorte $\frac{285}{3,6} =$                |
| Bauzimmerlinge 16% = 240 t,                 | $= 79 \text{ Sch.} : 6 = 13 \text{ Streckenorte.}$            |
| Summe 100% = 1500 t.                        | 5. Planentfernung: 60 m von Mitte : Mitte.                    |
| 2. Planhauerleistung = 8,4 t/Sch.,          | 6. Frontlänge: 1140 m (1480 m).                               |
| Streckenhauerleistung = 3,6 t/Sch.          | 7. Nötige Streckenlänge: 7660 m (Streckenteilung: 80—40—20m.) |

Material nicht möglich ist. Es wurde daher der Planbau beibehalten, weil die Pläne eine Klärung gestatten.

Der Betriebsplan war nachstehender:

sand gestattet, und da kam, nach dem jetzigen Stand der Bergbautechnik, nur der Abbau mit Vollversatz in Betracht.

Die Voraussetzung für den Versatzbau ist die Sicherstellung eines geeigneten Versatzmaterials, was durch die Erwerbung eines ausgedehnten Terrains geschah, das Sand enthält; leider handelt es sich hier nicht um einen reinen Sand, wie er z. B. den Bergbaubetrieben in Polen und Tatabanya in Ungarn zur Verfügung steht, sondern in der Hauptsache um einen leichten, mit Ton durchsetzten Sand, welches Material die Bezeichnung H- (Haupt-) Material erhielt, während der eigentliche Sand, der jedoch ebenfalls nicht durchaus rein war, mit N- (Normal-) Material bezeichnet wurde.

Dieser Qualität des Versatzmaterials mußte die Abbaumethode angepaßt werden. Der Scheibenbau mit Spülversatz, wie er z. B. in den polnischen Bergbauen und auch in Ungarn (Tatabanya), denen reiner Sand zur Verfügung steht, in Anwendung ist, war hier nicht durchführbar, weil eine solche Abbaumethode die rasche Entwässerung zur Voraussetzung hat, die bei dem tonigen

Das Flöz wurde in Scheiben eingeteilt (s. Abb. 1, B), in jeder Scheibe wurden Pläne, wie beim Planbruchbau, vorgesehen, jedoch mit größeren Distanzen. Die Pläne wurden als Klärpläne ausgestattet (Abb. 3). Nach Auskohlung wurde der Plan verspült, das Wasser absetzen gelassen, das geklärte Wasser abgeleitet, worauf die nächste Spülung folgte. Da ein derartiger Vorgang eine große Reihenfolge von Spülvorgängen zur Folge gehabt hätte, so wurden zirka 20% der Resthöhe mit Normalsand, der sich rascher entwässern läßt, verspült.

Das Verspülen eines Planes dauerte 8 bis 12 Wochen, welche Zeitdauer, wie leicht zu verstehen, eine ziemliche Vorsenkung der Decke zur Folge hatte, die sich in der nächsten Scheibe störend auswirkte.

Schon in der zweiten Scheibe hatte man mit Schwierigkeiten zu kämpfen, da der Versatz nicht genügend tragfähig war, und es war mit Sicherheit zu erwarten, daß der Abbau der weiteren Scheiben bis zur vollen Auskohlung des Flözes gewaltigen Schwierigkeiten begegnen, wenn überhaupt möglich gewesen wäre.

Dieses Spülversatzverfahren litt nicht nur unter den bekannten Nachteilen, die jedem Spülversatzverfahren im Zusammenhang mit der Wasser- und Klärwirtschaft anhaften und die sich insbesondere, was die Klärfrage anbelangt, infolge des tonigen Materials ganz besonders auswirkten, sondern es übernahm auch die früher erwähnten Nachteile des Planbruchbaues, die große Front- und Streckenlänge betreffend, in einem noch höheren Maße, bedingt einerseits durch

die größere Plandistanz und andererseits durch die lange Spüldauer, was darin zum Ausdruck kam, daß die Front- bzw. Streckenlängen für die gleiche Tageskapazität von 1500t, wie eingangs angeführt, bei Dreidrittelbelegung 2500 bzw. 19.300m notwendig machten. Schließlich drohte die Schlammplage sowohl untermags als auch obertags zu einer Geißel für den Betrieb zu werden.

Alle diese nachteiligen und erschwerenden Momente drückten sich in einer schlechten Kopfleistung und in einer hohen Gestehung aus, die, verbunden mit der inzwischen eingetretenen Erlösschmälerung, zu einer gründlichen Umstellung auf eine andere Versatzmethode zwang.

Wie schon erwähnt, krankte der Planbau mit Spülversatz daran, daß kein rasch entwässerbares Material zur Verfügung stand. Da kam der verstorbene Herr Zentraldirektor Dr. Baumgartner auf den Gedanken, den Überlagerungsletten, der in unerschöpflicher Menge zur Verfügung steht, als Versatzmaterial zu verwenden und denselben zu diesem Zwecke in Kugelform zu pressen, um die Beförderungsmöglichkeit in Rohren, ähnlich wie bei dem Spülversatzmaterial, zu schaffen. Zuerst war, um die lästige Schlamm- und Wasserwirtschaft auszuschalten, an die Beförderung mit Druckluft gedacht, und zwar bei Beibehaltung des Planbaues als Abbaumethode, welcher letzterer Gedanke über

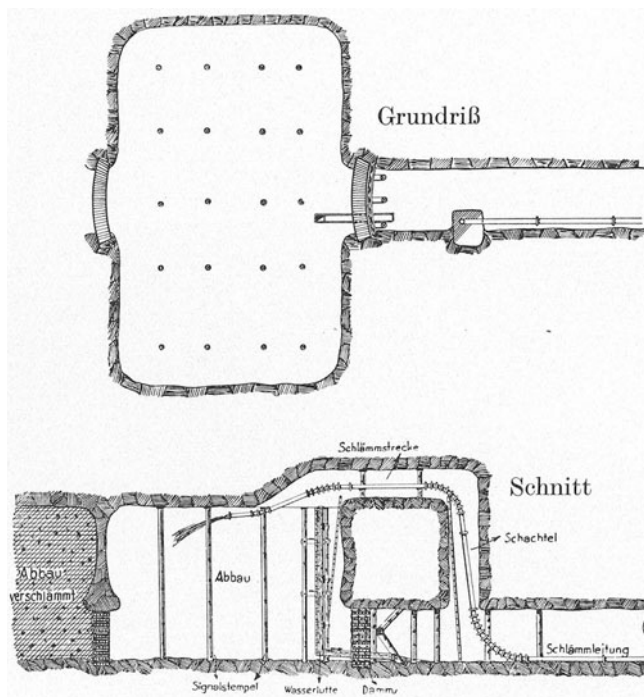


Abb. 3. Klärplan



meinen Vorschlag fallen gelassen und als Abbaumethode der Strebbaue in Scheiben festgesetzt wurde. Die Beförderung mit Preßluft hat jedoch versagt, so daß als Beförderungsmittel wiederum Wasser in Betracht kam.

Die Einrichtungen, der Betriebsplan und die Abbaudurchführung erscheinen von Herrn Zentraldirektor Dr. Baumgartner im „Glückauf“, Jahrgang 1932, Nr. 38 und 39, ausführlich beschrieben, so daß eine Wiederholung erspart bleiben kann.

Der Abbau in der ersten Scheibe ging ziemlich normal vor sich, jedoch schon in der zweiten Scheibe stellten sich außerordentliche Schwierigkeiten sowohl im Streckenvortrieb als auch im Abbau ein, die ihren Grund darin hatten, daß das Versatzmaterial, das das gesamte Gewicht der Überlagerung aufzunehmen hatte, diesem nicht gewachsen war, das Material vielmehr in offene Räume (Strecken, folgende Scheiben) floß. Es ist daher nichts anderes übrig geblieben, als die Scheiben nicht aufeinanderfolgen zu lassen, sondern je eine Scheibe zwischen der folgenden abzubauen anzubauen, wodurch naturgemäß ein wichtiger Vorteil des Versatzscheibenbaues, das ist die volle Flözgewinnung, verloren ging. Außerdem begegnete die Streckenerhaltung infolge des Fließens des Materials großen Schwierigkeiten, verbunden mit einer empfindlichen Gesteinskostenbelastung. Weiters haftete auch diesem Spülversatzverfahren der bereits erwähnte Nachteil, das ist die Wasser- und Schlammwirtschaft, an.



Abb. 4. Als Bagger ausgebildetes Aufgabegerät

So genial und vollkommen die Einrichtungen für dieses Verfahren getroffen wurden, so fehlte dem Versatzmaterial die notwendige Tragfähigkeit bei den in Betracht kommenden Drücken. Die Tragfähigkeit des Lettens ist eine Funktion seines Wasser- und Sandgehaltes, in keinem Falle ging jedoch bei dem vorhandenen Letten die Fließgrenze über 30 at, während tatsächlich mit Drücken, je nach der Mächtigkeit der Überlagerung, von 40 bis 70 at gerechnet werden muß. Die Folge aller geschilderten, diesem Versatz-

verfahren anhaftenden Nachteile war einerseits der Verlust an Kohlenvermögen, der über den Durchschnitt beim Planbruchbau schließlich hinausgegangen wäre, andererseits eine untragbare Gesteigung, daher der Zwang für eine abermalige Umstellung gegeben war. Hervorgehoben sei, daß der Lettenkugelsversatz dort, wo eine der Tragfähigkeit des Lettens entsprechende Überlagerung, weiters dort, wo das Flöz in seiner ganzen Mächtigkeit auf einmal abgebaut werden kann, schließlich bei steiler Flözlagerung sich bewähren wird, welches letzteres der Betrieb auf dem Sophienschacht in Poremba der Böhmisches Handelsgesellschaft beweist.

Im letzten Dezennium hat der Trockenversatzbau, und zwar insbesondere im westfälischen Revier, woselbst der Versatzbau vielfach die behördlich diktierte Abbaumethode war bzw. noch ist, große Fortschritte gemacht und hier wiederum das Versatzeinbringen auf mechanischem Wege. Es handelt sich jedoch hier vorwiegend um Waschberge bzw. Berge von Gesteinsarbeiten, welches Material den Brucher Kohlenwerken nicht zur Verfügung steht. Die Verwendung des in der Nähe vorhandenen Schotters kam wegen der Kostspieligkeit nicht in Betracht.

Inzwischen wurden auf dem Larisch-Mönnichschen Franz-Schacht in Suchau mit einem ähnlichen tonigen Sandmaterial, wie dasselbe bei den Brucher Kohlenwerken für den Spülversatz verwendet wurde, und zwar durch Anwendung des Verblasens sehr günstige Erfahrungen gemacht, und möchte ich die Verdienste, die sich Herr

Dr. Palisa um die Entwicklung dieser Versatzmethode erworben hat, besonders hervorheben.

Die Untersuchungen über die Tragfähigkeit dieses Materials haben ergeben, daß dieselbe weit über die in Betracht kommenden Drücke hinausgeht, so daß dessen Verwendungsmöglichkeit für den Scheibenbau durchaus vorlag, sohin die Grundbedingung für die Umstellung auf den Trockenversatz gegeben war. Die Einrichtungen obertags für die Gewinnung sowie Bevorrätigung des Versatzmaterials und des Zutransports zu den Einbringeschächten waren zum Teil vom Spülversatz, zum Teil vom Lettenkugelversatz vorhanden. Zwecks Rationalisierung sowohl der Versatzgewinnung als auch des Versatztransports obertags wurden die Silos erweitert und dieserhalb auch mit einem als Bagger ausgebildeten Aufgabegerät zum Auftragen des Materials auf das Band ausgestattet, welches Gerät in Abb. 4 wiedergegeben erscheint.

Es waren nachstehende Probleme zu lösen:

1. das Einbringen des Versatzmaterials in die Grube;
2. dessen Beförderung in der Grube,
3. die Mechanisierung der Versatzarbeit und
4. die Mechanisierung des Abtransports der Kohle.

Es bestand von Haus aus Klarheit darüber, daß zur Erreichung des vorgesteckten Zieles, das ist eine möglichst hohe Kopfleistung, die weitgehendste Mechanisierung der vorgenannten Arbeitsverrichtungen die Voraussetzung ist. Die vorangeführten Probleme fanden in nachstehender Weise ihre Lösung.

### **1. Einbringen des Versatzmaterials in die Grube**

Wie schon erwähnt, waren die Silos für das Versatzmaterial vom Lettenkugelversatz vorhanden, ebenso die Einrichtungen zum Ausscheiden von großen Steinen und für das Zerschneiden von großen Tonpatzen. Als Versatzeinbringeschächte standen Wetter-schächte zur Verfügung.

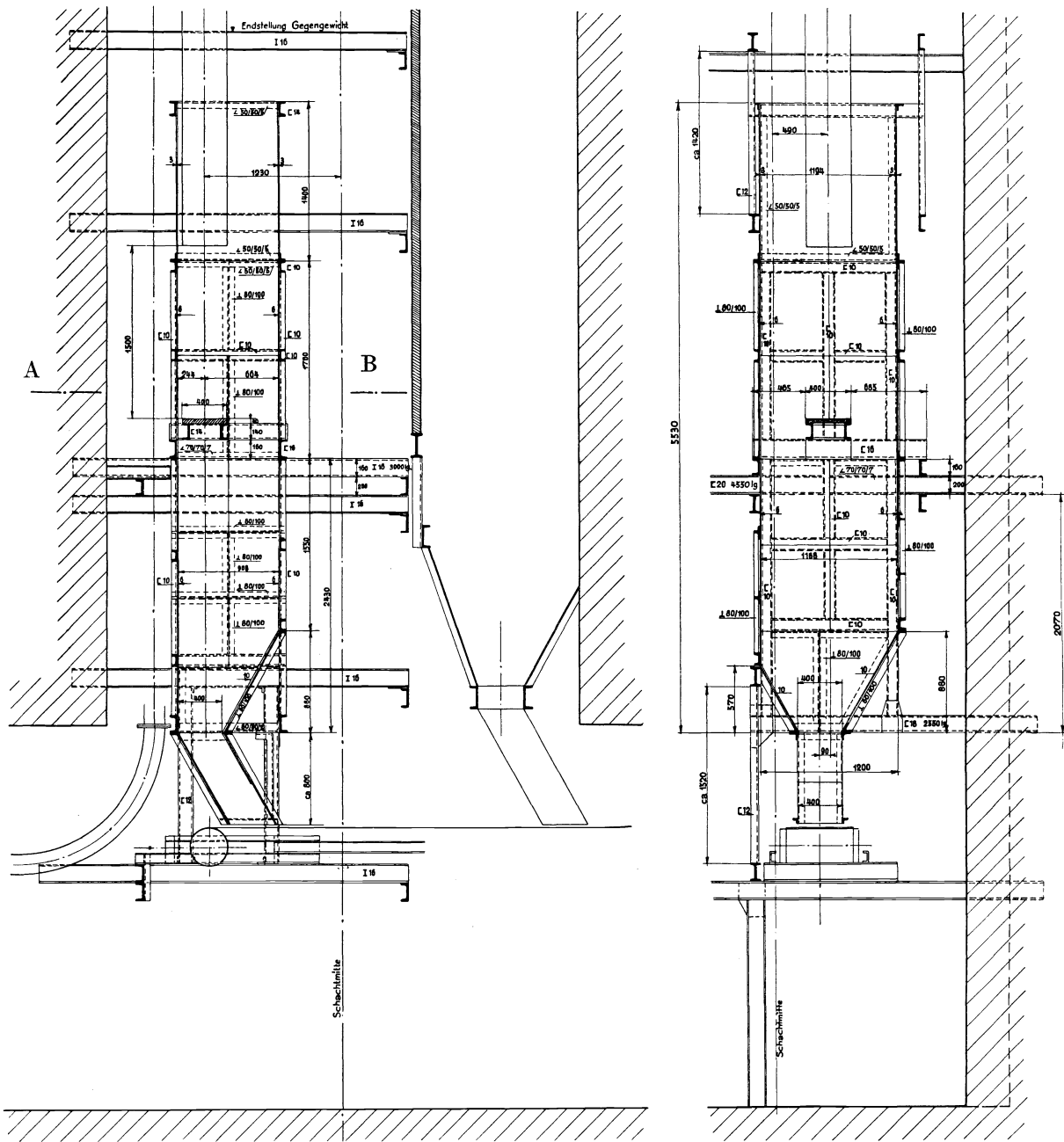
Das Einbringen mit Seil und Hunt kam von Haus aus nicht in Frage, weil diese Einbringeart, abgesehen von den hohen Kosten, nicht genug leistungsfähig war, Das Einbringeproblem war daher nur durch den Sturz durch die Versatzschächte zu lösen.

Etwas Kopfzerbrechen machte die Frage, ob das Einbringen durch die Versatzschächte in Lutten oder direkt durch ein zur Verfügung stehendes Trum des Schachtes zu erfolgen hätte, denn darüber lagen für das in Betracht kommende Material noch keine Erfahrungen vor.

Zu berücksichtigen war, daß die Sturztiefen beim Venusschacht 147 m und bei den anderen Schächten, d. i. Kohinoor, Johann II und Pluto, die Schachttiefen jedoch 364 m, bzw. 366 m, bzw. 361 m betragen, daher man es schon mit ganz beträchtlichen Fallhöhen zu tun hatte.

Der erste Schacht, der auf den Trockenschleuderversatz umgestellt wurde, war der Plutoschacht. Man entschloß sich hier zum Einbringen durch Blechlutten, zuerst mit einer Wandstärke von 3 mm, später 5 mm. Besonderes Gewicht legte man auf die leichte Auswechselbarkeit der Lutten, zu welchem Zwecke denselben eine schwache Konizität gegeben wurde, so daß zwecks Auswechslung bloß die Lutte etwas angehoben und seitwärts geschoben zu werden braucht.

Eine wichtige Frage bildete auch das Abfangen des Materials in der Grube, und man schaffte eine Einrichtung, die aus Abb. 5 ersichtlich ist. Wie begreiflich, war man auf das Ergebnis dieser Einbringeart außerordentlich gespannt, denn wenn das Material dem Gravitationsgesetz gefolgt hätte, so würde dasselbe theoretisch, ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes, mit einer Endgeschwindigkeit von 84 m im Füllort anlangen. Dieser Geschwindigkeit entspricht eine lebendige Kraft eines Kilogramms des Versatzmaterials von 350 m/kg. Wenn auch in Wirklichkeit diese lebendige Kraft infolge des



Schnitt A—B

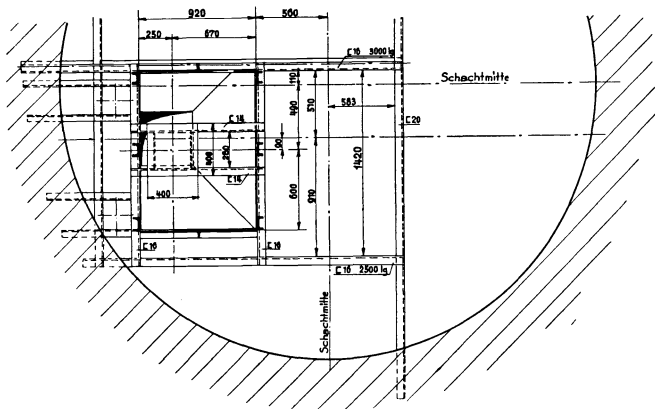


Abb. 5. Auffanggasse für Sturzlutten im Füllort. Wetterschacht Langgest

Luftwiderstandes eine Reduktion erfährt, so mußte man doch bei den großen Versatzmengen mit gewaltigen Energien rechnen die zu vernichten sind. Überraschenderweise haben sich diese Bedenken nicht erfüllt, denn das Material kommt mit einer verhältnismäßig geringen Geschwindigkeit an, was auf den großen Luftwiderstand in den Lutten zurückzuführen ist, der mit der Falltiefe zunimmt, so daß sich schließlich ein Gleichgewichtszustand herausstellt. Messungen ergaben, daß in den Fallutten bis zirka 80 m eine Depression und von da ab Kompression herrscht. Von der Auffangvorrichtung im Füllort gelangte das Material direkt auf das Transportband und mittels dieses bis zum Strebbau. Die Abnutzung der Lutten war in dem ersten Viertel eine verhältnismäßig kleine und von da ab eine erträgliche. Man hilft sich so, daß man Lutten mit einer größeren Abnutzung gegen solche der günstigeren Abnutzungszone auswechselt; die erste Luttentour passierte bisher rund 62.000 cbm; gegenwärtig erfolgt hier der Sturz durch ein Schachttrum.

Beim Johann-II-Schacht entschloß man sich zu der anderen Einbringungsvariante, das ist dem Sturz durch ein vorhandenes, mit Betonplatten abgeschlossenes Schachttrum auf den Wetterschacht Maria-Ratschitz, welcher als ein- und ausziehender Schacht eingerichtet war, gegenwärtig jedoch nur als ausziehender Schacht dient.

Bei der Herstellung der Eintragseinrichtung war man für ein zentrales, lotrechtes Einbringen besorgt. Der Auffangtrichter in der Grube ist ebenfalls aus Abb. 5 ersichtlich. Auch hier kommt das Material mit einer verhältnismäßig geringen Geschwindigkeit an, so daß es vom Auffangtrichter direkt auf das Band geleitet werden kann. Auch hier war die Neugierde groß, was die Schachtwandung und der Scheider machen werden. Die Untersuchungen haben keine Abnutzung der Schachtwandung, sondern nur eine stellenweise Abnutzung der Betonplatten ergeben, die leicht auszuwechseln waren und nunmehr gegen ihre Abnutzung entsprechend vorgesorgt wird. Gestürzt wurden bisher über 150.000 cbm.

Diese günstigen Erfahrungen haben dazu geführt, auch auf Pluto in dem Einbringeschacht, das ist dem Wetterschacht Wiese, eine Abteilung zum Stürzen einzurichten, durch welche bereits 175.000 cbm gingen, ohne daß irgendwelche Abnutzung zu beobachten ist. Die Trumwände belegen sich nämlich mit einer Art Schutzmantel aus dem gestürzten Material, so daß die eigentliche Wandung verschont bleibt.

Auf dem Einbringeschacht auf dem Kohinoorschacht, dem Wetterschacht V, kann infolge der Scheibeneinteilung leider kein Trum zum Versatz benutzt werden, hier sind für das Einbringen des Versatzmaterials aus Reservegründen zwei Luttentouren von 5 mm Wandstärke eingebaut. Durch die erste Tour wurden 125.000 cbm gestürzt, bis die zweite in Betrieb genommen werden mußte.

Auf dem Versatzschacht für den Venusschacht erfolgt das Einbringen ebenfalls durch ein Schachttrum. Auch hier wird eine Reserve durch den Einbau einer Luttentour geschaffen.

## 2. Transporteinrichtungen in der Grube

Eine Grundbedingung für die Wirtschaftlichkeit der Abbaumethode ist die weitgehendste Konzentrierung der Gewinnung auf eine möglichst kurze Front, und dies hat wiederum einen raschen Abbaufortschritt zur Voraussetzung, dessen Geschwindigkeit eine Funktion des Einbringens des Versatzes ist. Letzteres erfordert wiederum die rasche und ununterbrochene Zufuhr des Versatzmaterials, wofür bei den erwähnten Schächten der Brucher Kohlenwerke nur Transportbänder in Betracht kamen. Gewählt wurden Flachbandanlagen (600 mm), wobei man auf leichte Tragkonstruktion ein besonderes Gewicht gelegt hat. Der Transport des Materials in den Strebbau erfolgt ebenfalls auf Bändern, welche letztere auch gleichzeitig dem Abtransport der Kohle von der Front dienen und dort, wo zu diesem Zwecke ein Richtungswechsel notwendig ist, reversierbar eingerichtet sind. Für die Traggerüste wurde eine Konstruktion gewählt, die es ermöglicht, das Transportband in weniger als einer Stunde umzulegen, was für die Einhaltung des Arbeitsturnusses von grundlegender Wichtigkeit ist.

### 3. Mechanisierung der Versatzarbeit

Zuerst entschied man sich für die Blasversatzschleuder.

Für das zur Verfügung stehende Material war die Leistung der Schleuderdüsen, und zwar auch der Doppeldüsen, zu gering, hingegen hat der Luftbedarf eine Höhe

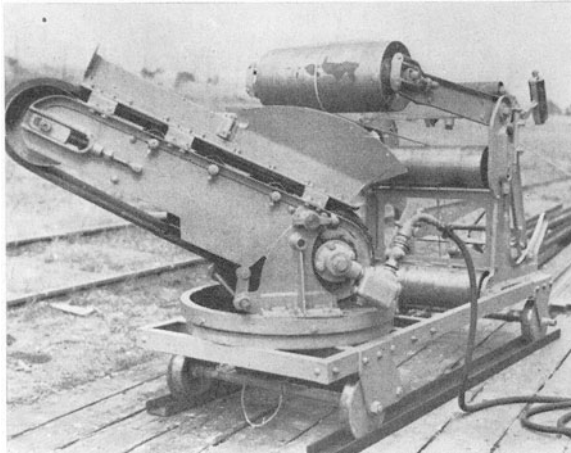


Abb. 6. Versatzschleuder (ältere Bauart)

bis zirka 160 cbm pro Kubikmeter Versatzmaterial erreicht, die die Schaffung von großen Kompressionsanlagen notwendig gemacht hätte, so daß man auf eine mechanische Schleuder, und zwar unter Verwendung eines Schleuderbandes, überging, die ebenfalls eine gewisse Entwicklungsstufe bis zu ihrer jetzigen Konstruktion durchgemacht hat, wie in Abb. 6 zu ersehen ist. Im Wesen besteht die Schleuder aus dem Abwurfwagen, der auf dem Traggerüst des Bandes als Fahrbahn aufmontiert ist, von welchem das Material durch einen Trichter auf ein eigens konstruiertes Gummiband fällt, das mit einem Luft- oder Elektromotor angetrieben wird; die Geschwindigkeit des Bandes beträgt 15 m.

Schwierigkeiten bereitete die Bandkonstruktion. Man muß sich vorstellen, welche ansehnlichen Kräfte das Band zu übertragen hat. Bei einer Spitzenleistung von 100 cbm Versatzmaterial in der Stunde hat dieses Band in der Sekunde rund 50 kg von praktisch einer Anfangsgeschwindigkeit von Null in Bruchteilen von Sekunden auf eine Geschwindigkeit von 15 m zu bringen, was Schubkräfte auslöst, die durch die entsprechende Konstruktion aufgefangen werden müssen.

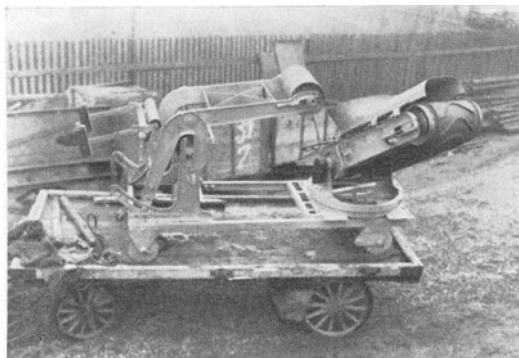


Abb. 7. Versatzschleuder (jüngere Bauart)

Nach vielen Versuchen wurde die aus Abb. 7 zu ersehende Konstruktion gewählt, die sich bestens bewährt hat. Die Rippen widerstehen gut den vorhin erwähnten Schubkräften. Es wurden mit einem Band schon Leistungen von über 10.000 cbm erzielt, so daß die Belastung auch aus diesem Titel eine tragbare ist, wobei bemerkt wird, daß Reparaturmöglichkeit in einer eigenen Vulkanisieranstalt gegeben ist.

Für die in Betracht kommenden Leistungen genügt ein Antriebsmotor von maximal 12 PS. Bei einem Umsetzungsverhältnis bei Luft von Primärkraftaufwand zum Sekundärkraftaufwand von 1 : 7 entspricht dies einem primären Kraftbedarf pro Schleuder von 84 PS, also einem Bruchteil von dem Kraftaufwand, der für die Blasschleuder notwendig war, so daß man mit den vorhandenen Kompressoren vollkommen das Auslangen gefunden hat. Bei einer elektrisch angetriebenen Schleuder ist der primäre Kraftaufwand selbstredend ein entsprechend geringerer, er dürfte rund 15 PS erfordern.

### 4. Mechanisierung des Transportes der Kohle

Wie schon früher erwähnt, geschieht der Abtransport der Kohle vom Strebstoß mit demselben Band wie der Zutransport des Versatzmaterials. Beim Transport der Kohle muß die Schleudereinrichtung ausgeschaltet werden; der weitere Transport der Kohle

erfolgt entweder auf Rutschen oder aber auf Bändern und auch hier zum Teil auf den gleichen Bändern wie der Zutransport des Versatzmaterials, zu welchem Zweck diese Bänder ebenfalls reversierbar eingerichtet sind.

### **Betriebsplan und Betriebsweise**

Der Betriebsplan wurde auf nachstehendem Turnus eingestellt:

Gekohlt wird in zwei Dritteln, im dritten Drittel wird der ausgekohlte Raum versetzt. Der Frontfortschritt in zwei Dritteln beträgt 2,5 m. Bei einer durchschnittlichen Höhe der Scheibe von 2,5 m ergibt dies ein Volumen von 6,5 cbm pro laufenden Frontmeter. Bei einer durchschnittlichen Leistung der Schleuder von 60 cbm in der Stunde und einer Betriebsdauer von 6 Stunden des dritten Drittels können 360 cbm im Versatzdrittel versetzt werden. Hieraus resultiert eine Frontlänge, ohne Berücksichtigung der Vorsenkung, von durchschnittlich zirka 55 m, weshalb die Länge des Frontabschnittes normal mit 50 bis 60 m gewählt wird. Die Kapazität eines solchen Frontabschnittes beträgt somit rund 400 bis 450 t, so daß für eine Leistung von 1200 t pro Tag drei Frontabschnitte mit einer gesamten Frontlänge von 150 m und für eine solche von 1500 t vier Abschnitte von 200 m notwendig sind. Aus Sicherheitsgründen kommt in beiden Fällen ein Abschnitt als Reserve hinzu.

Man sieht hieraus die außerordentlich intensive Konzentrierung der Gewinnung, wenn man diese Frontlängen mit den früher erwähnten für den Kammerbruchbau und Kammerspülversatzbau vergleicht.

Als Beispiel sei in Abb. 8 der Strebbaubetrieb auf dem Venusschacht angeführt, auf dem allerdings die Länge der Frontabschnitte etwas größer gewählt wurde, und zwar 80 und 60 m. Die gesamte Frontlänge beträgt 300 m, gegenüber dem Planbruchbau von 1460 m mit einem Streckennetz von 7600 m und analog gegenüber dem Planbau mit Spülversatz von 2500 bzw. 19.300 m. Die Länge des Versatzbandes vom Sturzschacht bis Verteilungsband beträgt 1300 m. Die Länge des gesamten Streckensystemes beträgt gegenwärtig 14 km gegenüber 94 km im Jahre 1927 beim Spülversatz.

Der Ausbau des Strebbaues erfolgt getrennt von der Kohlegewinnung; das Laden auf das Transportband geschieht von den Kohlenhäuern selbst; eine Trennung dieser beiden Arbeiten ist noch nicht durchgeführt, die diesbezüglichen genauen Feststellungen haben keinen wesentlichen Vorteil ergeben. Das Überstellen des Bandes geschieht durch die Versatzmannschaft und Bauhauer.

Sämtliche Arbeitsverrichtungen an der Front können als eine Fließerbeit bezeichnet und auch mit einer ziemlichen Genauigkeit, soweit sie der Grubenbetrieb zuläßt, abgestimmt werden.

### **Betriebserfahrungen**

Die erste Druckperiode, die von dem ersten Setzen des Hangenden auf den Versatz ausgelöst wird, tritt erfahrungsgemäß nach ungefähr 25 bis 30 m ein, was besonders bei dem Ausbau beachtet werden muß, worauf dann die Vorsenkung eine durchaus gleichmäßige wird und zirka 15 cm beträgt. Das Setzen des Hangenden auf den Versatz ist ein sukzessives und gleichmäßiges, das Material wird je nach dessen Sandgehalt bis auf 60% zusammengedrückt. Der neue Gleichgewichtszustand stellt sich in der Hauptsache zirka 30 m hinter der Front ein, worauf dann die endgültige Zusammenpressung nur allmählich nachfolgt.

Diese Setzungsvorgänge wirken sich konkordant auf die Tagesoberfläche aus, hier tritt die Senkung unmittelbar nach Beginn des Abbaues ein, sie ist jedoch eine vollkommen gleichmäßige, was sich auf die Obertagsobjekte, sei es Gebäude, sei es Bahnen, in einer günstigen Weise auswirkt. Als Beispiel sei angeführt, daß am Johann-II-Schacht die Hauptstrecke Aussig—Eger unterbaut wird, auf der Eilzüge ohne jede Einschränkung verkehren. Die Bahn hat bis jetzt entsprechend der Senkung eine Anhebung von zirka 2,5 m ohne jede Störung erfahren. Die Senkungsgeschwindigkeit beträgt maximal 200 mm monatlich, worauf sie dann sukzessive abnimmt. Die durch die Senkung der Tagesoberfläche hervorgerufene Muldung erstreckt sich weiter als beim Planbau, der Reichwinkel

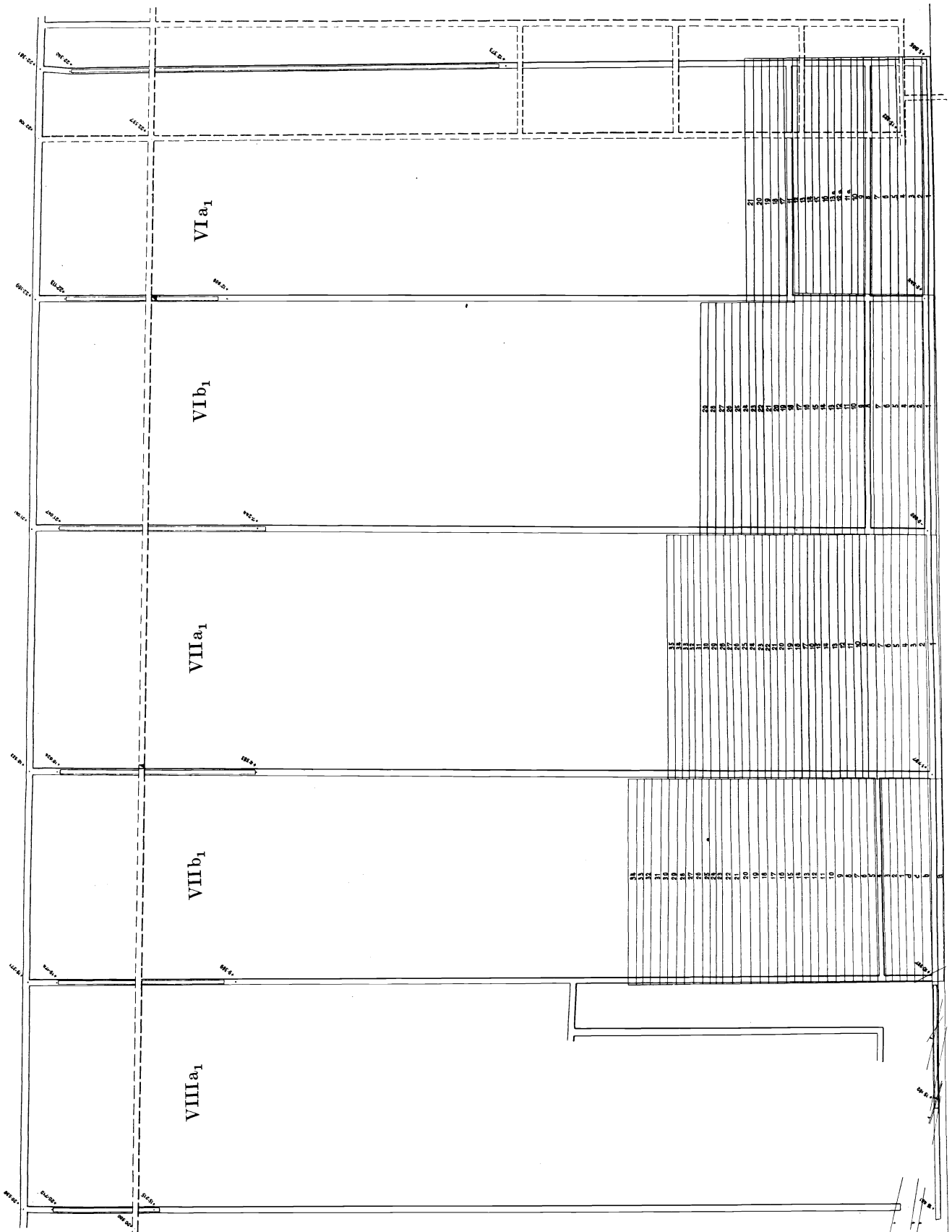


Abb. 8. Strebbaubetrieb auf dem Venusschacht

beträgt bis zu 50°. Die Flachheit der Senkungsmulde bildet für die Auswirkung auf die Obertagsobjekte, insbesondere der Gebäude ein günstiges Moment.

Was den Abbau der folgenden Scheiben anbelangt, so ist Nachstehendes zu erwähnen:

Das zusammengepreßte Versatzmaterial bildet eine vollkommen feste, gesteinsartige Sohle, es wird jedoch aus Reinheitsgründen für die Kohle eine Schicht von maximal 1 dm Kohle anstehen gelassen. Der Abbau der zweiten Scheibe und auch der dritten Scheibe geht glatt vor sich, da die Kohäsion der Kohle nicht gestört erscheint. Erst in den höheren Scheiben macht sich stellenweise eine Auflockerung bemerkbar, die zu einer größeren Vorsicht, was den Ausbau anbelangt, zwingt. Man begegnet diesem erschwerenden Moment dadurch, daß man fürs erste die Ausrichtungsstrecken gegenüber jenen in der unteren Scheibe versetzt, und daß man fürs zweite bei gleicher Frontlänge das Feld der Frontrichtung nach in mehrere kürzere Abschnitte unterteilt, und fürs dritte, besser ausbaut. Auf diese Weise ist es zum Beispiel auf dem Plutoschacht gelungen, den Abbau bis knapp unter den Hangendletten zu führen.

Schwieriger gestaltet sich diese Abbauart in einem Feld, das mit Strecken bereits durchfahren ist. Jede, und auch — wie sich dies gezeigt hat — eine vollkommen frisch aufgefahrene Strecke, bedingt eine Druckzone, was bei einer Annäherung der Front an dieselbe zu Verbrüchen führt, denen durch entsprechenden Ausbau und eventuell durch Schiefstellung der Front vorgebeugt werden muß.

Aber auch bei den diesbezüglich ungünstigsten Verhältnissen auf dem Kohinoorschacht, wo das in Abbau befindliche Feld durch Strecken, die außerdem noch in verschiedenen Niveaus aufgefahren sind, durchwühlt und hier die Gefahr der Verbrüche am ausgeprägtesten ist, steht der Strebbaubau in Anwendung und gestattet eine weitgehendste Konzentrierung gegenüber dem früheren Zustand sowie ein erheblich höheres Ausbringen, als dies im Planbau möglich gewesen wäre, bei dem unter diesen Verhältnissen an ein Ausbringen von über 40% kaum zu denken wäre.

Zu erwähnen sei noch, daß ein wichtiger Faktor für die Wirtschaftlichkeit dieses Versatzbetriebes die möglichste Verbilligung der Versatzgewinnung ist, was durch die Zentralisierung der Versatzgewinnung geschehen wird.

Das Gesagte sei kurz wie folgt zusammengefaßt:

Der Übergang zum Versatzbau bei den Brucher Kohlenwerken war durch die erwähnten Verhältnisse ein erzwungener und war die einzige Möglichkeit, die erwähnten Betriebe vor der Einstellung zu bewahren. Die immerhin ansehnlichen Kosten des Versatzes werden durch die höhere Hauerleistung (bis 24 t inklusive Ladens) und die Vorteile der Konzentrierung ausgeglichen.

Welche Vorteile die Konzentrierung für die Wetterführung und in weiterer Folge Vermeidung von Brühungen mit sich bringt, ist einleuchtend.

Ein Vorteil sei noch erwähnt, und das ist die Abbaumöglichkeit der obersten Hangendscheibe, die im Planbau als Schutzdecke zurückgelassen wird. Diese Scheibe ist beim Planbau vollkommen verloren. Wenn sie beim Scheibenbau aus Qualitätsrücksichten vorderhand angebaut werden müßte, so kann sie später jederzeit zum Abbau gelangen.

Im Sinne der Schonung des Nationalvermögens bildet der Versatzbau zweifellos einen großen Fortschritt, denn er gestattet praktisch eine vollkommene Gewinnung der vorhandenen Kohlensubstanz gegenüber den ganz gewaltigen Verlusten bei den bisherigen Abbaumethoden.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die bisherigen günstigen Erfahrungen mit dem Strebbaubau in Scheiben und Schleuderversatz bei den Brucher Kohlenwerken auch das tschechoslowakische Montanärar veranlaßt haben, auf dem Masaryk-Schacht in Preschen, auf dem ebenfalls unter Schwimmsand abgebaut werden muß, die gleiche Abbaumethode einzuführen. Auch im Falkenauer Revier wird auf dem Adolf-Schacht der Dux-Bodenbacher Eisenbahn das Projekt verfolgt, den Schutzpfeiler unter der Ortschaft Buckwa auf die gleiche Weise abzubauen.



## Über Gesteinbohrer und deren Einfluß auf Leistung und Wirtschaftlichkeit des Bohrbetriebes

Von Direktor Ing. K. Feustel, VDT, Bochum i. W.

Mit 8 Textabbildungen

Wo und wann auch immer in Bergbaukreisen Erörterungen über Leistung und Wirtschaftlichkeit gepflogen werden, können die Belange der Bohrtechnik nicht außer acht gelassen werden. Ganz gleich, ob es sich um Vortriebsarbeiten im Nebengestein oder um den Abbau des Minerals selbst handelt, stets kommt es darauf an, den Sprengarbeiten größtes Augenmerk zu schenken und den Druckluftbohrhammer in den Dienst der Sache zu stellen. Alle namhaften Firmen der Druckluftindustrie haben sich dessen Entwicklung bestens angelegen sein lassen, so daß heute in der Praxis wirklich betriebssichere Hoch-

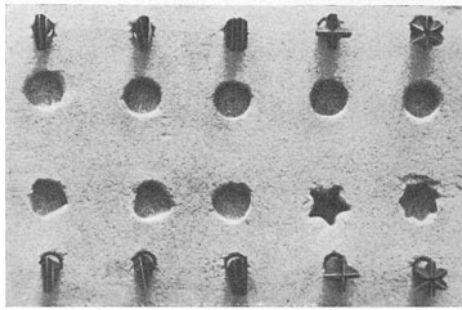


Abb. 1. Mit verschiedenen Bohrerschneiden — richtig (obere Reihe) und falsch (untere Reihe) — hergestellte Bohrlöcher

leistungsbohrhämmer verschiedenster Ausführungen zur Verfügung stehen. Hochleistungsbohrhämmer aber verlangen auch erstklassige Gesteinbohrer. Mit den legierten Bohrstählen, besonders mit den nach dem Metallkernverfahren hergestellten, haben die Stahlwerke dieser Forderung entsprochen. Damit wären alle Voraussetzungen für ein wirtschaftliches Gesteinbohren erfüllt, wenn nicht die Behandlung der Bohrhämmer und Gesteinbohrer in der Praxis vielfach zu wünschen übrig ließ. In Ermangelung richtig eingerichteter Gezäheschmieden, teils auch in Unkenntnis der Zusammenhänge, werden gewöhnlich schon beim Schmieden und Härten der Bohrerschneiden grobe Fehler gemacht. Man

sehe sich nur vorerst die Bohrlöcher einmal näher an. Unrunde, ja ganz kantige Löcher — wie in Abb. 1, untere Reihe, gezeigt — sind nichts Seltenes. Solche Bohrlöcher lassen ohne weiteres auf mangelhafte Gesteinbohrer schließen. Leider finden solche Feststellungen nicht immer die gebührende Beachtung. Zweck dieser Ausführungen soll darum sein, soweit es der engbegrenzte Raum zuläßt, den Einfluß der Gesteinbohrer auf Leistung und Wirtschaftlichkeit des Bohrbetriebes näher zu untersuchen.

### Bohrerschneidenformen

Die im Bergbau gebräuchlichen Schneidenformen sind in Abb. 2 gezeigt; hierbei sind gleichzeitig die für die normalen Bohrstaahlprofile zulässigen Kleinst- und Höchstschneidendurchmesser vermerkt. Bekanntlich sind diese in erster Linie abhängig von der Abmessung des zugehörigen Bohrstaahls. So sollte der kleinste Schneidendurchmesser stets mindestens 6 mm größer sein als der Bohrstaahldurchmesser, damit beim Bohren das hinter die Schneide tretende Bohrklein noch genügend Raum hat. Bei Festlegung des Größtschneidendurchmessers dagegen sind schmiedetechnische Belange zu berücksichtigen. Da das zur Bildung der Schneide erforderliche Fleisch durch Anstauchen des Bohrstaahles gewonnen werden muß, ist darauf zu achten, daß keine zu große Faserverzerrung entsteht und nicht zuviel Wärmen erforderlich werden. Die Staucharbeit einer Schneide sollte gewöhnlich in einer, höchstens in zwei Wärmen durchzuführen sein. Bei zuviel Wärmen besteht übrigens die Gefahr der Entkohlung, so daß mit ungenügender Härtung zu rechnen ist.

Sind aus irgendwelchen Gründen außergewöhnlich große Schneiden unvermeidlich, dann bedient man sich zweckmäßiger aufgesetzter Schneiden, doch müssen deren Durchmesser ebenfalls in einem vernünftigen Verhältnis zu den Abmessungen des Bohrstaahls,

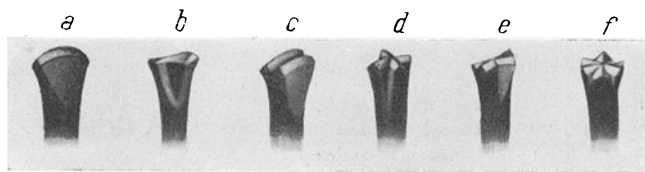


Abb. 2. Im Bergbau gebräuchliche Schneidenformen

Zahlentafel 1

Bohrstahl	a) Einfachschneide	b) Z-Schneide	c) Doppelschneide	d) Kreuzschneide	e) X-Schneide	f) Kronschneide						
	Zulässige minimale und maximale Schneidenbreite bei nebenstehendem Bohrstahl											
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
22 mm $\varnothing$ . . . . .	30	60	30	60	30	55	30	55	30	55	30	50
26 mm $\varnothing$ } . . . . .	34	70	34	70	34	65	34	65	34	65	34	60
22 mm } . . . . .												
30 mm $\varnothing$ } . . . . .	38	80	38	80	38	75	38	75	38	75	38	70
26 mm } . . . . .												
30 mm . . . . .	—	—	—	—	40	85	40	85	40	85	40	80

insbesondere des Bohrereinsteckendes, stehen. Mit der Vergrößerung der Schneidendurchmesser wächst nämlich das Drehmoment und damit zugleich die spezifische Torsionsbeanspruchung des in seinen Abmessungen festliegenden Einsteckendes, das bei Überbelastung leicht abgewürgt werden kann.

Die Auswahl der Schneiden wird bestimmt durch die Beschaffenheit und die Härte des zu bohrenden Materials und Art des Druckluftbohrgezähes. Wenn irgend angängig, bevorzugt man die weniger verzahnten Schneiden, da diese sowohl schmiede- als auch härtetechnisch bequemer und billiger zu behandeln sind; auch ermöglichen diese ein leichteres Zurücktreten des Bohrkleins hinter die Schneide.

Die Einfachschneide empfiehlt sich bei leichteren Bohrarbeiten, d. h. beim Bohren von im Durchmesser kleineren Löchern. Für große Lochdurchmesser eignet sie sich nicht, da auf Grund ihres schmalen Rückens keine genügende Rundführung gegeben ist und demzufolge leicht eckige Löcher entstehen. Ebenfalls kommt sie nicht in Frage für klüftiges Gestein. Ihr Hauptvorteil liegt in ihrer einfachen Form, die ohne besondere Einrichtungen eine billige Herstellung und Instandhaltung ermöglicht.

Die Z-Schneide ist im strengen Sinne als Einfachschneide anzusprechen. Die beiderseits vorgesehenen — die Z-Form ausdrückenden — Flügel dienen in erster Linie der Rundführung. Es ist darum erforderlich, daß die Flügelbreite im richtigen Verhältnis zum Schneidendurchmesser steht. Je größer also der Schneidendurchmesser ist, je breiter müssen die Flügel sein. Dieser Grundsatz wird leider in der Praxis viel zu wenig beachtet. Vielfach werden die Flügel zu schmal gehalten. Die Folge ist, daß auch trotz der Verwendung von Z-Schneiden sehr unrunde, nämlich die typischen dreieckigen Löcher entstehen. Um einen Anhaltspunkt für zum Schneidendurchmesser in richtigem Verhältnis stehende Flügelbreiten zu geben, sei auf Abb. 3 verwiesen.

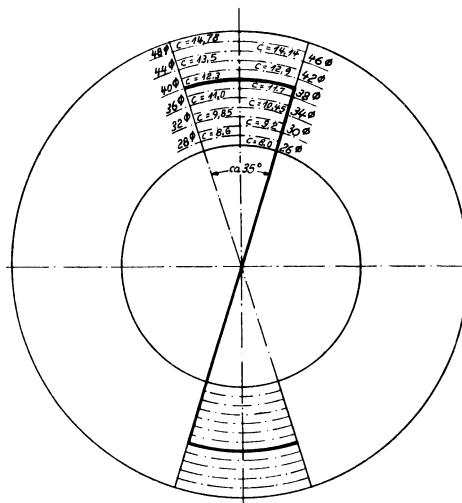


Abb. 3. Schematische Darstellung der Flügelbreiten in Abhängigkeit vom Durchmesser der Z-Schneide

Stets sollten Z-Schneiden nur in vorschriftsmäßigen Hand- oder Maschinenmatrizen hergestellt werden. Die Z-Schneide hat im Bergbau, bei Bohrarbeiten in Querschlägen und Ortsbetrieben größte Verbreitung gefunden. Allgemein wird sie beim Bohren von nicht zu hartem Material, wie Sandstein, Sand-, Ton- und Ölschiefer, Kalkstein, Kaolin, Minette und ähnlichem Material, angewendet.

Die Doppelschneide als Mittelding zwischen ein- und mehrzahniger Schneide wird erforderlich, wenn das zu bohrende Mineral neben einer großen Härte auch klüftig oder im Gefüge ungleichmäßig ist, wie es beispielsweise bei Konglomeraten, Erzen, Beton mit Kieseleinlagerungen usw. der Fall ist. Selbstverständlich läßt sie sich auch für Hartgestein aller Art mit homogener Beschaffenheit mit Vorteil benutzen. Dank ihres im Verhältnis zum Schneidendurchmesser größeren Rückens wird sie gut rund geführt, so daß keine eckigen Löcher entstehen, vorausgesetzt natürlich, daß ihre Ausführung an sich ordnungsgemäß durchgeführt ist. Sind die parallel verlaufenden Schneidzähne gegeneinander versetzt, so wird in Ermanglung einer soliden Rundführung das Bohrloch ebenfalls unrund ausfallen. Beachtlich ist ferner noch, daß die durch die beiden Zähne gebildete mittlere Kerbe nicht zu klein gehalten wird, da sich sonst das Bohrklein zu leicht festsetzt, wodurch die Schneidwirkung nachteilig beeinflußt wird.

Mehrzahnige Schneiden sind notwendig, wenn äußerst hartes und stark klüftiges Material zu bohren ist. Durch die Vielzahl der Zähne ist eine verhältnismäßig geringe spezifische Beanspruchung der Schneidkanten gegeben, welcher Vorteil eine lange Schneidhaltigkeit sehr begünstigt. Außerdem setzt sich die mehrzahnige Schneide in Lösen und Klüften seltener fest. Unerläßlich sind Kronenschneiden, wenn mit Bohrhämmern und Bohrmaschinen mit Handumsatz gebohrt wird, die bekanntlich bei stark schleifend wirkendem Material (Quarzit usw.) mit Rücksicht auf geringsten Seitenverschleiß der Schneiden angewendet werden. Sie ermöglichen trotz des oszillierenden Handbohrerumsatzes ein rundes Loch.

Die Kreuz- und X-Schneiden haben zum Vorteil, daß durch die vier Zähne auch eine viermalige Anlage und damit eine besonders wirksame Rundführung erreicht wird, so daß selbst bei größtem Schneidendurchmesser Gewähr für runde Löcher besteht. Es gilt aber auch hierfür, daß die Dicke der einzelnen Zähne dem Schneidendurchmesser angemessen sein muß. In sehr klüftigem Gestein ist die X-Schneide der Kreuzschneide vorzuziehen, da sie auf Grund der unsymmetrischen Anordnung der Schneidzähne noch weniger Gefahr läuft, sich in Lösen oder Spalten festzusetzen. Allerdings erfordert ihre Herstellung mehr Arbeit als die Kreuzschneide. Beide Schneiden werden bei größerem Durchmesser — etwa über 75 mm — meist aufsteckbar ausgeführt. Die Befestigung auf dem Bohrstahl erfolgt hierbei durch Konus.

Für die Kronenschneide gilt sinngemäß das gleiche wie für die Kreuz- und X-Schneide. Da am Schneidenumfang der Raum zwischen den Zähnen verhältnismäßig klein ist, pflegt man die Ausschnitte durch besondere Nuten zu erweitern, um das Zurücktreten des Bohrkleins zu fördern. Hierbei sind scharfkantige Einkerbungen streng zu vermeiden.

In Anbetracht der großen Charakterunterschiede der Mineralien ist es unmöglich, für alle Einzelfälle verbindliche Angaben bezüglich der zweckmäßigsten Schneidenformen zu machen, und zwar schon aus dem Grund nicht, weil außer der Schneidkantenanzahl auch der Zahn- bzw. Schnittwinkel eine große Rolle spielt. In der Praxis sind zwar im Laufe der Zeit Erfahrungswerte bekannt geworden, die neuerdings auch vom Fachnormenausschuß für Bergbau zur Norm erhoben wurden. So soll beispielsweise der Schnittwinkel für weiches bis hartes Mineral =  $75^{\circ}$ , für sehr hartes Mineral dagegen  $90^{\circ}$  betragen. Ob aber diese Werte für die mannigfaltigsten Verhältnisse die vorteilhaftesten sind, muß in Frage gestellt werden. Allein die Begriffe, weich, mittelhart, hart, sehr hart, sind einer derartig unterschiedlichen Beurteilung ausgesetzt, daß sie als zuverlässiger Maßstab nicht gelten können. Zudem kommt es nicht allein auf die Härte, sondern auch auf die Struktur des betreffenden Minerals an. Manches Material läßt sich trotz größter Härte schneller

und besser bohren — weil sehr gut spaltbar — als ein weniger hartes, aber zähes Material. Alle diese Umstände zeigen, wie schwierig eine allgemein gültige Fixierung und Normung der Formen und Abmessungen der Bohrschneiden ist; die hier gemachten Angaben sind darum auch nur als Richtlinien zu bewerten.

Ein wirtschaftliches Bohren wird stets ein richtiges Anpassen der Schneiden an die örtlichen Verhältnisse erforderlich machen. Dies aber ist nicht ohne umfangreiche empirische Versuche möglich. Leider wird meist in der Praxis — wenn schon Verständnis für die Wichtigkeit der Schneiden vorhanden — die Zeit für systematische Versuche nicht aufgebracht. So kommt es, daß zum Schaden des gesamten Betriebes jahraus, jahrein mit in Form und Ausführung unvorschriftsmäßigen Schneiden gearbeitet wird. Nicht allein, daß hierdurch keine Höchstleistungen erzielt werden, auch der Verschleiß der Bohrer und der Bohrhämmer selbst wird unter Umständen erhöht.

Es ist nach den Darlegungen außer Zweifel, daß die Bohrschneiden von größtem Einfluß auf Leistung und Wirtschaftlichkeit des Bohrbetriebes sind. Der beste und schlagstärkste Hammer kommt nicht voll zur Geltung, wenn die Schneidenform falsch gewählt oder die Schneidenausführung nicht sachgemäß durchgeführt ist. Bei ungenügender Bohrleistung sollte darum die Ursache nie allein beim Bohrhämmer, sondern auch beim Bohrer selbst gesucht werden; leider wird dies oft versäumt. Gewöhnlich macht man bei Minderleistungen lediglich den Bohrhämmer verantwortlich und läßt die größten Fehler der Bohrer unbeachtet.

Daß auch eine falsche Warmbehandlung der Schneiden sowohl beim Schmieden als auch beim Härten von schädlichem Einfluß auf die Bohrleistung ist, zeigen eindeutig nachstehende Ergebnisse durchgeführter Versuche.

Zustand der Bohrschneide	Bohrleistung in mm/min.
1. Richtig geschmiedet, richtig gehärtet .....	190
2. Überhitzt geschmiedet, richtig gehärtet .....	150
3. Richtig geschmiedet, zu niedrig gehärtet .....	75
4. Richtig geschmiedet, überhitzt gehärtet .....	35
5. Richtig geschmiedet, beim Härten zu schnell erhitzt .....	120

Hiernach beeinflussen die Härtefehler die Bohrleistung ganz besonders nachteilig, während Schmiedefehler als das kleinere Übel in Erscheinung treten. Nicht zu grobe Schmiedefehler lassen sich übrigens durch eine sorgfältige Härtung wieder ziemlich ausgleichen bzw. beheben.

### Abstufung der Bohrschneidendurchmesser

Nicht minder wichtig ist die Abstufung der Schneidendurchmesser. Gewöhnlich werden diese je nach Härte und Beschaffenheit des zu bohrenden Minerals gleichmäßig um 2 bis 5 mm, unter Umständen auch mehr abgestuft. Ist z. B. ein 3,5 m tiefes Loch zu bohren, und hat man sich für einen siebenteiligen Satz Hohlbohrer Profil 22 mm  $\varnothing$  entschieden, so wählt man unter Berücksichtigung der Vorschrift, daß der Endschneidendurchmesser mindestens 6 mm größer sein soll als der Bohrstahldurchmesser, die Schneidendurchmesser etwa wie in Zahlentafel 2 angegeben. Eine derartige gleichmäßige Durch-

Zahlentafel 2

	Mineral	Ab- stufend mm	Bohrernutzlänge in m						
			0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Bohrer- schneiden- durchmesser in mm	sehr hart	5	60	55	50	45	40	35	30
	hart	4	54	50	46	42	38	34	30
	mittelhart	3	48	45	42	39	36	33	30
	weich	2	42	40	38	36	34	32	30

messerabstufung schließt einen elementaren Fehler ein. Sie läßt nämlich unberücksichtigt, daß die einzelnen Schneiden entsprechend ihres unterschiedlichen Durchmessers am Umfang ungleichmäßig verschleifen. Der Umfang bzw. Seitenverschleiß der Schneiden ergibt sich bekanntlich aus dem Produkt: „Reibungswiderstand mal Umfangsgeschwindigkeit.“

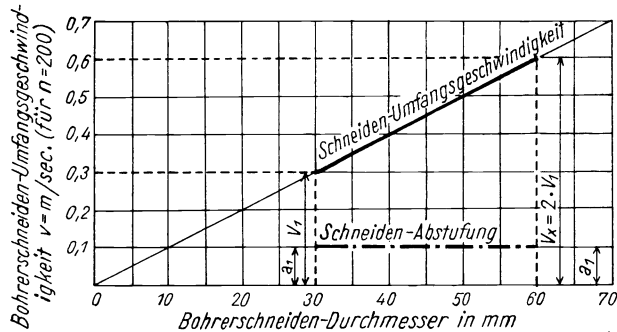


Abb. 4. Schneiden-Umfangsgeschwindigkeit bei gleichmäßiger Schneidenabstufung

Je größer also der Schneidendurchmesser ist, je größer wird bei gleichbleibender Umdrehungszahl die Umfangsgeschwindigkeit und damit auch die Abnutzung der Schneide am Umfang werden. So beträgt beispielsweise bei einer Bohrerzahl  $n = 200$  die Umfangsgeschwindigkeit der Anfangsschneide von 60 mm  $\varnothing$   $V_x = 0,6280$  m/sec, und die der Endschneide von 30 mm  $\varnothing$   $V_1 = 0,3140$  m/sec, d. h. nur halb soviel, wie dies auch aus der graphischen Darstellung Abb. 4 ersichtlich ist.

Demnach muß auch der Seitenverschleiß der Anfangsschneide doppelt so groß sein als der der Endschneide. Bei stark schleifendem Mineral und zu klein gewählter Abstufung der Schneidendurchmesser besteht die Gefahr, daß die größeren Schneiden am Umfang bereits bis auf den Durchmesser der nachfolgenden kleineren Bohrerschneide oder noch mehr verschleifen, bevor der Bohrer auf seiner ganzen Nutzlänge abgebohrt ist. Die unausbleiblichen Folgen sind: Klemmen der Schneiden im Loch, Erschwerung des Bohrerumsatzes und damit Nachlassen der Bohrleistung. Ein weiteres Übel ist, daß der nächstfolgende Bohrer nicht frei genug nachgeführt werden kann. Häufig genug kann man beobachten, daß in solchen Fällen auf gröbste Art von Hand nachgeholfen wird. Man versucht den Bohrer durch Schlagen und Würgen freilaufend zu bekommen, ohne zu bedenken, daß auf diese Weise Bohrer und Bohrhammer gleichviel leiden. Ist andererseits die Schneidendurchmesserabstufung von  $a$  mm für die größeren Schneiden ausreichend, so muß sie für die kleineren Schneiden mit Rücksicht auf die im Verhältnis zum Schneidendurchmesser kleineren Umfangsgeschwindigkeiten als zu groß bezeichnet werden, d. h. das Bohrvolumen wird zu groß, demzufolge wird auch der Bohrvorschub bzw. die Bohrleistung eine entsprechend geringere sein. Da nun bei der üblichen Bauweise der Bohrhämmer eine Regulierung der Bohrerumdrehung nicht möglich ist, ist es geboten, die Schneidendurchmesserabstufung zu differenzieren, um auf diese Weise dem unterschiedlichen Seitenverschleiß der Schneiden etwa Rechnung tragen zu können.

Richtig ist, die Schneiden nach Möglichkeit im Verhältnis zu ihren Umfangsgeschwindigkeiten abzustufen. Beträgt also, um bei obig angeführtem Beispiel zu bleiben, für die Endschneide von 30 mm  $\varnothing$  die Umfangsgeschwindigkeit  $= v_1$  und die Durchmesserabstufung  $= a_1$ , dann muß für die Anfangsschneide von 60 mm  $\varnothing$  mit der Umfangsgeschwindigkeit  $v_x = 2 \cdot a_1$  betragen (s. Abb. 5).

Es ergibt sich somit die Proportion:

$$V_1 : V_x = A_1 : A_x.$$

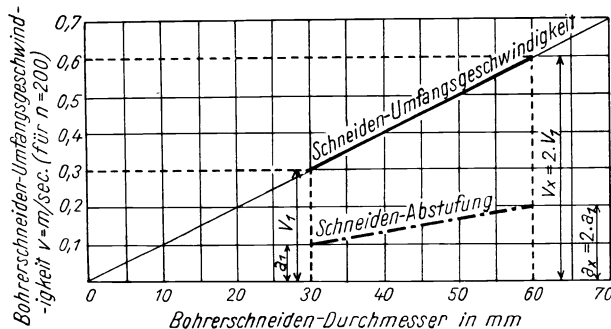


Abb. 5. Schneiden-Umfangsgeschwindigkeit mit differenzierter Schneidenabstufung

Diese Proportion in eine Gleichung umgeformt, ergibt:

$$V_1 \cdot A_x = V_x \cdot A_1$$

oder:

$$\frac{A_1}{V_1} = \frac{A_x}{V_x}$$

Letztere Gleichung auf einen mehrteiligen Satz Bohrer bezogen, ergibt:

$$\frac{A_1}{V_1} = \frac{A_2}{V_2} = \frac{A_3}{V_3} = \frac{A_4}{V_4} \dots = \frac{A_x}{V_x}$$

Hiernach lassen sich die Größen der einzelnen Bohrerschneiden für beliebige Bohrersätze ermitteln, wenn für eine bestimmte Schneide, z. B. für die kleinste, als Abstufung ein dem Gestein entsprechender Erfahrungswert zugrunde gelegt wird. Beträgt wie in Abb. 5 der Durchmesser der Kleinstschneide (Schneide Nr. 1) 30 mm und sei eine Mindestabstufung  $a = 4$  mm festgelegt, dann errechnet sich die nächstfolgende Abstufung  $a_2$  aus:

$$\frac{A_1}{V_2} \cdot \frac{A_2}{V_2}; \text{ nämlich } A_2 = \frac{A_1 \cdot V_2}{V_1}$$

In letzterer Formel sind bekannt:

- $A_1 =$  Kleinstabstufung = 4 mm,
- $V_1 =$  Umfangsgeschwindigkeit der Kleinstschneide (Nr. 1)  
 $= \frac{0,030 \cdot 3,14 \cdot 200}{60} = 0,314$  m/sek bei  $n = 200$ ,
- $V_2 =$  Umfangsgeschwindigkeit der nächstfolgenden Schneide (Nr. 2)  
 $= \frac{0,034 \cdot 3,14 \cdot 200}{60} = 0,355$  m/sek bei  $n = 200$ ;

somit ist: 
$$a_2 = \frac{4 \cdot 0,355}{0,314} = 4,52 \text{ mm.}$$

Die dritte Schneide würde also einen Durchmesser von  $34 + 4,52 = 38,52$  mm erhalten. Ein Bohrersatz bis 3,5 m Länge mit 0,5 m Längenabstufung baut sich demnach wie in Zahlentafel 3 auf.

Entsprechend der mannigfaltigen Mineralhärten sind vier Kurven (s. Abb. 6) festgelegt, deren unterschiedlicher Verlauf durch die empirisch gewählten Schneidenkleinstabstufungen bestimmt ist; und zwar sind als Kleinstabstufungen zugrunde gelegt:

- für härtestes Mineral = 5 mm
- „ hartes „ = 4 „
- „ mittelhartes „ = 3 „
- „ weiches „ = 2 „

Die Kurven sind dadurch entstanden, daß die nach vorstehendem Verfahren ermittelten Schneidendurchmesser in gleichen Abständen nebeneinander aufgetragen wurden. Da sich die Kurven, wie bereits erwähnt, auf einem bestimmten Endschneidendurchmesser aufbauen, ändern sie sich auch mit dessen Größe. In Abb. 6 ist als Ausgangspunkt der Kurven ein Endschneidendurchmesser von 30 mm angenommen.

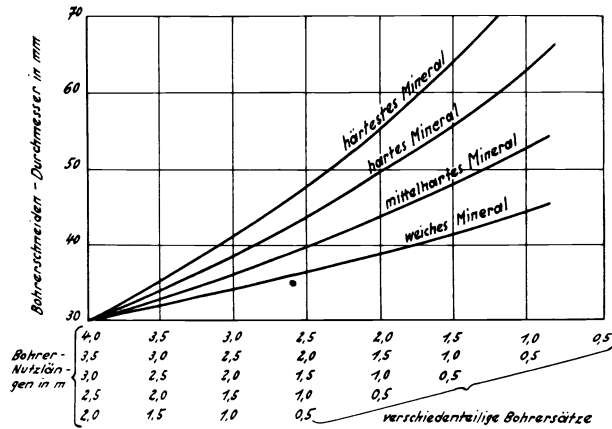


Abb. 6. Schneidendurchmesser für verschiedene Mineralhärten

Zahlentafel 3

Bohrer-nutzlänge in m	Schneidendurchmesser in mm	Schneiden-umfanggeschwindigkeit in m/sek.	Schneiden-abstufung in mm
3,5	30	0,314	
3,0	30 + 4,0 = 34	0,356	4,0
2,5	34 + 4,5 = 38,5	0,403	4,5
2,0	38,5 + 5,1 = 43,6	0,446	5,1
1,5	43,6 + 5,8 = 49,4	0,515	5,8
1,0	49,4 + 6,6 = 56,0	0,583	6,6
0,5	56 + 7,5 = 63,5	0,664	7,5

Selbstverständlich wird man in der Praxis die sich hierbei ergebenden Dezimalwerte entsprechend abrunden, wie aus Zahlentafel 4 ersichtlich.

Zahlentafel 4

	Mineral	Mindest- abstufung der Kleinstschneide in mm	Bohrernutzlängen in m						
			0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
			Theoretische Werte eingeklammert						
Bohrerschneiden- durchmesser in mm	sehr hart	5	(74,5) 74	(64,2) 64	(55,3) 55	(47,5) 47	(40,8) 41	(35) 35	(30) 30
	hart	4	(63,5) 63	(56) 56	(49,4) 50	(43,6) 44	(38,5) 39	(34) 34	(30) 30
	mittelhart	3	(52,8) 53	(48,3) 48	(43,9) 44	(39,9) 40	(36,6) 36	(33) 33	(30) 30
	weich	2	(44,2) 45	(41,4) 42	(38,8) 39	(36,4) 36	(34,1) 34	(32) 32	(30) 30

Normalerweise wird man nicht einmal nötig haben, die jedem Praktiker umständlich erscheinende theoretische Ermittlung der Schneidendurchmesserabstufung in jedem Fall anzustellen. Für ein bestimmtes Mineral und einem gegebenen Bohrhammer einmal durchgeführte gründliche Festlegung durch vorbeschriebene Rechnung und praktische Erprobung dürfte vollauf genügen. Hat dann auch der Gezäheschmied die nötigen Richtlinien erhalten und verfügt er über die entsprechenden Schneidenschärfmatrizen, dann ist mit einem störungsfreien Bohrbetrieb zu rechnen, der den Vorzug genießt, logisch aufgebaut zu sein.

### Abstufung der Bohrernutzlängen

Die gründliche Bearbeitung der Materie gebietet, in diesem Zusammenhang noch näher auf die Abstufung der Bohrernutzlängen einzugehen. Ist nach den vorangegangenen Ausführungen bei Festlegung der Schneidendurchmesser der in erster Linie von der Umfangsgeschwindigkeit abhängige Seitenverschleiß zu berücksichtigen, so muß bei Einteilung der Bohrersätze, d. h. bei Bemessung der einzelnen Bohrernutzlängen auf die Schneidenform Rücksicht genommen werden. Gewöhnlich werden die Bohrernutzlängen je nach Härte und Beschaffenheit des zu bohrenden Minerals um 0,5 bis 1,0 m abgestuft, ganz gleich, ob die Bohrerschneiden ein- oder mehrzahnig sind. Daß nun bei gegebenem Bohrhammer eine Einfachschneide der größeren spezifischen Beanspruchung der Schneidkante wegen sich verhältnismäßig früher abnutzen wird als beispielsweise eine Doppel- oder Kreuzschneide mit den längeren und darum spezifisch geringer beanspruchten Schneidkanten, ist einleuchtend. Dieser Umstand ist nun leicht auszugleichen durch eine entsprechende Differenzierung der Bohrernutzlängen. Die Frage ist nur: „Welches ist in dem einzelnen Fall die wirtschaftlichste Abstufung der Bohrernutzlänge bei bestimmter Schneidenform?“ oder mit anderen Worten: „Bis zu welcher Bohrtiefe darf eine einwandfreie Schneide durchschnittlich beansprucht werden, wenn verlangte Minderleistungen nicht unterschritten werden sollen?“ In Beantwortung dieser Frage sei auf Abb. 7 verwiesen.

Aus dieser geht hervor, daß der durch die Abnutzung der Schneidkanten bedingte Leistungsabfall um so früher einsetzt, je geringer die Anzahl der Schneidzähne bzw. je geringer die Gesamtlänge der Schneidkanten der Bohrerschneide ist.

Zur näheren Erläuterung der Abb. 7 diene folgendes: Die über der Abszisse eingezeichneten Leistungskurven der verschiedenen Bohrerschneiden sind unter Anlehnung an praktische Erfahrungswerte zunächst theoretisch festgelegt. Hiernach läßt die Schnittfähigkeit bzw. Leistung der wenigerzahnigen Schneiden mit zunehmender Bohrzeit

stärker nach als die der mehrzahnigen Schneiden, wie es nach vorher Gesagtem auch nicht anders sein kann. Dieser Leistungsunterschied spiegelt sich auch in den unter der Abszisse befindlichen Kurven wieder, aus denen die Bohrleistungen in den einzelnen Bohrminuten abzulesen sind. Die parallel zur Abszisse eingetragene Linie  $x \div x$ , die der angestrebten Mindestleistung zu entsprechen hat, durchschneidet die Kurven, und zwar je nach deren Verlauf früher oder später. Überträgt man nun die Schnittpunkte auf die zugehörigen Kurven über der Abszisse und von hier aus auf die Ordinate, so ergeben sich die der verlangten Mindestleistung entsprechenden wirtschaftlichen Bohrer-Nutzlängenabstufungen. Nach dem theoretischen Beispiel betragen diese bei der Einfachschneide zirka 350 mm, bei der Doppelschneide zirka 520 = ~ 500 mm und bei der Kronenschneide zirka 620 = ~ 600 mm.

Selbstverständlich ändern sich diese Werte mit der Art und Beschaffenheit des Minerals und müssen die Vergleichskurven in jedem Fall durch praktische Bohrversuche bestimmt werden.

Wenn auch eine derartige Ermittlung dem Praktiker allzu theoretisch erscheinen mag, so kann doch deren Wert nicht in Abrede gestellt werden. Sie läßt klar erkennen, in welcher Abhängigkeit die Nutzlängenabstufung der Bohrer zu der Form der Schneide steht. Die praktische Auswertung sei an nachstehendem Beispiel dargelegt: Zu bohren sei ein zirka 2,5 m tiefes Loch. Bei Verwendung der Einfachschneide und Einhaltung der wirtschaftlichen Bohrer-Nutzlängen müßte ein sieben-teiliger Bohrersatz, bestehend aus Nutzlängen: 0,35 — 0,70 — 1,05 — 1,40 — 1,75 — 2,10 — 2,45 m = Gesamtbohrernutzlänge 9,80 m verwendet werden, während im gleichen Fall bei Benutzung der Doppelschneide ein Bohrersatz, bestehend aus Nutzlängen: 0,50 — 1,00 — 1,50 — 2,00 — 2,50 m einzusetzen wäre. Das Loch würde also im letzteren Fall mit nur 5 Bohrern bei einer Gesamtbohrernutzlänge von nur 7,5 m ebenso vorteilhaft, wenn nicht noch wirtschaftlicher herzustellen sein. Zu dieser möglichen Bohrstahlersparnis kommt noch der Vorteil, daß auch eine geringere Anzahl Schneiden zu schmieden und zu härten sind, daß also die laufenden Instandhaltungsarbeiten geringer sind, was unter anderem trotz der etwas höheren Schmiedekosten der mehrzahnigen Schneiden eine weitere Verbilligung bedeuten kann. Wenn weiter daran gedacht wird, daß in Bergwerken und Steinbrüchen die Betriebspunkte oft kilometerweit von der Gezäheschmiede abliegen und demzufolge Zeit und Kosten für den Bohrertransport sehr ins Gewicht fallen, dann wird man auch den Wert einer systematischen Ermittlung der von der Schneidenform abhängigen wirtschaftlichsten Bohrer-Nutzlängenabstufung anerkennen müssen.

Wenn letztere Ausführungen auch nur theoretischer Natur sind und bei der Vielgestaltigkeit der Mineralien und der örtlichen Betriebsverhältnisse wertmäßig keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen können, so zeigen sie doch, welche verschiedensten Gesichtspunkte bei Erstrebung eines wirtschaftlichen Bohrbetriebes zu beachten sind. Es kann nun weder vom Bohrmann noch vom Schmied verlangt werden, sich mit der Lösung all der angeschnittenen Fragen zu beschäftigen. Dies ist vielmehr Sache des Betriebsleiters oder in den Großbetrieben des Wirtschaftsingenieurs, der in neuerer Zeit vielerorts eingesetzt wurde. Jedenfalls bietet der Gesteinbohrbetrieb ein weites und lohnendes Betätigungsfeld für jeden, der für dessen Volleistung und Wirtschaftlichkeit

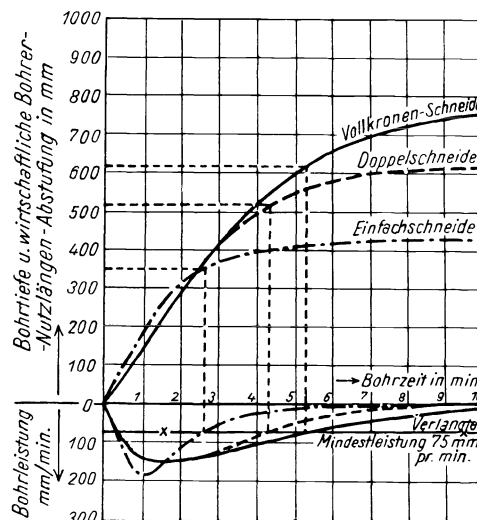


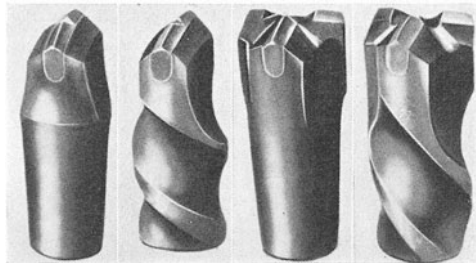
Abb. 7. Theoretische Ermittlung der wirtschaftlichen Bohrer-Nutzlängen unter Berücksichtigung der Schneidenformen



verantwortlich ist. Im Interesse der Sache wäre, wenn sich auch die Wissenschaft mehr als bisher mit der Gesteinbohrtechnik befassen würde. Allein die Fragen: „Welches sind die vorteilhaftesten Schnittwinkel der Schneidenzähne für das oder jenes Gesteinmaterial?“ oder: „In welchen Grenzen darf sich die Umfangsgeschwindigkeit der Schneiden bei den mannigfaltigen Gesteinarten bewegen?“, bieten Aufgaben, die interessant genug sind und deren Lösung den Konstrukteur und den Gesteinpraktiker gleichviel interessieren.

### Aufsetzbare Bohrschneiden mit Widiabestückung

Der Abschnitt über die Gesteinbohrerschneiden soll nicht abgeschlossen werden, ohne noch auf die in neuester Zeit auf den Markt gekommenen Schlagbohrschneiden mit Widiabestückung einzugehen. Es wird hierbei als bekannt vorausgesetzt, daß das Hartmetall „Widia“ bei drehendem Bohren in Kohle, Salz u. a. weniger hartem Mineral weiteste



*a*                      *b*                      *c*                      *d*

Abb. 8 *a, b*. Aufsetzbare Einfach-Schneiden mit Widiabestückung

*a* für Einfach-Voll- und -Hohlbohrer, *b* für Schlangen-Voll- und -Hohlbohrer

Abb. 8 *c, d*. Aufsetzbare Ypsilon-Schneiden mit Widiabestückung

*c* für Einfach-Voll- und -Hohlbohrer, *d* für Schlangen-Voll- und -Hohlbohrer

Verbreitung gefunden hat. Seine hohe Verschleißfestigkeit sicherte ihm eine große Überlegenheit gegenüber jeder anderen Drehbohrschneide aus Stahl. Diese günstigen Ergebnisse führten denn auch zu Drehbohrversuchen im Hartgestein, auf die jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden kann. Es genügt zu sagen, daß die widiabestückten Drehbohrschneiden im Hartgestein bis heute keine praktische Bedeutung gewonnen haben. Man war daher bestrebt, Bohrschneiden mit Widiaersatz auch für das schlagende Gesteinbohren zu entwickeln. Abb. 8 *a* bis *d* zeigen solche gebräuchliche Ausführung.

Die eigentlichen Schneidkanten werden durch die in Nuten eingebetteten und festgelöteten Widiastücke gebildet, wobei man sich bezüglich der Form an frühere Erfahrungen angelehnt hat. Je nach dem, ob diese Bohrschneiden für

Hohl- oder Schlangenbohrstahl bestimmt sind, werden sie im Schaft entweder glatt gehalten (Abb. 8 *a* und *c*) oder mit einem Drall für den Bohrmehltransport versehen (Abb. 8 *b* und *d*). Die Verbindung mit dem Bohrstahl erfolgt in beiden Fällen durch einen Innenkonus. Diese Befestigung bietet zwar genügend Gewähr gegen ein unerwünschtes Lockern, hat aber den Nachteil, daß der Schneidenschaft durch die Konusreibung sehr warm wird und außerdem schwer wieder abzuziehen ist. Aus diesem Grund wurden weitere Versuche mit einem Innentrapezgewinde von vier Gang pro Zoll Steigung durchgeführt, das sich verhältnismäßig gut bewährt hat.

Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen der Praxis setzt eine erfolgreiche Verwendung dieser Widiaschlagbohrschneiden ein homogenes Gestein bzw. Mineral voraus. Unter solchen günstigen Umständen sind auf Grund der hohen Verschleißfestigkeit zweifellos nennenswerte Ersparnisse an reiner Bohrzeit und an Kosten zu erzielen, die normalerweise durch Transport und Schmiede- bzw. Härtebehandlung der Gesteinbohrer aus Stahl aufzuwenden sind. Auch daß diese Widiaschneiden einen verhältnismäßig geringen Seitenverschleiß haben und demzufolge im Durchmesser nur gering abgestuft zu werden brauchen, ist ein Vorteil. Nachteilig dagegen ist, daß sie in klüftigem und konglomeratischem Gestein nicht anzuwenden sind, da hier mit Ausbrechen des von Natur aus spröden Widias zu rechnen ist. Interessant ist noch die Feststellung, daß die

Widiaschlagbohrschneiden nur die Verwendung von Bohrhämmern mit einem Zylinderdurchmesser von maximal 55 mm zulassen. Bei Bohrhämmern mit größerem Zylinderdurchmesser, d. h. größerer Einzelschlagstärke, ist mit vorzeitigem Bruch der Widia- bestückung zu rechnen.

Nach weiteren Erfahrungen mit Widiaschlagbohrschneiden hat sich für notwendig erwiesen, den zugehörigen Bohrstahl aus einer vergüteten Spezialqualität herzustellen, um deren Festigkeit gegen Dauerbrüche zu erhöhen.

Ob es zu einer umfangreichen Verbreitung der Widiaschlagbohrschneiden kommen wird, bleibt abzuwarten. Die Entwicklung ist jedenfalls noch nicht abgeschlossen. Auch steht der Einführung der hohe Anschaffungspreis entgegen. Der Verlust einer Schneide — sei er durch Defektwerden oder Abhandenkommen verursacht — wirkt sich noch zu schwerwiegend aus und kann leicht die möglichen Gewinne wieder aufheben.

## Über laboratoriumsmäßige Ermittlungen der Entflammbarkeit von Kohlenstauben

Von o. Prof. Ing. **Josef Fuglewicz**, Vorstand der Lehrkanzel für Bergbaukunde an der Montanistischen Hochschule Leoben

Mit 10 Textabbildungen

Bei der geringen Zahl der österreichischen Stein- und Braunkohlenbergbaue mit Schlagwetter- und Kohlenstaubentwicklung, wäre die Errichtung und Betreuung einer eigenen Versuchsstrecke oder Versuchsgrube wirtschaftlich wohl nicht gerechtfertigt. Dafür besteht ein um so größeres Interesse für ein laboratoriumsmäßiges Gerät zur Bestimmung der Zündgefährlichkeit von Kohlenstauben. Leider gibt es heute noch kein allgemein verwendetes Gerät, das einwandfreie, mit den in den Versuchsstrecken erhaltenen Werten vergleichbare Resultate ergibt. Weichen doch die Ergebnisse der einzelnen Versuchsstrecken selbst voneinander und von den in den Versuchsgruben gewonnenen ab. Die Gründe hierfür liegen teils in dem nach Größe und Form verschiedenen Aufbau der Versuchsstrecken, teils in der verschiedenen Art der Initialzündung.



Abb. 1. Separationsstaub, 75 bis 60  $\mu$  (47f. Vergr.)

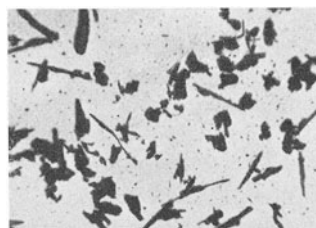


Abb. 2. Kappenstaub, 75 bis 60  $\mu$  (25f. Vergr.)

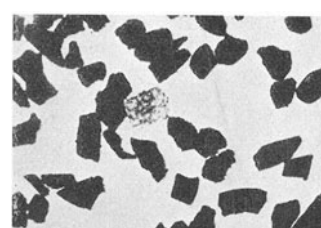


Abb. 3. Gemahlene Würfelmohle, 75 bis 60  $\mu$  (47f. Vergr.)

Meist liegt die Ursache auch schon in der Probenahme des zu untersuchenden Staubes. Für die Großversuche reichen die an bestimmten Orten zum Absatz gelangten Staubmengen nicht aus, weshalb die an diesen Orten anstehende Kohle zur Probe entnommen und vermahlen wird. Welche Unterschiede sich hierbei in der Zusammensetzung der Probe ergeben können, möchte ich an Hand eines Beispielen zeigen: Es lagen von einer Steinkohlengrube ein in der Separation abgesetzter Staub, ein an einem feuchten Ort der Grube von den Kappen entnommener Staub und ein aus Würfelmohlen gemahlener Staub vor, der auf ganz gleiche Mahlfeinheit wie der Separationsstaub gebracht wurde. Schon die mikroskopische Untersuchung zeigte die Unterschiede auf (Abb. 1, 2 und 3).

Es sind die Kornfraktionen zwischen 60 und 40  $\mu$ . Abb. 1 zeigt den Separationsstaub, Abb. 2 den Kappenstaub und Abb. 3 den aus der Würfelkohle gemahlene Staub:

Der Separationsstaub war mit 96% durch das 10.000-Maschensieb (60  $\mu$ ) durchgefallen und hatte bei 12% Asche und 3,5% Feuchtigkeit, 16,52% flüchtige Bestandteile auf Reinkohle bezogen.

Die gemahlene Würfelkohle, die auf die gleiche Feinheit gebracht wurde, hatte bei 6% Asche und 8% Feuchtigkeit, 29,54% flüchtige Bestandteile auf Reinkohle bezogen.

Der in der Grube abgesetzte Kappenstaub ist mit 92% durch das 10.000-Maschensieb (60  $\mu$ ) durchgefallen und hatte bei 17% Asche und 18% Feuchtigkeit, 16,20% flüchtige Bestandteile auf Reinkohle bezogen.

Dementsprechend waren auch die Versuchsergebnisse mit den später angegebenen Apparaten.

Wie sehr die Art und Dauer der Mahlung den Feinheitsgrad und auch die chemische Zusammensetzung der Staubprobe beeinflusst, erhellt aus dem folgenden Beispiel: Eine in der Inkohlung weiter fortgeschrittene Braunkohle, wurde in einer Kreuzschlagmühle gemahlen und der Durchfall durch das 144-Maschensieb durch Siebanalyse in einzelne Fraktionen zerlegt. Die gleiche Kohle wurde dann auf einer Mörsermühle 5, 10, 15, 20 und 25 bis 35 Minuten lang gemahlen und die Siebanalyse in gleicher Weise durchgeführt.

Das Ergebnis war folgendes:

Zahlentafel 1

Glanzkohle	500 bis 250 $\mu$	250 bis 120 $\mu$	120 bis 75 $\mu$	75 bis 50 $\mu$	40 bis 0 $\mu$
	in Prozenten				
Grob gemahlen in der Kreuzschlagmühle . . . . .	53,12	26,18	9,9	5,8	5,0
Fein gemahlen in der Mörsermühle:					
Nach 5 Min. . . . .	27,90	26,84	14,9	12,84	17,52
Nach 10 Min. . . . .	28,99	22,90	13,61	12,77	21,73
Nach 15 Min. . . . .	9,00	37,23	16,26	13,89	23,62
Nach 20 Min. . . . .	0,61	24,33	25,36	17,76	31,94
Nach 25 Min. . . . .	0,02	9,43	28,42	22,67	39,46
Nach 35 Min. . . . .	0,00	0,82	12,62	28,07	58,43

Der grobgemahlene Staub von 500  $\mu$  abwärts hatte bei 4% Asche und 13% Feuchtigkeit, 49% flüchtige Bestandteile auf Reinkohle bezogen; der feingemahlene Staub hatte nach 35 Minuten Mahlzeit bei 3% Asche und 12% Feuchtigkeit, nur 40% flüchtige Bestandteile.

Eine weitere Schwierigkeit bietet die Herstellung einer gleichmäßigen Staubwolke von meßbarer Staubdichte, unter Berücksichtigung der Teilchengröße und des Teilchenabstandes.

Die übliche Feststellung der Staubdichte nach Staubgewicht je Raumeinheit ohne Angabe der Feinheitskennziffer ist keine richtige Maßzahl, da für die Explosionsübertragung der Teilchenabstand von wesentlichem Einfluß ist.

So ist z. B. bei einer Staubdichte von 400 g/cbm der Teilchenabstand bei einem Korndurchmesser von 0,5 mm 7,5 mm; bei einem solchen von 0,05 mm 0,75 mm. Die praktisch leicht durchführbare Bestimmung des Feinheitsgrades eines Staubes ist eine noch nicht gelöste Frage, da die Siebanalyse mit dem kleinsten Normsieb von 60  $\mu$  hierzu nicht ausreicht und gerade der Kornanteil unter 60  $\mu$  für die Entzündlichkeit maßgebend ist; Schlämmanalyse und Windsichtung sind langwierig und ergeben ungenaue Werte. Man umgeht heute diese Frage durch Einführung von Näherungswerten und nimmt eine relative spezifische Oberfläche an, wie dies Godberg und Greenwald in ihrer Arbeit „Über den Einfluß der Feinheit einer Kohlen-Gesteinstaubmischung auf

ihre Entflammbarkeit“ machten: USA Bureau of Mines Bulletin 389 (1935); dann Mason und Wheeler in einer gleichen Arbeit: Safety in Mines Research Board Paper 95 (1936). Einen eigenen Weg geht Oberbergrat Witte, Breslau, der die Farbtonmessung zur Bestimmung der Kornfeinheit heranzieht.

Die obere Korngrenze der Staubproben wird in den Forschungsstellen und Versuchsgruben der einzelnen Länder nicht einheitlich angenommen. In Amerika wird der Durchfall durch das Maschensieb der Tyler-Skala ( $830 \mu$ ), in England das 100 IMM Sieb ( $127 \mu$ ), bei uns wie in Deutschland, der Tschechoslowakei und vielen anderen Ländern das 144-Maschensieb ( $490 \mu$ ) als Grenze angenommen. Dabei sind die Kornfraktionen über  $120 \mu$  bei den meisten Kohlen an der ersten Zündung gar nicht beteiligt und üben einen direkt hemmenden Einfluß.

Ein weiterer Umstand, der zur Streuung der Versuchsergebnisse führt, ist die Ungleichheit der Zündquelle. Größe, Temperatur und Art, sowie die Einwirkungsdauer derselben beeinflussen die Initialzündung und damit den weiteren Verlauf der Explosion. Schließlich kommt noch die Größe und Form des Explosionsraumes, die Beschaffenheit seiner Wandungen, sowie die Luftzusammensetzung innerhalb desselben als Einflußfaktor dazu. Je kleiner der Explosionsraum und je geringer die darin zur Explosion gebrachte Staubmenge, desto mehr werden sich die Einflüsse desselben äußern. Es ist daher verständlich, daß bei den einzelnen laboratoriumsmäßigen Geräten sich nur relativ vergleichbare Werte ergeben können. Trotzdem ist es bei genauer Einhaltung der Versuchsanordnungen möglich, brauchbare und mit den Großversuchen in den Versuchsstrecken vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Es lassen sich die Versuchsanordnungen bei einem bestimmten Gerät derart regeln, daß ein Vergleich mit einer bestimmten Versuchsstrecke möglich ist, was einer Art Eichung des verwendeten Apparates gleichkommt.

Aus der Fülle der bis jetzt gebauten Apparate, möchte ich nur zwei herausgreifen, die im großen Ganzen ähnlich zusammengesetzt sind: Den allgemein bekannten französischen Taffanel-Apparat und den Schnellbestimmungsapparat der englischen Forschungsstelle für Grubensicherheit (Abb. 4 und 5). Bei beiden wird eine gewogene Menge des zu untersuchenden Staubes mit Sauerstoff von bestimmtem Überdruck, aus einem Blasröhrchen gegen eine Zündquelle geblasen und aus der Flammenerscheinung auf die Zündempfindlichkeit geschlossen. Nur wird beim Taffanel die Flammengröße und -länge als Gradmesser benutzt, während beim englischen Apparat dem Kohlenstaub in steigenden Mengen Gesteinstaub zugesetzt wird, bis keine Entflammung mehr eintritt. Die Menge an unverbrennlicher Substanz (Feuchtigkeit + Asche + Gesteinstaubzusatz), bei der dies der Fall ist, gibt als Grenzwert gleichzeitig den Grad der Entzündlichkeit an. Wir

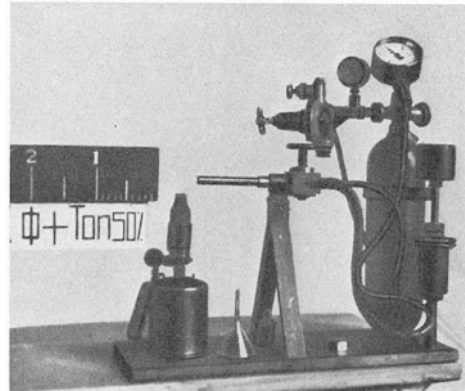


Abb. 4. Taffanel-Apparat. Umgebaut im Institut für Bergbaukunde, Leoben

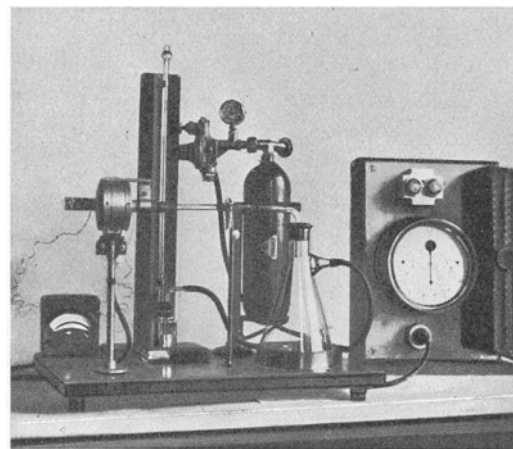


Abb. 5. Original Routine-Test-Apparat des Safety in Mines Research Board

haben den Taffanel-Apparat ähnlich wie z. B. das Institut Prof. Kegel, Freiberg, oder das Institut Prof. Woltersdorf, Beuthen, umgebaut und in gleicher Weise wie beim englischen Apparat neben der Flammenlänge, auch den Grenzwert an unverbrennlicher Substanz ermittelt. Hierbei hat sich herausgestellt, daß die mit dem Taffanel-Apparat erhaltenen Grenzwerte höher sind, als die mit dem englischen Apparat. Es ist dies erklärlich, da die Temperatur der Zündflamme beim Taffanel-Apparat eine höhere ist (Benzolflamme mit 1130° C gegen das auf 800° erhitze Quarzrohr) und außer dem Ausblasesauerstoff beim Austritt aus dem Blasrohr noch Luftsauerstoff zur Verfügung steht. Dann ist bei gleichem Ausblasedruck wie beim englischen Apparat infolge der Querschnittserweiterung beim Austritt aus dem Blasrohr die Geschwindigkeit der Staubteilchen eine geringere und damit die Berührungsdauer größer. Um mit stets gleichem Ausblasedruck arbeiten zu können, wird beim Taffanel-Apparat der auf einem bestimmten Druck reduzierte Sauerstoff über einen Zylinder, in welchem ein gewichtsbeschwerter Kolben spielt, durch Öffnen eines Dreiweghahnes, dem Blasrohr zugeführt. Gleiche Füllung der Staubprobe in das Blasrohr und gleich rasche Öffnung des Dreiweghahnes vorausgesetzt, hat man es in der Hand, durch entsprechenden Sauerstoffdruck und durch eine bestimmte Menge

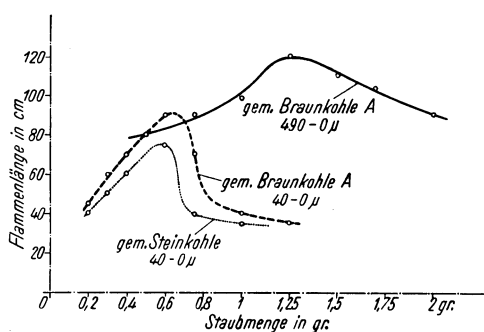


Abb. 6. Flammenlängen bei konstantem Druck von 0,4 atü und verschiedenen Staubmengen

der Staubprobe die wirksamste Staubbichte zu erzielen. Dieser Druck und diese Menge werden bei den verschiedenen Kohlen auch verschieden sein, und sind beide fallweise zu ermitteln. Ganz das gleiche gilt auch beim englischen Schnellbestimmungsapparat bei der Bestimmung der Grenzwerte an unverbrennlicher Substanz.

Für den Taffanel-Apparat war ein Ausblasedruck von 0,4 atü und eine Staubmenge von 1 g normiert gewesen. Die nebenstehende Abbildung zeigt die Flammenlängen bei verschiedenen Staubmengen und konstantem Druck von 0,4 atü einer gemahlene Steinkohle und der schon früher angeführten feingemahlene Glanzkohle (Abb. 6).

Das Festhalten an gleichem Druck und gleicher Staubmenge gibt daher kein richtiges Bild über das Verhalten eines Staubes.

Bei dem englischen Schnellbestimmungsapparat erfolgt die Entflammung in einem elektrisch- oder gasgeheizten Quarzrohr bei durch ein Thermoelement meßbarer Temperatur. Die gewogene Staubprobe wird durch Sauerstoff von meßbarem Überdruck aus einem gläsernen Blasrohr in das Quarzrohr geblasen. Der Staubprobe wird gesteigert von 5 zu 5% Gesteinstaub gleicher Kornfeinheit beigemischt, bis keine Entflammung mehr eintritt. Die Summe an unverbrennlicher Substanz bei diesem Grenzwert ist der Gradmesser für die Entflammbarkeit der Probe. Wheeler und Mason fanden eine direkte Proportionalität zwischen Grenzwert und dem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, auf Reinkohle bezogen, und stellten die Formel auf:  $S = 100 - \frac{1250}{V}$ , in welcher S den Grenzwert an unverbrennlicher Substanz V der Hundertsatz an flüchtigen Bestandteilen auch Reinkohle bezogen, bedeuten.

Die seinerzeit mit diesem Apparat durchgeführten Untersuchungen von Stauben englischer Kohlen, ergaben mit den in der Versuchsstrecke in Buxton durchgeführten Großversuchen eine Übereinstimmung bis auf 5%. Ebenso stimmten die nach der früher angeführten Wheeler-Masonschen Gleichung  $S = 100 - \frac{1250}{V}$  errechneten Grenzwerte. So hatte z. B. der Staub der Silkstonegrube bei Rockingham bei 36% flüchtigen Bestandteilen, auf Reinkohle berechnet, in der Versuchsstrecke einen Grenzwert von 62,5% an unverbrennlicher Substanz; mit dem Schnellbestimmungsapparat einen solchen von 65% und durch die Formel errechnet 65,28% ergeben.

Daß auch bei diesem Apparat durch Änderung des Gewichts der Probe, des Drucks und der Temperatur sich andere Grenzwerte ergeben, bedarf keiner weiteren Erörterung. Es muß auch hier die wirksamste Staubdichte eingestellt und die Temperatur so angenommen werden, wie sie beim Betrieb vorkommen kann, und diese Grenzwerte dann als maßgebend für die Beurteilung der Zündgefährlichkeit zugrunde gelegt werden.

Von der Verwendung hochprozentigen Sauerstoffs zum Ausblasen der Staubprobe ist man bei den späteren englisch-amerikanischen Gemeinschaftsarbeiten (des Safety in Mines Research Board mit dem Bureau of Mines) abgekommen und hat einen Apparat entwickelt, der zwar auf dem gleichen Prinzip beruht wie der Routine-Testapparat, nur

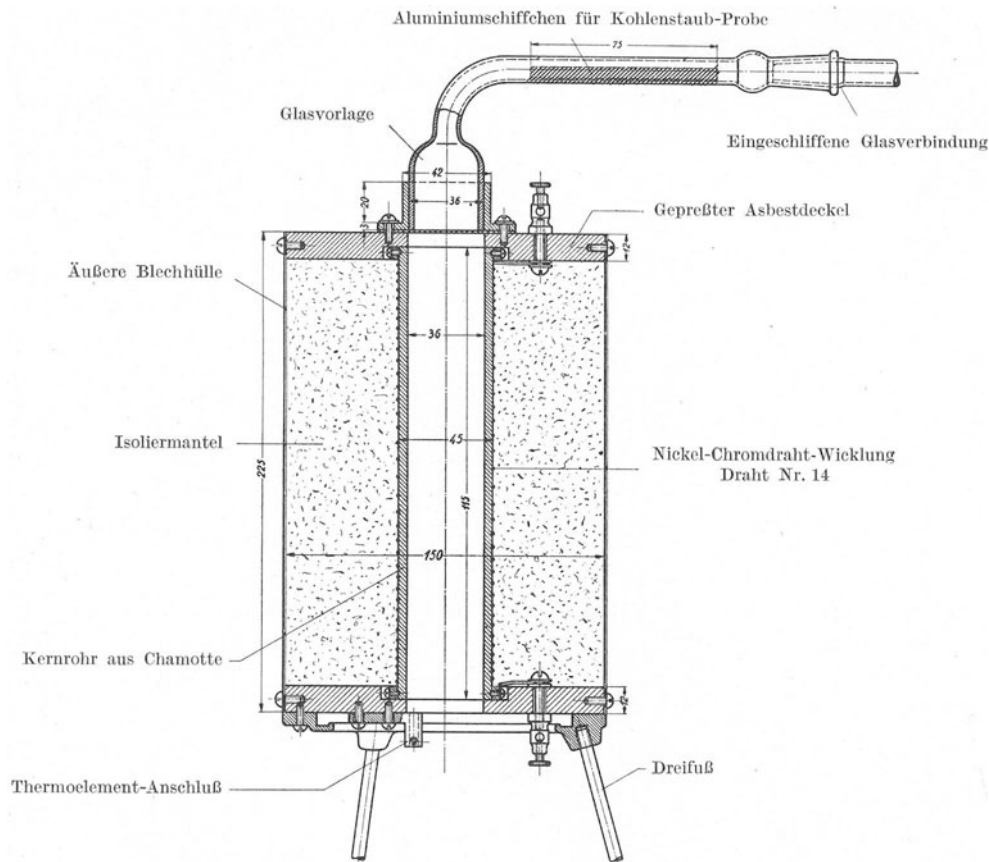


Abb. 7. Apparat zur Bestimmung des Grenzwertes der Entflammbarkeit von Kohlenstaub nach Rice

ist der Heizkörper hier ein stehender Schamottezylinder, in welchem die Staubprobe von oben nach unten durchgeblasen und statt Sauerstoff Preßluft verwendet wird (Abb. 7). Der von Godbert und Greenwald in ihrer eingangs erwähnten Arbeit verwendete Apparat wurde durch Dr.-Ing. Arthur Simon, Beuthen, in etwas abgeänderter Form für seine Dissertationsarbeit „Laboratoriumsmäßige Untersuchungen über die Entzündlichkeit deutscher Kohlenstaube“ benutzt. Er konnte damit den Einfluß der Feinheit von Kohlen- und Gesteinstauben auf die Entzündlichkeit von Kohlenstauben gesetzmäßig erfassen und die Arbeiten von Godbert und Greenwald auch für die deutschen Kohlen überprüfen. Er hat an Stelle der Godbert-Greenwaldschen Methode ein neues Verfahren entwickelt, das „Vierpunktsystem“, mit dessen Hilfe sich sämtliche Versuchskohlen berechnen lassen, und das eine befriedigende Angleichung an die Versuchsergebnisse gibt (Abb. 8).

Die Godbert-Greenwaldsche allgemeine Gleichung lautet:

$$L = \frac{a \cdot f_c + b}{f_i^m};$$

hierin ist L die Entzündlichkeitskennziffer des Kohlenstaubes, die sich durch den Grenzwert S ergibt:  $L = \frac{S}{100 - S}$ ;  $f_c$  = die Feinheitskennziffer des Kohlenstaubes

$f_i$  = die Feinheitskennziffer des verwendeten Gesteinstaubes; a, b und m sind Konstanten, die für jede Kohle fallweise zu bestimmen sind.

Simon geht zur Bestimmung dieser Konstanten von vier Entzündlichkeitsversuchen aus, die mit Kohlen von 20 und 70 und Gesteinstaub von 0 und 100 ausgeführt werden.

Man erhält so vier Werte:  $A_1, A_2, A_3$  und  $A_4$ , für die Entzündlichkeitskennziffern  $L_1, L_2, L_3$  und  $L_4$  und hat damit den Entzündlichkeitsbereich festgelegt (Abb. 8).

Den Potenzexponenten rechnet Simon aus der Formel:

$$m = \frac{\log L_1 - \log L_2}{\log f_{i2} - \log f_{i1}}$$

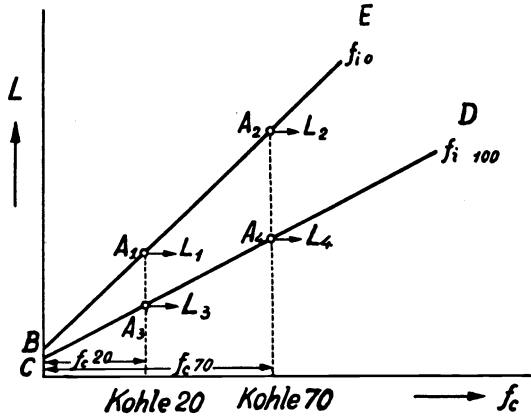


Abb. 8. Schema des „Vierpunktsystems“ nach Dr.-Ing. A. Simon, Beuthen.

Die Neigungskonstante a ergibt sich aus der Gleichung:

$$a = f_i^m \cdot \frac{L_2 - L_1}{f_{c2} - f_{c1}}$$

und schließlich die Konstante b aus der Gleichung:

$$b = f_i^m \left( L_2 - \frac{L_2 - L_1}{f_{c2} - f_{c1}} \cdot f_{c2} \right).$$

Man erhält immer je zwei Werte aus denen man das arithmetische Mittel nimmt.

Dr. Simon fand damit bei allen seinen Versuchskohlen eine gute Angleichung an seine Versuchsergebnisse. Damit sind wir in der Forschung einen wesentlichen Schritt vorwärts gekommen, da nun auch zwischen Feinheitsgrad sowohl des Kohlenstaubes, als auch des Gesteinstaubes und der Entzündlichkeit eine gesetzmäßige Beziehung abgeleitet ist.

Einen für den Betrieb bequemeren und einfacheren Weg zur Überwachung von Kohlenstaub-Gesteinstaubmischungen auf ihre Zündempfindlichkeit hat Oberbergrat Witte, Breslau, vorgeschlagen. Ausgehend von der Überlegung, daß jedem Gemisch ein bestimmter Weißgehalt entspricht, der durch die Beigabe des Gesteinstaubes bedingt ist, läßt sich auch die Grenzmischung, bei welcher keine Ent-

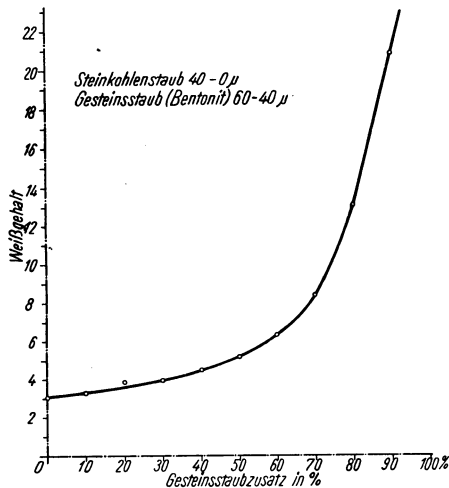


Abb. 9. Weißgehaltskurve der Kohlenstaub-Gesteinstaub-Mischungen

flammung mehr auftritt, mit Hilfe eines Grautonmessers erfassen. Ich kann den Aufbau derartiger Instrumente als bekannt voraussetzen (Abb. 8). Diesem Verfahren wird vorgeworfen, daß es zu einer Überstreuung von Gesteinstaub führt und an einen Gesteinstaub bestimmter Feinheit gebunden ist. Dem hält Oberbergrat Witte die erhöhte Sicherheit entgegen, da die Feinheit des Kohlenstaubes mitberücksichtigt ist. Je feiner der Kohlenstaub, desto geringer der Weißgehalt, desto höher aber auch das Gefahrenmoment und daher eine erhöhte Gesteinstaubstreuung gerechtfertigt. Die

gegenüberstehende Abbildung zeigt die Abhängigkeit des Weißgehaltes vom Gesteinstaubzusatz bestimmter Kornfeinheit (Abb. 9).

Wir sehen also, daß der Einfluß der Kornfeinheit laboratoriumsmäßig wohl erfaßt werden kann, ebenso die Abhängigkeit der Entzündlichkeit vom Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, wobei die chemische Zusammensetzung derselben zu berücksichtigen ist. Wichtig ist auch die Leichtigkeit und Raschheit ihres Austrittes. Der Zusammenhang zwischen der petrographischen Zusammensetzung der Kohlenstaube und ihrer Entzündlichkeit kann durch Auflösen des Staubes in seine petrographischen Komponenten gelöst werden. Abweichungen von der Wheelerschen Formel können dadurch aufgeklärt werden.

Ungelöst scheint noch die Frage zu sein, wie weit Feuchtigkeit und Aschengehalt für sich die Entzündlichkeit herabsetzen und welchen Einfluß die grobe Feuchte an der Zusammenballung der feinsten Kornanteile hat, was sicher auf die Explosionsübertragung nicht ohne Einfluß sein kann. Es ist eine Tatsache, daß von einer gewissen Kornfeinheit an Zusammenballungen eintreten, wodurch der Teilchenabstand der einzelnen zusammengeballten Teile vergrößert wird. Ob dies auch bei den Großversuchen in Erscheinung tritt, müßte noch geklärt werden (Abb. 10).

Es sind so viele Faktoren für die Entstehung und Weiterverbreitung einer Kohlenstaubexplosion von Einfluß und eine derartige Reihe von Voraussetzungen zu erfüllen, daß zum Glück reine Kohlenstaubexplosionen nur durch unglückliche Verkettungen von Umständen zustande kommen, und solche nur durch Schlagwetter- oder Brandgasexplosionen initiiert, mit in Erscheinung treten. Daß bei Anwesenheit von Methan die Entzündlichkeit des Kohlenstaubes wesentlich erhöht wird, ist allgemein bekannt. Nach einer englischen Formel erhöht sich der Grenzwert an unverbrennlicher Substanz bei F% CH<sub>4</sub> auf:

$$F \cdot \frac{100 - S}{6} + S.$$

Hier möchte ich auch auf die von Fuhrmann und Köttgen angegebene Apparatur verweisen, mit welcher eine stehende Gas-Kohlenstaubflamme erzeugt wird. Aus der Flammenbildung und der Flammentemperatur ergibt sich ebenfalls der Grad der Explosionsfähigkeit. Sie ist in der Zeitschrift für physikalische Chemie, Abteilung A 169 (1934) auf S. 388 bis 415 angegeben.

Wenn das, was ich in der kurzen Zeit vorbringen konnte, ein Überblick über einen kleinen Abschnitt der Forschungsarbeiten zur Bekämpfung der Kohlenstaubgefahr ist, so ist doch daraus zu ersehen, daß rastlos weitergearbeitet wird und ist nur zu hoffen, daß, dem englisch-amerikanischen Beispiel der Gemeinschaftsarbeit folgend, sich bald auch andere Staaten zu einer solchen zusammenschließen werden und die vielen Ungleichheiten der Untersuchung einerseits und der Bekämpfungsmaßnahmen andererseits beseitigen.

## Die autogene Auftragschweißung im Bergbau

Von Ing. Ernst Greger, Azetylenverein, Wien

Mit 4 Textabbildungen

Die Schweißung nimmt heute in der gesamten Technik eine Sonderstellung ein. Die Schweißung ist ein stoffsparendes Arbeitsverfahren und bringt überall, wo sie richtig angewendet wird, große technische und wirtschaftliche Vorteile. Man geht allgemein immer mehr und mehr auf die Schweißung über, und es sind gerade jene Länder, die tech-

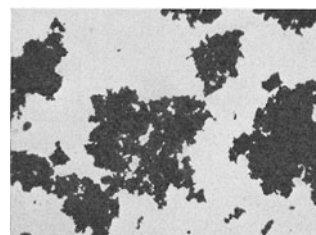


Abb. 10. Steinkohlenstaub  
< 40 μ



nisch am meisten fortgeschritten sind, die die Schweißung am meisten verwenden. Es ist deshalb heute nirgends mehr die Frage „Soll man dieses oder jenes Stück schweißen oder soll man es schrauben oder nieten, oder soll man ein abgenutztes oder beschädigtes Stück gegen ein neues austauschen“, sondern die Frage heißt heute nur mehr: „Wie soll man schweißen, damit die Arbeit am besten und billigsten ausfällt.“

Neben den Betrieben der Eisenbahnen sind es die Betriebe des Bergbaues, deren Einrichtungen am stärksten durch Abnutzung hergenommen werden. Die Bergbaubetriebe können durch diejenige Schweißung, die die Schäden der Abnutzung behebt, die größten Vorteile ziehen. Es ist deshalb das Spezialgebiet der Auftragschweißung heute zur Behandlung gestellt.

Die Praxis verwendet zur Ausführung der Auftragschweißung die beiden bewährten Verfahren der Schmelzschweißung: die Lichtbogenschweißung und die Gasschweißung. Während die Lichtbogenschweißung z. B. im Stahlbau, im Brückenbau, bei der automatischen Schweißung große Vorteile bietet, wird beim Auftragschweißen von Hand aus, wie es im Bergbau fast immer vorkommt, allgemein die Gasschweißung vorgezogen.

Ich stütze mich bei dieser Behauptung auf die tatsächliche Übung in den Werkstätten der Bergbaubetriebe des In- und Auslandes und will einmal kurz die technischen und betriebstechnischen Vorteile der autogenen Auftragschweißung aufzählen:

Die Autogenschweißung ist universell verwendbar: Für Eisen, Gußeisen, für Kohlenstoffstähle und legierte Stähle aller Art, für alle Nichteisenmetalle wie Kupfer, Messing, Bronze, Aluminium und auch für das Spezialgebiet der Schneidmetalle. Beim Auftragschweißen auf Stahl hat die Autogenschweißung den Vorteil, daß ein langsames Abklingen der hohen Schmelztemperaturen in das Innere des Körpers stattfindet, daß also schroffe Temperaturunterschiede vermieden werden. Es wird beim Raupenziehen mit der Gasschweißung ein Schmelzbad erzeugt, aus dem während der Arbeit Unreinigkeiten, wie sie bei jedem Schweißverfahren unvermeidbar sind, ausgeschieden werden können.

Die aufgeschweißte Stelle kühlt langsam aus. Bei Stahl und auch bei einigen Nichteisenmetallen kann durch Abhämmern während der Rotglut eine Gefügeverbesserung erreicht werden. Die Gefügeverbesserung ist sehr notwendig, weil ein feineres Gefüge sofort eine größere Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit des Auftrages ergibt. Die große innere Zähigkeit und auch das Nichtausbrechen bei hohen Beanspruchungen zeichnen die autogenen Aufträge aus. Beim autogenen Auftragschweißen wird die Schweißstelle mit Brenner und Hammer gleich in die richtige Form gebracht und geglättet, ein nachträgliches Schleifen ist in den allermeisten Fällen nicht mehr nötig.

Die großen Erfolge der autogenen Auftragschweißung sind aber keineswegs den Schweißtechnikern allein zu buchen. Die Grundlagen zu den Erfolgen der letzten Jahre lieferten in erster Linie die Metallurgen. Es liegt in den unscheinbaren Schweißdrähten eine Unsumme wissenschaftlicher Arbeit, die mit großer Zähigkeit geführt worden ist. Hunderttausende Gefügeuntersuchungen an Drähten, an Schweißungen, Legierungsversuche und Festigkeitsproben haben die Drähte und damit die Güte der erreichbaren Arbeit immer mehr gesteigert. Die Entwicklung ist heute keineswegs zum Stillstand gekommen, geschweige denn abgeschlossen.

Ich kann mit großer Dankbarkeit feststellen, daß gerade die Hüttenleute und Metallurgen der Montanistischen Hochschule Leoben die Wichtigkeit der richtigen Zusatzmaterialien für die Schweißung seit frühem erkannt und die Entwicklung seit jeher sehr gefördert haben.

Die zweite Hälfte des Erfolges der Auftragschweißung liegt in der richtigen Anwendung der Drähte. Damit ist gemeint die Auswahl des richtigen Drahtes für einen bestimmten Fall und dann das richtige Schweißen. Hier müssen Betriebsingenieur, Meister und Schweißer richtig zusammenwirken. Alle drei müssen die Schweißung möglichst gründlich kennen, am meisten der Schweißer selbst. Sagen Sie nicht, meine Herren,

daß der Schweißer die große Post „Ungewißheit“ beim Ausfallen einer Schweißung ist. Dies trifft nur dann zu, wenn man es versäumt, der Auswahl und fachlichen Bildung der Schweißer die notwendige Aufmerksamkeit zuzuwenden. Schweißen können ist durchaus keine Handfertigkeit allein. Es muß unbedingt ein gewisses Maß von Verstand und Verstandesbildung hinzutreten, sonst ist eine Anpassung an die unzähligen vielen verschiedenen Fälle der Praxis einfach nicht möglich. Wenn wir den Schweißern hochwertige Drähte öfter zur Verarbeitung nacheinander in die Hand geben, so müssen wir auch dafür sorgen, daß die Schweißer über eine Reihe von physikalischen und chemischen Vorgängen, auf die während der Schweißarbeit zu achten ist, Bescheid wissen. Es ist vielfach der Beweis erbracht worden, daß eine erfolgreiche Unterweisung möglich ist und daß eine richtige Ausbildung der Schweißer dafür sorgt, daß die Schweißarbeit verlässlich gut ausfällt. Meine Herren, achten Sie, bitte, darauf, daß Ihre Leute, vom Betriebsingenieur bis zum Schweißer, die Schweißarbeit richtig verstehen, ermöglichen Sie ihnen gegebenenfalls die fachliche Weiterbildung durch Besuch eines Kurses, stellen Sie zum Schweißen nur Leute ein, die ein entsprechendes Können auch nachweisen und Sie werden den Erfolg im Betriebe bald angenehm spüren. Es wird weniger Gas aufgehen und die Arbeit wird besser ausfallen.

Richtig angewendet und richtig ausgeführt ermöglicht das präzise Arbeitsverfahren der autogenen Auftragschweißung heute einen erfolgreichen Kampf gegen die Schäden der Abnutzung. Durch die ständige Steigerung der Leistung aller Maschinen und Werkzeuge hat auch das Problem der Wiederherstellung abgenutzter Stücke größte technische und wirtschaftliche Bedeutung gewonnen.

Bei der Auftragschweißung lassen sich zwei große Klassen von Arbeiten unterscheiden:

Die homogenen Aufträge und die heterogenen Aufträge.

Die homogenen Aufträge dienen dazu, das betreffende Werkstück wieder in jenen Zustand zu versetzen, den es ursprünglich, also vor der Abnutzung hatte. Man wird deshalb zu den homogenen Aufträgen ein Zusatzmaterial verwenden, das in seinen Eigenschaften und in seinem Aussehen dem Grundmaterial möglichst nahekommt. Man wird also Gußeisen mit Gußeisenstäben, Stahlguß mit Stahldraht und Bronze mit Bronzedraht aufschweißen. Dabei legt der Schweißer eine Raupe neben die andere, achtet auf gute Bindung und wird auch mit dem Gas sparsam umgehen, damit er schädliche Spannungen vermeidet. Er wird die richtigen Flußmittel verwenden, wird bei Bedarf eine Vergütungs-

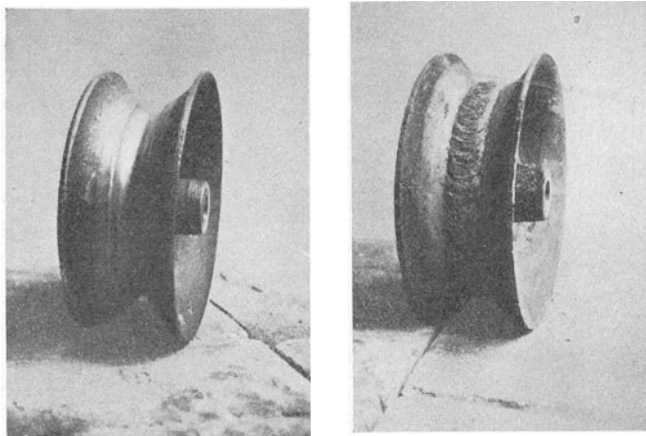


Abb. 1. Seilrolle aus Stahlguß. Abnutzung aufgeschweißt mit BW XX

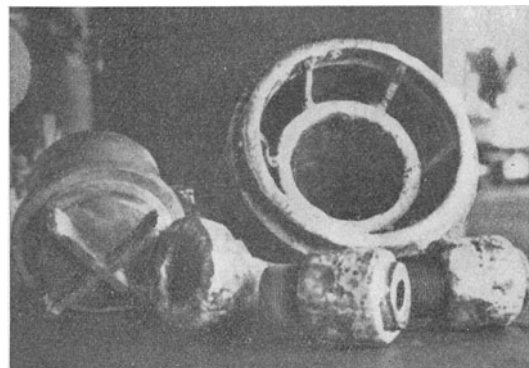


Abb. 2. Einzelteile abgenutzter Dampfventile aus Bronze. Aufgetragen mit BG



Abb. 3. Auftragsarbeit an einem Fischschwanzbohrer

Arbeitsgang: 1. Auftragen der Abnutzung mit Stahldraht (BIHH). 2. Vergütung des Auftrages durch Abhämmern. 3. Aufschweißen der Schneide mit Schneidemetall Percit. 4. Einbetten von Widia-Körnern in das Percit

Werkzeuge aus Stahlguß oder aus geschmiedetem Stahl mit Arbeitskanten aus Schneidmetallen versehen, oder es bekommen Stücke, die heftigen chemischen Angriffen ausgesetzt sind, ganze Überzüge aus korrosionsbeständigem Material aufgeschmolzen. Solche Arbeiten werden nicht nur bei Reparaturen ausgeführt, sondern häufig auch bei der Neuanfertigung von Arbeitsstücken von vornherein vorgesehen. Bei Reparaturen, besonders beim Aufschweißen großer Abnutzungen, füllt der Schweißer den größten Teil der Abnutzung mit dem billigen Draht auf, der etwa dem Grundmaterial entspricht und versieht nur die eigentlichen Arbeitskanten oder Laufflächen mit dem hochverschleißfesten Spezialmaterial. Es ist bei allen diesen Arbeiten Voraussetzung, daß das Spezialzusatzmaterial mit dem Grundmaterial gut bindet, nötigenfalls muß ein drittes Material als Bindemittel zu Hilfe genommen werden.



Abb. 4. Fertig aufgeschweißte Bohrkronen

Arbeitskanten mit Percit und Widia versehen. Arbeitsgang wie beim Fischschwanzbohrer

Arbeit immer billiger kommen muß, als der Austausch des abgenutzten Stückes gegen ein neues. Tatsächlich hat der wirtschaftliche Erfolg der Auftragschweißungen wesentlich dazu beigetragen, ihre Anwendung in der Praxis zu fördern. Die Kosten einer Auftragschweißung stellen sich in normalen Fällen erfahrungsgemäß auf 15 bis 20% der Kosten für einen neuen Ersatzteil. Das ist durch eine große Anzahl von Kalkulationen betriebsmäßig ausgeführter Auftragschweißungen nachgewiesen. Die Unannehmlichkeiten auf das Warten der Ersatzstücke, dadurch bedingte Betriebsunterbrechungen sind dabei nicht einge-

behandlung durch Abhämmern einschalten und auch gleich die richtige Formgebung durch Modellieren, Hämmern und Schlichten vornehmen.

Die zweite Klasse betrifft die heterogenen Aufträge. Man begnügt sich nicht mehr damit, das Stück in seinen ursprünglichen Zustand zu versetzen, sondern schweißt an jenen Stellen, die dem Verschleiß und der Abnutzung besonders ausgesetzt sind, ein Spezialmaterial von hoher Verschleißfestigkeit auf. Man erreicht damit eine Steigerung der Widerstandsfähigkeit und Lebensdauer über den ursprünglichen Zustand hinaus, also eine Höherwertigkeit des betreffenden Werkstückes. Im Bergbau wird von dieser modernen Art der heterogenen Auftragschweißung sehr gern und sehr oft Gebrauch gemacht. Die technische Durchführung solcher Arbeiten läßt sich mit den normalen Einrichtungen eines autogenen Schweißpostens ohneweiters bewerkstelligen. Auf diese Weise kann gewöhnliches Flußeisen oder Stahlguß mit Arbeitskanten aus Spezialstählen versehen werden, man kann Gußeisen mit hochverschleißfester Bronze auftragen, man kann

Die beigegebenen Bilder (Abb. 1—4) zeigen verschiedene Anwendungsbeispiele aus der Praxis der Auftragschweißung.

Dergute technische Erfolg solcher Auftragschweißungen, seien es nun homogene oder heterogene, geht Hand in Hand mit den günstigen wirtschaftlichen Ergebnissen. Es ist eigentlich selbstverständlich, daß die Wiederherstellung oder gar Verbesserung eines meist teuren Werkstückes durch eine kurze, nicht kostspielige

rechnet. Auftragsarbeiten können an einem Werkstück auch öfter vorgenommen werden, wodurch sich die wirtschaftlichen Vorteile noch erheblich günstiger gestalten lassen.

Aber selbst wenn die Kosten einer Auftragschweißung 25 oder 30% des Betrages einer Neuanschaffung ausmachen, schneidet der Betrieb noch immer mit gutem Erfolg ab. Da die Instandhaltung der Betriebsmittel vielfach unter die Regie gerechnet wird, hilft die autogene Auftragschweißung jedem Betriebsleiter, die höchst unangenehme Post der Materialregie erfolgreich hinunterzudrücken.

Wenn ich noch kurz darauf hinweisen darf, daß die Auftragschweißung hilft, Material, das öfter aus dem Ausland eingeführt werden muß, zu sparen, also effektiv ein materialsparendes Arbeitsverfahren ist, so will ich damit die Bedeutung der Auftragschweißung für die allgemeine Volkswirtschaft kennzeichnen.

Die Voraussetzung für den technischen und wirtschaftlichen Erfolg der autogenen Auftragschweißung ist ein gut organisierter Schweißbetrieb mit gut ausgebildeten Schweißern. Diesem Umstand Ihr geschätztes Augenmerk zuzuwenden, möchte ich hiermit allen Betriebsleitungen in Bergbaubetrieben wärmstens empfehlen.

## **Neuzeitliche Preßluftwerkzeuge für den Bergbau und ihre betriebswissenschaftliche Beurteilung**

Von Ing. **Josef Kaiser** VDI, Kapfenberg

Mit 6 Textabbildungen

### **A. Allgemeine Kennzeichen**

Die Entwicklung der Preßluftwerkzeuge hat im Rahmen der ihren besonderen Arbeitsbedingungen entsprechenden Möglichkeiten in vollem Ausmaß an dem lebhaften Ausbau des neuzeitlichen Maschinenbaues teilgenommen, wobei der erzielte Fortschritt weniger durch neuartige Konstruktionsgrundsätze als durch zielbewußte Anwendung aller Erfahrungen und wissenschaftlicher Erkenntnisse neuzeitlicher Maschinenteknik, Werkstoffkunde und wirtschaftlicher Betriebsführung erzielt wurde. Es ging daher auch auf diesem Gebiet der Ausbau in Richtung größter Leistung bei geringstem Luftverbrauch und geringstem Gewicht, Verwendung widerstandsfähiger Werkstoffe, Einbau schärfer durchgebildeter Steuer- und Regler Teile.

Die besonderen Kennzeichen neuzeitlicher schlagender Werkzeuge sind demgemäß: Verwendung hochlegierter Edelmehle in meist gehärtetem oder hochvergütetem Zustand, hohe Schnellläufigkeit durch Anwendung genau wirkender Steuerungen, wodurch auch bei Bohrhämmern Schlagzahlen bis zu 3000 Schlägen in der Minute erzielt werden, sparsamer Luftverbrauch, so daß nur rund 0,2 Liter Luft für 1 mkg Energie des Einzelschlages verbraucht werden, selbsttätige Schmierung für Öl oder Fett, geringer, die Arbeitskraft schonender Rückstoß, Luftpuffer zur Vermeidung der Selbstzerstörung bei Leerschlägen in klüftigem Gestein, verstärkte Luftspülung, mit der Möglichkeit des Umbaues auf Wasserspülung (Silikosebekämpfung!), glatte Linienführung mit wenig Angriffspunkten, einfache und kräftige Bohrerhaltevorrichtung mit der Möglichkeit raschen Bohrerwechsels.

Für die Preßluftwerkzeuge mit drehender Arbeitsbewegung, wie sie für Kohlen- und Gesteinsdrehbohrmaschinen, Sägen und Schrämmaschinen kennzeichnend ist, setzt sich immer mehr der Drehkolbenmotor in seinen verschiedenen Gestaltungen durch, da er vor allem dem Bedürfnis nach hohen Schnittgeschwindigkeiten, wie sie das eigentliche Gebiet der Hartmetalle darstellen, entgegenkommt.

Für die Vielfalt der Aufgaben, wie sie das Bearbeiten der verschiedenen Gesteinsarten mit ihren abgestuften Härtegraden, ihren teilweise ungünstigen Lagerungsverhält-

nissen bedingen, gibt es naturgemäß kein Universalwerkzeug, so daß viele der bisher bekannten Steuerungsarten sich immer noch behaupten. Die letzte Zeit zeigt allerdings eine zunehmende Verwendung der den höheren Anforderungen am besten gerechtwerdenden Ventilsteuerungen, da nur diese Art den gesteigerten Anforderungen nach Genauigkeit des Steuervorganges, wirtschaftlicher Ausnutzung der Druckluft, Ruhe des Ganges entspricht. Neben der Ventilsteuerung findet sich noch die Schwingplattensteuerung, die bei dem anerkannten Vorzug der Unempfindlichkeit gegen Verschmutzung besonders dem Bedürfnis nach großer Schnelläufigkeit entgegenkommt.

## B. Beispiele

Eine kleine Reihe von Abbildungen soll die Anwendung der kurz skizzierten Grundsätze verdeutlichen.

Böhler-Bohrhammer RH 10 (Abb. 1).

Bei diesem Hammer handelt es sich um einen leichten, schnellläufigen Hammer mit Schwingplattensteuerung und automatischem Umsatz. Die Steuerung ist in der Verlängerung des Zylinders eingebaut. Bei dieser Bauweise kann sowohl die verstärkte Luftspülung als auch die bekannte Wasserspülung verwendet werden. Eine kräftige Luftpufferung ist ebenso wie eine Schmierkammer vorgesehen. Dieser Hammer eignet sich besonders für mittelhartes Gestein und seichtere Löcher bis ungefähr 3 bis 4 m Bohrtiefe.

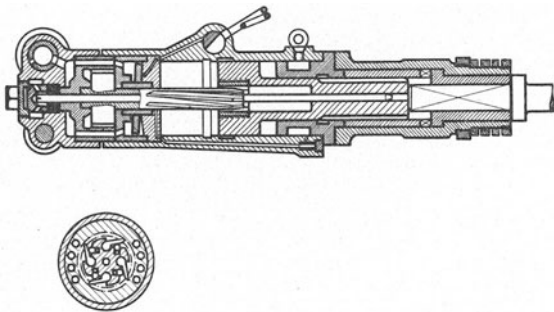


Abb. 1. Böhler-Bohrhammer RH 10

Gewicht 13 kg, Zylinderdurchmesser 60 mm, Kolbenhub 45 mm, Luftverbrauch 1,3 cbm/Min., minutliche Schlagzahl 2500

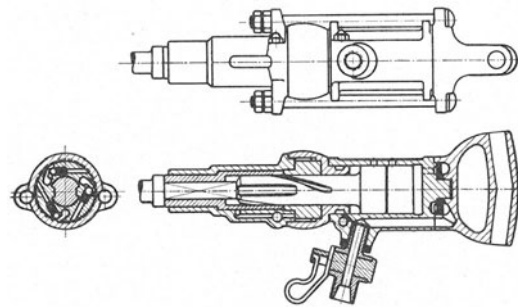


Abb. 2. Böhler-Bohrhammer BH 9

Gewicht 9 kg, Zylinderdurchmesser 52 mm, Kolbenhub 38 mm, Luftverbrauch 1,2 cbm/Min., minutliche Schlagzahl 2400

Böhler-Bohrhammer BH 9 (Abb. 2).

Eine vollkommene Neukonstruktion stellt dieser Bohrhammer insofern dar, als durch eine besonders geschickte Ineinanderschachtelung der Drallnuten eine gegenüber den bekannten Konstruktionen wesentliche Verkürzung des Bohrhammerkolbens erreicht wurde. Sonst zeigt der Hammer Schwingplattensteuerung und dem besonders geringen Gewicht von 9 kg entsprechend, ist auch dieser Hammer für seichtere Löcher geeignet.

Böhler-Bohrhammer HS 28 (Abb. 3).

Diese Bauart zeigt einen neuzeitlichen schweren Bohrhammer von 28 kg Gewicht, der als ausgesprochener Hartsteinhammer mit selbsttätigem Umsatz entwickelt wurde. In der verlängerten Zylinderbüchse befindet sich die zentral angeordnete Rohrschiebersteuerung, die die bekannten Vorzüge der Schiebersteuerungen voll zur Geltung bringt.

Böhler-Hammerbohrmaschine HM 570.

Hier handelt es sich um eine schwere Hammerbohrmaschine mit neuzeitlicher Rohrschiebersteuerung und besonders glatten Außenformen. Diese Maschine eignet sich hervorragend für das Bohren tiefer Sprenglöcher bis zu einer wirtschaftlichen Bohrtiefe von rund 10 m, sie kann sowohl auf dem Dreifußgestell als auch an der Spannsäule zur Verwendung kommen.

Böhler-Abbauhammer BA 95 (Abb. 4).

Von den Abbauhämmern sei nur das neueste Modell mit 9,5 kg Stückgewicht gezeigt, das ebenfalls die Rohrschiebersteuerung verwendet. Dieser Hammer kann sowohl mit der bekannten Kappe als auch mit Haltefeder ausgerüstet werden. Die einfache Drückeranordnung, sowie der geringe Rückstoß beanspruchen den Bergmann nur wenig.

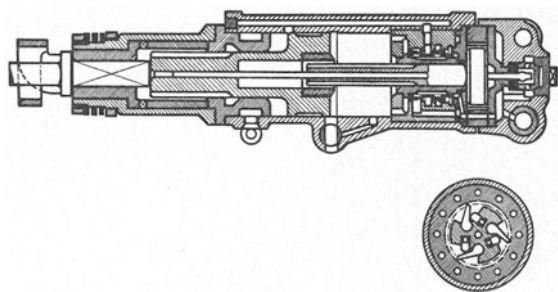


Abb. 3. Böhler-Bohrhammer HS 28  
Gewicht 28 kg, Zylinderdurchmesser 68 mm, Kolbenhub 68 mm, Luftverbrauch 2,25 cbm/Min., minutliche Schlagzahl 1650

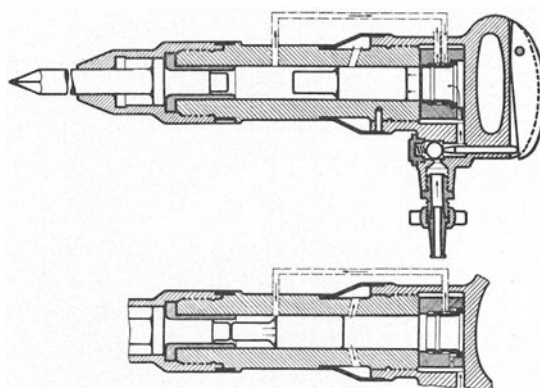


Abb. 4. Böhler-Abbauhammer BA 95  
Gewicht 9,5 kg, Zylinderdurchmesser 36 mm, Kolbenhub 150 mm, Luftverbrauch 1,5 cbm/Min., minutliche Schlagzahl 2400

#### Böhler-Rotor-Kohlendrehbohrmaschine FK 64 (Abb. 5).

Für alle jene Bergbaue, die drehendes Bohren, am besten in Verwendung mit Hartmetallschneiden, bevorzugen, wurde eine Drehbohrmaschine entwickelt, die den bekannten Flügelmotor verwendet. Das im Verhältnis zur Leistung von 2,25 PS außerordentlich geringe Gewicht von 8,4 kg wurde durch Verwendung von Leichtmetall für das Gehäuse erzielt. Das Leistungsdiagramm zeigt die Zunahme des Drehmomentes bei fallender Drehzahl, so daß die Maschine auch in klüftiger Kohle gut durchzieht.

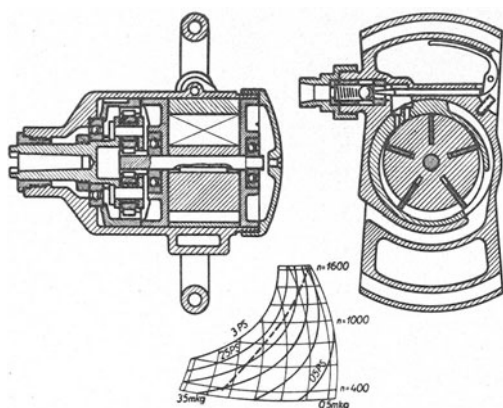


Abb. 5. Böhler-Rotor-Kohlendrehbohrmaschine FK 64  
Gewicht 8,4 kg, Luftverbrauch 1,6 cbm/Min., Drehzahl im Leerlauf 1600, Drehzahl bei Belastung 850, größtes Drehmoment 1,7 mkg, Leistung 2,25 PS

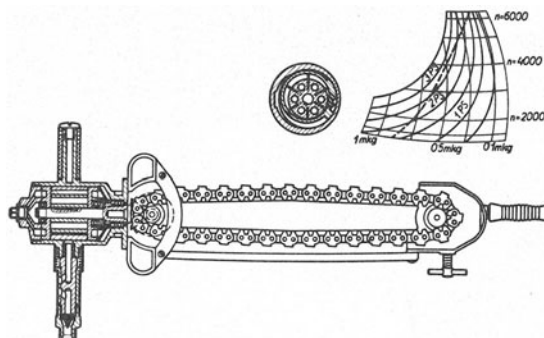


Abb. 6. Böhler-Kettensäge FM 343  
Gewicht 17 kg, Luftverbrauch 1,9 cbm/Min., Drehzahl im Leerlauf 7000, Drehzahl bei Belastung 4000, Leistung des Motors 2,75 PS, größte Schnittbreite 500 mm

#### Böhler-Kettensäge FM 343 (Abb. 6).

Für die Bearbeitung von Grubenholz aller Art, Bauholz u. dgl., wurde nach einem ähnlichen Grundsatz wie vorher eine eigene Kettensäge entwickelt. Auch hier ist das Gewicht im Verhältnis zur Leistung durch Verwendung von Leichtmetall außerordentlich gering. Die für Holz erforderliche hohe Schnittgeschwindigkeit bedingt gemäß dem Diagramm eine entsprechende Verringerung des Drehmomentes. Es können Baumstämme im trockenen und grünen Zustand bis 600 mm Stammdurchmesser geschnitten werden.

#### Böhler-Rotorschleifmaschine FS 150.

Für allgemeinen Werkstättengebrauch, insbesondere aber auch für das Nachschleifen von Bohrerseiden und anderen Werkzeugen vor Ort oder sonst in der Grube, wurde eine besonders leichte und handliche Schleifmaschine entwickelt. Da für die größten Drehzahlen der Schleifscheiben strenge Vorschriften bestehen, wurde diese Maschine mit einem sicher wirkenden Regler, der auf dem Fliehkraftprinzip beruht, ausgerüstet. Der Regler schneidet alle Drehzahlen oberhalb 4000 Umdrehungen in der Minute sicher ab. Ein automatischer Öler ist vorgesehen.

### C. Betriebswissenschaftliche Beurteilung

Da die neuzeitlichen Preßluftwerkzeuge maschinentechnisch halbwegs zwischen den eigentlichen Werkzeugen und den ausgesprochenen Werkzeugmaschinen stehen, die Entwicklungsdauer der leistungsfähigen neuzeitlichen Baumuster erst wenige Jahrzehnte beträgt, ihre Anwendung — gemessen an anderen technischen Erzeugnissen — nur einen verhältnismäßig engen und nach verschiedenen Richtungen orientierten Verbraucherkreis interessiert —, so hat die strenge betriebswissenschaftliche Beurteilung mit der übrigen Entwicklung nicht vollkommen Schritt gehalten.

Erst die schwere Notzeit der letzten Jahre hat auch hier die bekannten Untersuchungsverfahren verschärft und vertieft, neue Verfahren entwickelt, wobei die erzielten Ergebnisse bei den Preßluftwerkzeugen mit drehender Arbeitsbewegung bereits voll befriedigen, während hinsichtlich der schlagenden Werkzeuge noch keine voll entsprechende Klärung erreicht wurde.

Da die Verhältnisse bei den Werkzeugen mit drehender Arbeitsbewegung verhältnismäßig einfach liegen, so seien diese rasch abgetan. Die Gebrauchsprüfung wird sich vor allem darauf zu beschränken haben, Löcher in einem Normalgestein unter gleichen Bedingungen (gleicher Preßluftdruck, gleicher Anpreßdruck, gleiches Werkzeug, gleiche Schneidbreite usw.) zu bohren. Der Luftverbrauch — als Maßstab für die aufgenommene Energie — ist durch einen der von bekannten Maschinenfabriken reihenmäßig hergestellten Luftverbrauchsmesser rasch und genügend genau festzustellen. Für wissenschaftlich weitergehende Versuche stehen die bekannten mechanischen und elektrischen Abbremsverfahren (Bremszaum, Bremsdynamo) zur Feststellung der abgegebenen Energie (der Leistung) zur Verfügung.

Es ergeben sich daraus genügend genau die Werte für Leistung, Drehmoment, Drehzahl und es können die Kennziffern, wie Literleistung, Kilogrammeistung abgeleitet werden. Selbstverständlich darf bei jeder Beurteilung niemals außer acht gelassen werden, daß es sich um Handwerkzeuge handelt und daher das Verhalten der Maschine dem Arbeiter gegenüber stets berücksichtigt werden muß. Also Beachtung guter Schwerpunktlage, ruhiger, möglichst stoßfreier Gang, Unempfindlichkeit gegen Druckschwankungen und Verunreinigungen der Druckluft, geringe Neigung zur Vereisung.

Unvergleichlich schwieriger und undurchsichtiger liegen derzeit noch die Verhältnisse bei den schlagenden Preßluftwerkzeugen. Die Gebrauchsprüfung wird wieder mittels eines Normalgesteins unter stets gleichbleibenden Arbeitsbedingungen durchzuführen sein. Luftverbrauch und Verhalten dem Arbeiter gegenüber sind wie vorerwähnt zu werten.

Die betriebswissenschaftliche Feststellung der Leistungsabgabe erfordert jedoch zunächst eine grundsätzliche Einigung über das Meßverfahren selbst. Bekanntlich erfolgt die Leistungsabgabe der schlagenden Preßluftwerkzeuge in der Weise, daß der mit lebendiger Kraft (Wucht) geladene Schlagkolben durch ausgesprochene Schlag- oder Stoßwirkung Energie an die Aufschlagfläche des Einsteckwerkzeuges abgibt. Im weiteren technisch-physikalischen Sinn handelt es sich dabei um einen Stoßvorgang, noch weiter gefaßt, um den technischen Stoß dreier Massen: der Masse des Kolbens, der Masse des Einsteckwerkzeuges (Bohrer, Abbaumeißel u. dgl.) und jenes schwierig erfaßbaren Massenanteils des vom Stoß des Einsteckwerkzeuges unmittelbar betroffenen Gesteins.

Werden in erster Annäherung zur Beurteilung des Stoßvorganges die Ergebnisse der technischen Mechanik für den Stoß fester Körper herangezogen, so erhellt sofort, daß die Wirkung des Stoßes wesentlich von der Größe und der geometrischen Verteilung der Massen, von der geometrischen Gestalt der Stoßflächen (Aufschlagfläche zwischen Kolben und Einsteckwerkzeug, Berührungsfläche zwischen Schneide und Gestein) von der Auftreffgeschwindigkeit des Kolbens auf das Einsteckwerkzeug und von den elastischen Eigenschaften der drei Massen abhängt. Die erste Stoßstelle befindet sich zwischen der Schlagfläche des Kolbens und der Aufschlagfläche des Einsteckendes des Einsteckwerkzeuges, die zweite zwischen Schneide des Einsteckwerkzeuges und dem zu bohrenden Ge-

stein. Vom strengen Standpunkt aus kann nun eigentlich der zweite Stoßvorgang nicht mehr in Beziehung zur Leistungskennzeichnung des Preßluftwerkzeuges gebracht werden, da beispielsweise die an das Gestein abgegebene Leistung eines Bohrhammers sofort beträchtlich sinkt, wenn beim Bohren tiefer Löcher lange und schwere Bohrer Verwendung finden.

Ein tieferes Eindringen in das Problem zeigt auch auf, daß die Arbeitsweise eines schlagenden Preßluftwerkzeuges nicht eine absolute Konstante ist, da beispielsweise die Schlagzahl von der Art des zur Verwendung gelangenden Bohrers und von der Gesteinsart abhängt. Ein schwerer Bohrer, der auf hartem Gestein arbeitet, wirft den Schlagkolben kräftiger und damit schneller zurück und es erhöht sich in diesem Fall die Schlagzahl. Besondere Beachtung ist auch dem Umstand zu schenken, daß sich der Hammer bei der Untersuchung in einem richtigen Betriebszustand befindet, da Unregelmäßigkeiten im Schmierzustand die Ergebnisse verändern. Am besten ist es, den Hammer unmittelbar vor Beginn des Versuches reichlichst zu ölen und denselben dann ungefähr 5 bis 10 Minuten laufen zu lassen, damit alles überschüssige Öl sicher abgearbeitet und entfernt wird. Sobald eine Art Normalzustand erreicht ist, wobei man sich am besten durch einige orientierende Vorversuche unterrichtet, beginnt die genaue Prüfung. Für die schnelle Bestimmung der Schlagzahl eignen sich auch sehr gut die bekannten Schwingungsmesser mit schwingenden Lamellen, wie sie auch in der Elektrotechnik verwendet werden. Naturgemäß müssen auch die Einsteckenden der Einsteckwerkzeuge tadellos passen. Eine eingehende Untersuchung muß alle Umstände genauest berücksichtigen und da eine große Anzahl verschiedener Baumuster in Gebrauch stehen und die verschiedenen Betriebsverhältnisse mannigfache Anforderungen an verschiedene Werkzeuge stellen, so haben sich heute für die betriebswissenschaftliche Untersuchung mehrere Verfahren herausgebildet, von denen jedes seine bestimmten Vorzüge besitzt.

Das neueste und der Theorie nach richtigste Verfahren ist das der piezoelektrischen Druckmessung, wie es beispielsweise bei dem Piezoindikator der Zeiss-Ikon A. G., Dresden, zur Anwendung kommt. Der Vorzug dieses Verfahrens besteht darin, daß die Zeitdruckkurve praktisch masselos aufgezeichnet wird. Diesem Verfahren gehört sicher die Zukunft und es wird sich mit fortschreitender Verbilligung der Geräte bestimmt allgemein einführen.

Als nächstes Verfahren kann eine der verschiedenen Varianten des Kugelschlagverfahrens gelten. Man läßt den Hammer auf ein Einsteckwerkzeug arbeiten, dessen vordere Aufschlagfläche als Kugel oder als Teil einer Kugel ausgebildet ist. Diese Kugel­fläche stützt sich gegen eine mehr oder minder harte Stahlplatte und die Schlagenergie des Hammers verursacht einen Kugeleindruck. Dem Wesen nach handelt es sich also um eine Art dynamische Brinellprobe. Die Vergleichsmessung wird dadurch herbeigeführt, daß man bekannte Gewichte (bekannte Massen) aus bekannten Höhen auf die gleiche Platte fallen läßt und die Kugeleindrücke feststellt. Gerade dieses Verfahren beleuchtet deutlich die im Wesen der Sache liegenden Schwierigkeiten, da man denselben Kugel­abdruck einmal durch eine kleine Masse, die aus großer Höhe herabfällt, das andere Mal durch eine große Masse, die aus kleiner Höhe herabfällt, erzielen kann. Zur richtigen Prüfung von Hämmern wird man die fallenden Gewichte und die aus der Fallhöhe resultierenden Auftreffgeschwindigkeiten so wählen, daß sie ungefähr den Verhältnissen bei den zu untersuchenden Hämmern entsprechen.

Weitere Verfahren bedienen sich entweder eines Luftpuffers oder einer Ölbremse, auch wurden Kupfer- und Metallzylinder gestaucht, sowie verschiedene Reibungsbremsen zur Anwendung gebracht. Alle Verfahren sind dann geeignet, wenn sie auf die tatsächliche Arbeitsweise der Preßluft­hämmer Bedacht nehmen und wenn von zu weit gehenden Schlüssen Abstand genommen wird.

Ein besonderes Augenmerk ist ferner noch dem Umsatz- und dem Ausblasevermögen der Bohrhämmer zuzuwenden. Besonders beim Bohren in klüftigem Gestein spielt das Durchzugsvermögen der Hämmer eine große Rolle.



Das Durchzugsvermögen wird am besten praktisch, und zwar durch starkes und seitliches Andrücken des Bohrers an die Bohrlochwand geprüft. Laboratoriumsmäßig kann die Prüfung mittels Bremszaum erfolgen. Dem guten Ausblasen kommt besonders beim Bohren tiefer Löcher Bedeutung zu, seine Wirkung wird derzeit ausschließlich fast nur praktisch erprobt.

Mit Rücksicht auf die ziemlich verwickelte Lage ist es ein ganz besonderes Verdienst des Fachnormenausschusses für den Bergbau, der im Verein mit Dr.-Ing. E. Schlobach und gestützt auf Arbeiten des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen (insbesondere der Arbeiten des Dr.-Ing. Kochendörffer usw.) ein Einheitsprüfgerät, insbesondere für Abbauhämmer geeignet, entwickeln ließ, bei dem der vom Hammer abgegebene Impuls durch die Verformung einer entsprechend bemessenen Feder bestimmt wird. Es wäre außerordentlich zu begrüßen, wenn dieses Einheitsprüfgerät möglichst allgemein Eingang finden würde, da dieses Einheitsprüfgerät gerade für die praktischen Bedürfnisse der Bergbaue hervorragend geeignet ist.

#### Schrifttumsverzeichnis

Schlobach: Leistungsbestimmung von Drucklufthämmern mit dem Einheitsprüfgerät. Essen. 1937. — Kochendörffer: Beitrag zur Frage der Leistungsbestimmung von Abbauhämmern unter besonderer Berücksichtigung der Eignung der verschiedenen Prüfgeräte für den praktischen Grubenbetrieb. Diss. T. H. Berlin. 1931. — Zeiss-Ikon A. G., Dresden: Druckschriften über den piezoelektrischen Motorindikator. — Mintrop: Untersuchungen über die Messung von Stoßkräften. Diss. T. H. Karlsruhe. 1934. — Groedel: Experimentelle und theoretische Untersuchungen an Preßlufthämmern. Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, H. 156 und 157. Berlin. 1914. — Berger: Das Gesetz des Kraftverlaufes beim Stoß. Braunschweig. 1924. — Kreüger: Apparat zum Messen von Stößen. „Der Bauingenieur“. Februar 1921.

## Korrosionen an Eisen und Stahl im Bergbau, insbesondere der Förderseile

Von Prof. Dr.-Ing. E. H. Schulz, Forschungsinstitut der Vereinigte Stahlwerke A.-G. Dortmund

Mit 3 Textabbildungen

So wichtig in Hinsicht auf die dringende Stofferhaltung die Forschung über die Korrosion der Metalle, insbesondere das Rosten des Eisens und Stahles ist, so unklar sind doch gerade auf diesem Gebiet vielfach die Ansichten und sogar die Angaben des Schrifttums. Der Grund dafür liegt im wesentlichen darin, daß in der Korrosionsforschung sehr häufig zwei Fehler gemacht wurden und noch werden:

a) Korrosionserscheinungen in der Praxis, die an einer Stelle unter ganz bestimmten Umständen beobachtet wurden, wurden auf ganz andere Verhältnisse übertragen oder sogar vollständig verallgemeinert.

b) Aus kurzfristigen Laboratoriumsversuchen — meist unter künstlich verstärktem Angriff — wurde geschlossen auf die Korrosionserscheinungen, die unter dem Einfluß der Atmosphäre oder des Wassers in großen Zeiträumen vor sich gehen.

Es ist daher außerordentlich zu begrüßen, daß im Rahmen der Bergmannstagung auch die Korrosion, insbesondere das Rosten des technischen Eisens unter den Verhältnissen des Bergbaubetriebes behandelt werden soll. Denn nur durch Beobachtungen und Untersuchungen unter tatsächlich in der Praxis vorliegenden Verhältnissen kann die Korrosionsfrage für jeden einzelnen grundsätzlichen Fall geklärt und damit gegen die Stoffvernichtung und Schädigung der Kampf begonnen werden.

Andererseits hat die moderne Korrosionsforschung in Zusammenwirken von Beobachtungen beim natürlichen Rosten und wissenschaftlicher Forschung eine Anzahl von

grundlegenden allgemein gültigen Erkenntnissen gewinnen können, die auch auf dem hier zu behandelnden Sondergebiet gelten und daher zunächst besprochen werden müssen.

1. Es darf heute als eine unbedingt feststehende Tatsache betrachtet werden, daß für den Rostvorgang an der atmosphärischen Luft, im tropfbar flüssigen Wasser und in verdünnten Salzlösungen die chemische Zusammensetzung des Stahles nur nach zwei Richtungen eine Rolle spielt. Einmal gibt es Stähle, die überhaupt nicht rosten, also von der Luft oder vom Wasser und sogar von vielen Säuren überhaupt nicht angegriffen werden. Diese Beständigkeit ist aber nur zu erzielen durch hohe Legierungszusätze; ein solcher nicht rostender Stahl muß mindestens rund 10% Chrom enthalten, meist ist der Chromgehalt noch höher und es werden noch weitere hochwertige Zusätze beigegeben, insbesondere Nickel. Für den Großstahlbau, wie er im Bergbaubetrieb vorliegt, sowie für Förderseile kommt ein solcher Stahl wegen seines hohen Preises normalerweise nicht in Frage. In zweiter Linie ist es möglich, das Rosten des Stahles an der Atmosphäre zwar nicht zu unterbinden, aber doch in einem praktisch ganz erheblichen Ausmaß zu verzögern durch einen Zusatz von wenigstens 0,2% Kupfer, hierauf wird weiter unten noch besonders eingegangen werden. Hier sei nur festgestellt, daß die übrigen Stahlbegleiter — Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Schwefel, Phosphor — in den Mengen, wie sie in normalen Stählen vorliegen, für den Rostvorgang bedeutungslos sind. Lediglich hinsichtlich des Phosphors ist zu bemerken, daß in kupferhaltigen Stählen ein höherer Phosphorgehalt den Rostvorgang noch weiter verzögert, also günstig wirkt.

2. Auch die Herstellungsart und die Verarbeitung des Stahles üben nach allen uns zur Verfügung stehenden und ernst zu nehmenden Untersuchungen einen praktischen Einfluß auf das Rosten nicht aus.

Das vielfach beobachtete besonders gute Verhalten des alten Schweißeisens im Vergleich zum modernen Flußstahl ist wohl meist begründet in seinem hohen Kupfer- und Phosphorgehalt, daneben auch in dem vor Entwicklung unserer Industrie viel sanfteren Angriff durch die reinere Atmosphäre.

3. Ganz ausschlaggebend wichtig für die Geschwindigkeit des Rostens und damit die Stärke des Angriffs ist dagegen die Art des Angriffsmittels, und zwar wirken sich vielfach bereits verhältnismäßig geringe Unterschiede aus. Schon das Rosten an der atmosphärischen Luft vollzieht sich mit sehr verschiedener Geschwindigkeit je nach dem, ob die Luft mehr oder weniger Feuchtigkeit enthält, ob es sich um reinere Luft, z. B. in ländlichen Gegenden handelt oder um die mit Verbrennungsprodukten durchsetzte Atmosphäre in der Industriegegend. Nach Versuchen von K. Daeves, die sich über acht Jahre hinaus erstreckten, wird bei gewöhnlichem Kohlenstoffstahl in reiner Landluft im Jahre durchschnittlich 0,02 mm durch Rost abgetragen, in einer Industrieatmosphäre dagegen 0,08 mm, also das Vierfache. Bei planmäßigen Besichtigungen der Korrosionsverhältnisse in Bergwerksbetrieben konnte das Forschungsinstitut der Vereinigte Stahlwerke A.-G. entsprechende Feststellungen machen. In einer Erzgrube mit reiner und trockener Luft lagen Eisenbahnschienen 30 Jahre im Betrieb und dann erfolgte der Ausbau nicht wegen Verrostung, sondern wegen mechanischen Verschleißes. Dagegen wurden an eisernen Bauten über einem kleinen ausziehenden Schacht, die aus verschiedenen Gründen nicht mehr durch Anstriche geschützt waren, Korrosionen durch die aus dem Schacht ausströmende feuchte kohlenstoffreiche Luft in einem Ausmaß beobachtet, wie man sie nur selten sieht.

Auch in verschiedenen Wässern ist der Rostangriff durchaus unterschiedlich, beim Rosten in Wasser spielt eine ausschlaggebende Rolle der Sauerstoffgehalt des Wassers, der das Rosten überhaupt erst ermöglicht und, wenn er in größeren Mengen gelöst ist, überaus stark beschleunigt. Eine sehr große Steigerung des Rostangriffes wird verständlicherweise bewirkt durch einen Gehalt des Wassers an Säuren. Während sich nämlich in säurefreien Wässern unter Umständen Rostschichten bilden können, die das darunterliegende Eisen in einem gewissen Ausmaß gegen einen weiteren Angriff schützen, wird bei

sauren Wässern der gebildete Rost gewissermaßen immer wieder weggelöst bzw. bildet sich überhaupt kein Rost, sondern das Metall wird durch die Säure aufgelöst, so daß immer wieder die Metallfläche dem Angriff ausgesetzt ist. So ist es verständlich, daß in Erzgruben, in denen durch Auslaugungen schwefelhaltiger Erze schwefelsaure Wässer

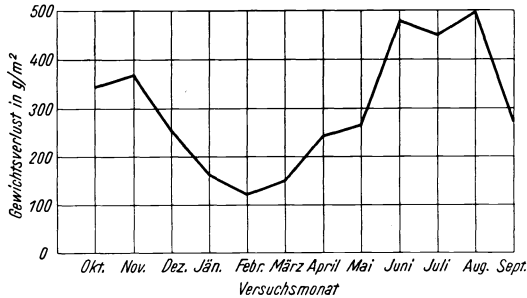


Abb. 1. Wechseltauchversuche in Seewasser bei verschiedenen Einsatzzeiten

entstehen, Eisen ganz außerordentlich stark angegriffen wird. In einer Erzgrube, die der Verfasser vor einiger Zeit besuchen konnte, lagen diese Verhältnisse derart ungünstig, daß für die Pumpen für die Wasserhaltung der eingangs erwähnte hoch mit Chrom und Nickel legierte und daher sehr teure nicht rostende Stahl verwendet wurde, der hier trotz seines hohen Preises wirtschaftlich war. Auch die Leitungsrohre hatten einen besonderen Innenschutz.

Jedenfalls steht außer Zweifel, daß Unterschiede im Rosten normalen Eisens und

Stahles in den weitaus meisten Fällen zurückzuführen sind auf Unterschiede im Angriffsmittel oder auch auf besondere Nebenwirkungen, die den Angriff beeinflussen. Man sollte daher bei Feststellung auffälliger Rosterscheinungen immer in erster Linie sorgfältig die Angriffsverhältnisse prüfen und nicht, wie es heute noch vielfach geschieht, durch vergebliche Untersuchungen am Stahl den Grund suchen. Gerade gewisse Nebenumstände, die nur zu leicht übersehen werden, können sich bei der Korrosion überaus stark auswirken — hierfür nur ein Beispiel: Proben eines Stahles wurden von 30 Tagen

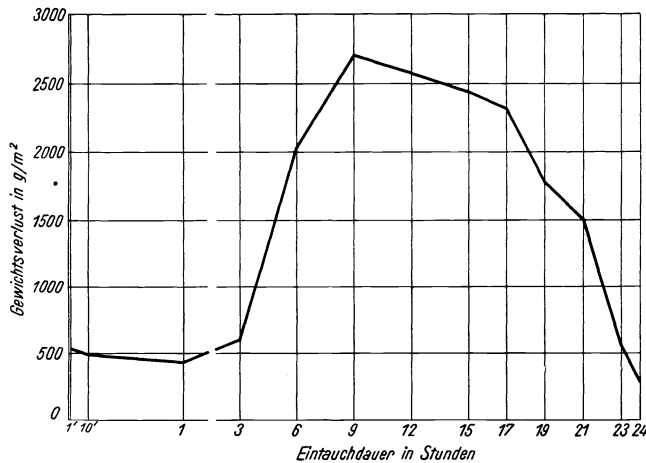


Abb. 2. Gewichtsverlust von Stahl in Seewasser bei verschiedener Eintauchdauer

Dauer unterworfen, wobei die Proben in jeder Woche dreimal 24 Stunden in Wasser eintauchten und die übrige Zeit an der Luft hingen. Der einzige Unterschied in der Durchführung der Versuche lag darin, daß je eine Probenreihe jeden Monat des Jahres eingesetzt wurde. Wie Abb. 1 erkennen läßt, macht sich der Einfluß des Versuchsmonats, mit anderen Worten, der Jahreszeit und der durch sie bedingten Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft in dem Angriff außerordentlich stark geltend.

4. Diese Darlegungen machen es auch verständlich, daß es auch für den Grad des Rostens unter natürlichen Verhältnissen bedeutsam ist,

in welchem Verhältnis zueinander gegebenenfalls die Zeiten stehen, in denen der Stahl vollständig vom Wasser benetzt wird, d. h. in Wasser eingetaucht ist, zu den Zeiten, in denen er sich an der Luft befindet. Immerhin dürfte das Ausmaß der hierbei auftretenden Unterschiede weniger bekannt sein. In Abb. 2 wird ein Beispiel hierfür gegeben. Proben eines Stahles wurden Wechseltauchversuchen unterworfen, wobei die Einzelproben innerhalb von 24 Stunden jeweils eine gewisse Zeit in Wasser und die übrige Zeit sich an der Luft befanden. Diese Eintauchzeiten in Wasser wechselten von 0 — reine Luftkorrosion — über 1 Minute, 10 Minuten, 1 Stunde, 3 Stunden usw. bis zu 24 Stunden, d. h. einem ununterbrochenen Verweilen im Wasser. Die Abbildung läßt zunächst erkennen, daß der Rostangriff bei ununterbroche-

nem Eintauchen in Wasser am geringsten ist. Beim Rosten an der Luft bzw. bei nur sehr kurzfristigen Eintauchdauern — bis zu 3 Stunden je Tag — ist der Angriff zwar deutlich stärker, er bleibt aber weit zurück hinter dem, der sich einstellt, wenn die Probe täglich etwa die halbe Zeit in Wasser und die übrige Zeit sich an der Luft befand. Mit anderen Worten, der weitaus stärkste Angriff wird ausgeübt bei einem dauernden Wechsel zwischen Eintauchen in Wasser und Verweilen an der Luft. Diese Ergebnisse der Forschung machen es z. B. verständlich, daß in Bergbaubetrieben vielfach besonders starke Korrosionen beobachtet werden können an Eisenteilen, die einem Tropfenfall von Wasser ausgesetzt sind, wobei sich tiefe Einfressungen entwickeln können.

5. Es muß dann nochmals auf den Werkstoff Stahl zurückgekommen werden, und zwar ist genauer einzugehen auf die bereits gestreifte Wirkung des Kupfergehaltes im Stahl. Wie schon gesagt, verzögert ein Gehalt von 0,2% Kupfer im Stahl den Rostvorgang an der Atmosphäre — aber auch nur an der Atmosphäre. Dauernd in Wasser eingetauchter Stahl rostet in gleicher Weise, ob er einen Kupferzusatz hat oder nicht. Dagegen ist die rosthemmende Wirkung des Kupferzusatzes beim Angriff durch die Atmosphäre praktisch von größter Bedeutung. Äußerlich setzt bei solchem mit Kupfer legierten Stahl der Rostvorgang zunächst genau so ein wie bei einem kupferfreien. Nach einer Reihe von Monaten und ausgeprägt im Laufe von Jahren vollzieht sich aber bei dem kupferhaltigen Stahl eine stetige Verlangsamung des Rostangriffs derart, daß mit einer rund 50% längeren Lebensdauer des kupferhaltigen Stahles gerechnet werden kann.

Gerade für den Bergbau ist in diesem Zusammenhang vielleicht von besonderem Interesse, daß diese Überlegenheit des kupferhaltigen Stahles bei einer sehr stark angreifenden Atmosphäre oder in mit Säure geschwängelter Luft nicht nur auch vorhanden ist, sondern sogar ganz besonders stark hervortritt. Bei seinen weiter oben bereits erwähnten langjährigen Beobachtungen über die Rostgeschwindigkeit fand K. Daeves, daß beim Patinastahl, einem mit etwa 0,2% Kupfer legierten und durch weitere Maßnahmen noch mehr verbesserten Stahl, der Angriff in Landluft nur 0,01 mm im Jahr im Durchschnitt betrug — der Angriff war zu Beginn 0,02 mm wie bei gewöhnlichem Stahl, sank aber im Verlauf von 80 Monaten auf 0,006 mm. In Industrieluft betrug der Angriff bei Patinastahl 0,045 mm im Jahr gegen 0,08 mm bei kupferfreiem Stahl.

Dazu hat der kupferhaltige Stahl noch eine weitere wichtige Eigenart: Zum Schutz gegen Korrosion aufgebrachte Anstriche sowie die Verzinkung üben bei ihm meist auch einen stärkeren Schutz aus als auf kupferfreiem Stahl. Es würde zu weit gehen, an dieser Stelle auf die durch einwandfreie Forschungen klargelegten Gründe hierfür einzugehen, Tatsache ist jedenfalls, daß Anstrich und Verzinkung auf kupferhaltigem Stahl eine größere Lebensdauer besitzen als auf gewöhnlichem Stahl.

Aus den Ausführungen über die ausschlaggebende Bedeutung des angreifenden Mittels und der Nebenumstände ist klar zu entnehmen, daß über den unter bestimmten Verhältnissen auftretenden Rostvorgang Klarheit nur geschaffen werden kann durch Korrosionsversuche, die eben unter den betreffenden Verhältnissen durchgeführt werden. Ältere zuverlässige Angaben über die Korrosion in Bergwerksschächten liegen nur verhältnismäßig wenig vor. Marbach\*) hat Beobachtungen gemacht an eisernen Tübbings und glaubt feststellen zu können, daß Stahlguß einem stärkeren Rostangriff unterworfen ist als Gußeisen. Die Frage, ob Stahl oder Gußeisen stärker zum Rosten neigen, ist bereits mehrfach der Gegenstand von Untersuchungen und Überlegungen gewesen, eine allgemeine Antwort auf diese Frage ist aber nicht möglich. Auch hier spielt die Art des Rostangriffs eine ausschlaggebende Rolle, es liegen aber neuerdings einige Beobachtungen des Forschungsinstituts der Vereinigte Stahlwerke A.-G. vor, wonach gerade in Bergwerksschächten Stahl keineswegs stärker angegriffen worden ist als Gußeisen.

Beobachtungen auf Erzgruben, in denen die verschiedensten Temperatur- und Feuch-

\*) Glückauf 69, 161/70 (1933).

tigkeitsverhältnisse herrschen, ließen Verzinkung als ausgezeichneten Schutz gegen die Wirkungen jahreszeitlich bedingter Feuchtigkeit auf Stahlrohre für Preßluft und Wasserhaltung erkennen. Besonders auch auf einer Grube mit feuchtem Förderschacht wurde die Anschaffung verzinkter Förderwagen, die etwa 10% im Preise teurer sind als unverzinkte, als Ersparnismaßnahme empfunden, da die verzinkten Förderwagen eine wesentlich längere Lebensdauer hatten. Auf die Frage der Verzinkung wird weiter unten bei Besprechung der Korrosion von Förderseilen noch besonders eingegangen.

Um über die Verhältnisse im Bergbau genaueren Aufschluß zu erhalten, hat im Jahre 1935 das Forschungsinstitut der Vereinigte Stahlwerke A.-G., das sowohl für die Bergbaubetriebe wie für die Stahlwerke des Konzerns arbeitet, auf Anregung und in Zusammenarbeit mit dem Schachtbauausschuß der deutschen Bergbaubezirke umfassende Korrosionsversuche mit eisernen Werkstoffen in verschiedenen Schächten Deutschlands in Angriff genommen. Es wurden sowohl Kohlenschächte wie Salzschächte in die Untersuchung einbezogen und auch nach anderer Richtung nach Möglichkeit die verschiedenen Verhältnisse berücksichtigt.

Eingebaut wurden insgesamt annähernd 4000 Proben. Die Dauer der Versuche wurde auf mehrere Jahre in Aussicht genommen, um klare Ergebnisse zu erzielen. Vor kurzem wurden bereits auf allen Schächten eine Serie von Proben zur Prüfung herausgenommen, also nach etwa einem Jahr Korrosionsdauer. Nach dieser kurzen Zeit lassen sich sichere Urteile noch nicht abgeben, es muß daher darauf verwiesen werden, daß hoffentlich in einigen Jahren ein umfassender Bericht erstattet werden kann. Um aber

Zahlentafel 1. Korrosion in Schächten — Einfluß von Stahlart und Schachtstelle

Stahl	Eine Stahlsorte an 20 verschiedenen Schachtstellen	Schacht	18 verschiedene Stahlsorten an einer Schachtstelle
I	0,02 bis 0,31	K <sub>1</sub>	0,02 bis 0,04
II	0,04 bis 0,28	K <sub>2</sub>	0,13 bis 0,23
III	0,03 bis 0,33	S <sub>1</sub>	0,06 bis 0,10
IV	0,04 bis 0,20	S <sub>2</sub>	0,12 bis 0,32

Abrostung in Millimeter; Versuchsdauer: 1 Jahr.

K = Kohleschächte, S = Salzschächte

zum mindesten die Richtung, in der das Material ausgewertet werden kann, anzudeuten, sei Zahlentafel 1 gebracht, in der zwei Arten der vorläufigen Auswertung beispielsweise dargestellt sind. Links ist angegeben, innerhalb welcher Streugrenzen sich die Dickenabnahme bei einigen Stahlsorten — es handelt sich im ganzen um annähernd 20 — in den gesamten Schächten bewegte. Darnach ist die Streuung des Rostangriffs bei jedem einzelnen Stahl in den verschiedenen Schächten sehr groß und zwischen den Streugrenzen der einzelnen Stähle bestehen trotz ganz verschiedener Zusammensetzung nur geringe Unterschiede. Dies erlaubt bereits den Schluß, daß große Unterschiede in der Zusammensetzung der Stähle nur wenig Einfluß auf das Korrosionsverhalten auch im Bergbau haben. Der ausschlaggebende Einfluß der Art der Korrosion, d. h. also der besonderen Verhältnisse im Schacht, dagegen geht deutlich aus der rechten Seite der Zahlentafel hervor, in der die Streuungen eingetragen sind, die in einigen der untersuchten Schächte die sämtlichen Stahlsorten zeigten. Hier sind für jeden einzelnen der vier Schächte die Streugrenzen aller Stähle sehr gering — aber die einzelnen Schächte zeigen unter sich erhebliche Unterschiede.

Die im längeren Verlauf der Versuche erzielten Ergebnisse sollen dann ausgewertet werden zur Feststellung, wie die verschiedenen Arten von Schächten die Korrosion beeinflussen, z. B. der Einfluß des Fördergutes, ob es sich um einen einziehenden oder ausziehenden Schacht handelt usw. Ferner wird auch die Wirksamkeit von rostschützenden Anstrichen geprüft.

Ein lebenswichtiges Stahlbauteil im Bergbau ist das Förderseil; auf das Problem des Rostangriffs dieser Seile soll daher besonders eingegangen werden. Nach Altpeter\*)

\*) Glückauf 72, 1009/10 (1936).

zeigen blanke Drahtseile bei guter Schmierung in trockenen Schächten ein durchaus gutes Verhalten. In nassen und ausziehenden Schächten empfiehlt er dagegen als Korrosionsschutz Verzinkung. Dixon, Hogan und Robertson kamen auf Grund eingehender Untersuchungen von einer großen Anzahl nach verschiedener Laufzeit abgelegter Seile zu dem Ergebnis, daß die Hauptursache für das Brechen von Seildrähten in Korrosionsermüdungsbeanspruchungen zu suchen sei.

Für Seildraht ist daher im Hinblick auf den kombinierten Angriff durch Schwingungsbeanspruchung und Korrosion der Rostschutz von ganz ausschlaggebender Bedeutung. Bekannt ist die Rostbekämpfung bei Seilen durch das Einfetten, wobei allerdings auf die sehr sorgfältige Unterhaltung des Fettüberzuges und wohl auch auf die Güte des benutzten Fettes sehr geachtet werden muß. Es muß jedoch ausdrücklich davor gewarnt werden, der sogenannten Säurezahl eine übertriebene Beachtung zu schenken, da diese meist lediglich den Gehalt an organischen Säuren angibt, die durch Oxydation, d. h. Spaltung der Fette selbst entstanden sind. Diese organischen Säuren haben aber — soweit wir bei unseren im Institut bisher durchgeführten Versuchen an Einzeldrähten feststellen konnten — keinen nachteiligen Einfluß, stehen daher offenbar auch in keinem Zusammenhang mit der Lebensdauer der Seile.

Ein weiteres Mittel für die Rostbekämpfung ist die Verzinkung. Durch die Verzinkung — in Frage kommt zur Zeit lediglich die Feuerverzinkung, da galvanische Überzüge zu dünn sind — werden allerdings die Festigkeitseigenschaften der Drähte etwas in ungünstigem Sinne beeinflußt. Die Zugfestigkeit nimmt um 10 bis 15% ab, Biege- und Verwindeszahlen sinken um 15 bis 25%. Nach Untersuchungen des Forschungsinstituts der Vereinigte Stahlwerke A.-G., die durch die betriebsmäßige Herstellung bestätigt wurden, kann aber der Abnahme der Eigenschaften dadurch begegnet werden, daß man die Drähte mit stärkerem Reckgrad (etwa 80%) vorzieht. Es ist daher anzunehmen, daß die Schutzwirkung des Zinks gegen den Rostangriff ein größerer Vorteil ist als der in etwas geringeren Festigkeitseigenschaften — die natürlich bei der Beanspruchung zu berücksichtigen sind — liegende Nachteil.

Grundsätzlich ist zu der Verwendung von Zinküberzügen noch folgendes zu sagen. Im allgemeinen haben Zinküberzüge nur dann Zweck, wenn sie genügend dick aufgetragen sind. So ist bei Drähten über 1,8 mm Dicke meist eine Dicke der Zinkschicht von 150 bis 200 g/qm erforderlich. Der Schutz durch Zink ist am wirksamsten, wenn die Schwingungsbeanspruchung gegenüber der Korrosion zurücktritt. Bei der Korrosion des Förderseils spielen wiederum daher die Verhältnisse in den Schächten eine ausschlaggebende Rolle. Das Forschungsinstitut der Vereinigte Stahlwerke A.-G. beschäftigt sich seit einiger Zeit auch mit der Untersuchung von gebrauchten Förderseilen, insbesondere solchen, die vorzeitig wegen des Auftretens von Drahtbrüchen abgelegt worden waren. Dabei ergab sich in Übereinstimmung mit den bereits angeführten Untersuchungen englischer Forscher als Hauptgrund für das vorzeitige Ablegen in den meisten Fällen Korrosionsdauerbruch. Die Sicherheit des Förderseils an sich, sowie die Ausnutzung der Lebensdauer des Förderseils verlangt darnach ganz offensichtlich einmal Klarstellungen über diesen Dauerkorrosionsbruch, zum anderen seine Bekämpfung. Ein ausführlicher Bericht wird nach Abschluß der Untersuchungen an anderer Stelle erscheinen, hier seien aber einige vorläufige Ergebnisse bereits mitgeteilt, die als feststehend betrachtet werden können. Sowohl nach den Feststellungen anderer Forscher als auch nach unseren eigenen Versuchen kann die Dauer- oder Schwingungsfestigkeit von Seildrähten angenommen werden zu 36 bis 40 kg/qmm. Eine mit Schwingungsbeanspruchung gleichzeitig eintretende Korrosionseinwirkung kann diese Schwingungsfestigkeit aber herabsetzen auf 6 bis 8 kg/qmm. Hierbei ist aber noch zu beachten, daß die erstere Zahl die Belastung angibt, bei der der Draht unendlich lange beansprucht werden kann, ohne zu brechen, während die zuletzt genannte Zahl besagt, daß der Draht bei der genannten Belastung eine bestimmte Schwingungszahl, z. B. 500.000, aushält, aber dann bricht. Von einer Korrosionsschwin-

gungsfestigkeit kann daher im eigentlichen Sinne gar nicht gesprochen werden. Diese Korrosionsschwingungsfestigkeit scheint bei Einzeldrähten durch die Verzinkung verbessert zu werden. Jedoch sind hierüber unsere Versuche noch nicht abgeschlossen.

Zahlentafel 2 gibt an, wie groß im Durchschnitt die Förderarbeit von Seilen in Abhängigkeit vom Oberflächenschutz der Drähte gewesen ist. Ausgewertet wurden dabei

Zahlentafel 2. Einfluß der Oberfläche des Drahtes auf die Förderarbeit

Oberfläche der Drähte	Blank	Innen blank, außen verzinkt	Verzinkt
Förderarbeit in tkm/kg.....	120	123	232

nur Seile, die in nassen Schächten gelaufen waren. Es zeigt sich ohne weiteres, daß die Seile aus verzinkten Drähten eine ganz erheblich höhere Förderarbeit — fast die doppelte —

geleistet haben im Vergleich zu Seilen aus blanken Drähten. Bemerkenswert ist dabei, daß die Verwendung von verzinkten Drähten nur in den Außenlagen eine Besserung kaum ergab. Man hat auch versucht, den Korrosionswiderstand blanker Seildrähte dadurch zu erhöhen, daß man nach den oben gemachten Ausführungen dem Stahl etwa 0,2 bis 0,3% Kupfer zulegierte. Die hiermit gemachten Erfahrungen waren widersprechend. Im allgemeinen kann aber gesagt werden, daß ein Kupferzusatz zum Stahl bei blanken Drähten zwecklos ist, da die eigenartige Schutzwirkung der sich bildenden Kupferüberzüge infolge des stetigen mechanischen Abscheuerns sich nicht auswirken kann. Es ist lediglich denkbar, bei Verzinkung auf kupferhaltigem Stahl die Haftfestigkeit und die Verformungs-

fähigkeit als Folge geringerer Hartzinkbildung zu verbessern.

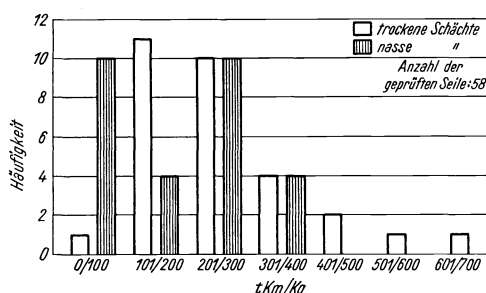


Abb. 3. Förderarbeit von Seilen auf trockenen und nassen Schächten

zehn in nassen und nur eines in einem trockenen Schacht gelaufen. Andererseits wurde die Höchstzahl der Leistung, nämlich über 400 tkm/kg nur erreicht von solchen Seilen, die in trockenen Schächten gelaufen waren. Hier äußert sich also sehr deutlich der Einfluß der Schachtbeschaffenheit auf die Lebensdauer des Förderseils. Daß hierneben noch andere Einflüsse von erheblicher Bedeutung sind wie die Art des Antriebs (Dampf oder elektrisch), Anzahl der Züge, d. h. die Größe der Förderdichte und vor allem die Fördergeschwindigkeit, sei der Vollständigkeit halber in diesem Zusammenhange erwähnt.

Die vorstehenden Ausführungen konnten zu der besonderen Frage der Korrosion im Bergbaubetrieb noch nicht viel Tatsachen bringen — Forschungen auf dem Korrosionsgebiet verlangen, wie betont, sehr lange Versuchsdauern — und die sind bislang noch nicht aufgewandt worden — sowie sehr sorgfältige fachmännische Beobachtungen in der Praxis, an denen es ebenfalls bislang mangelte. Die Bedeutung der Korrosionsforschung im Sinne einer Arbeit zur Stofferhaltung verlangt aber einen solchen Aufwand an Zeit und Sorgfalt. Zweck dieser Darlegungen war daher vor allem, zur Mitarbeit an diesem wichtigen Problem anzuregen und für eine solche Mitarbeit auf einige wesentliche Gesichtspunkte hinzuweisen.

Vor allem sei betont, daß das Forschungsinstitut der Vereinigte Stahlwerke A.-G., das gerade auch über die Korrosionen im Bergbau umfassende Arbeiten eingeleitet hat, für jede Anregung und Unterstützung seiner Untersuchungen auf diesem Gebiet äußerst dankbar ist.

## Fördermittel im Streb mit flacher und steiler Lagerung

Von Obering. **Walter Seyfert**, Duisburg, Demag A. G.

Mit 10 Textabbildungen

Im letzten Jahrzehnt ist die Entwicklung im Bergbau gekennzeichnet durch das Bestreben nach weitestgehender Betriebszusammenfassung. Herr Bergassessor Wedding gibt im „Glückauf“ Nr. 72, 1936, hierfür bemerkenswerte Aufschlüsse. Demnach ist im Ruhrbergbau die Zahl der Abbaubetriebspunkte von 16.700 im Jahre 1927 auf 3172 im Jahre 1936, also auf weniger als den fünften Teil zurückgegangen, während in derselben Zeit die fördertägliche Förderung je Abbaubetriebspunkt von 23 auf 106 t, also um rund 460% gestiegen ist. Diese Entwicklung ist nur möglich gewesen durch Einsatz von Fördermitteln im Streb, welche in der Lage waren, diese beträchtlich vergrößerten Kohlenmengen störungsfrei abzufördern. Während für die flache bis leicht geneigte Lagerung Fördermittel, und zwar Schüttelrutschen, schon seit Jahrzehnten bekannt waren, mußten für die halbsteile und steilere Lagerung solche Fördermittel von der Bergbaumaschinenindustrie erst neu entwickelt werden. Aber auch die Schüttelrutschen genügten in vielen Fällen nicht mehr den Anforderungen, so daß auch hier neue Fördermittel eingesetzt werden mußten, die für große Förderleistungen bei langen Streben von 100 bis 300 m geeignet waren.

Es sind drei verschiedene Lagerungsverhältnisse besonders zu betrachten:

1. die flache Lagerung von 0 bis 18°,
2. die halbsteile Lagerung von 18 bis 35°,
3. die steile Lagerung über 35°.

Für die flache Lagerung waren, wie oben gesagt, Schüttelrutschen vorhanden, diese waren wohl bis zu einem Einfallen von 18° geeignet, ergaben hier auch Förderleistungen von 100 t und mehr je Stunde, versagten aber bei einer ansteigenden Förderung von mehr als 6° bzw. gingen die Förderleistungen außerordentlich zurück. Auch die Förderlänge war für jeden Rutschenmotor auf 70 bis 100 m beschränkt, da bei größeren Längen mit häufigen Störungen durch Rutschenverbindungsbrüche usw. zu rechnen war. Bei stark welligem Liegenden ließen sich Schüttelrutschen nur ganz selten oder nur mit besonderen Schwierigkeiten anwenden. Man ging daher zuerst bei langen Streben von mehr als 100 m und einem Ansteigen von über 6°, und auch dort, wo stark welliges Liegende vorhanden war, dazu über, die in der Streckenförderung bereits eingeführten Gummitransportbänder einzusetzen. Mit diesem Fördermittel konnten nun spielend 300 und mehr Meter Förderlänge bei Leistungen von 100 bis 200 t je Stunde erzielt werden. Da mit diesen Fördermitteln gleichzeitig Kohlen heraus und Berge in den Streb hinein gebracht werden mußten, glaubte man, nur Gummiflachbänder anwenden zu können, da bei diesen die Abnahme der Berge durch Schaufel und Abstreifer scheinbar leichter durchführbar war. Da Flachbänder zur Erhöhung des Füllquerschnitts mit Seitenleisten ausgerüstet werden müssen, tritt bei diesen gegenüber den sog. Muldentransportbändern ein wesentlich höherer Kraftbedarf in Erscheinung, welcher noch vergrößert wird durch die bald eintretende Verschmutzung des Bandgestells, da es unvermeidbar ist, daß Kohlenklein zwischen Seitenborden und Gummibandkanten, auf die das untere Trum abdeckende Blechmulde gerät, sich dort auf die ganze Länge des Bandgestells verteilt und damit die rollende Reibung zwischen Band und Tragrollen aufhebt und eine gleitende Reibung zwischen Band und Kohlenklein erzeugt. Der Kraftbedarf eines Gummiflachbandes ist daher in der Praxis um zirka 100% größer als der eines Gummimuldenbandes. Man ging daher erstmalig 1934 dazu über, auch Muldenbänder im Streb einzusetzen und erzielte damit bei derselben Motorleistung eine doppelte Förderleistung bzw. eine doppelt so große Förderlänge. Bandrisse, die bei stark belasteten Flachbändern nach auftretender Verschmutzung des Bandes durch Kohlenklein häufig eintraten, verschwanden ganz und



die Lebensdauer des Gummibandes wurde infolge des Fortfalls des Kantenverschleißes wesentlich erhöht.

Sie sehen in Abb. 1 ein Strebmuldenband. Dieses hat keine Seitenborden und nur die Rollen selbst sind durch einen Rollenschutz gegen Verletzung durch anfallende große Kohlenstücke geschützt. Es werden hier freitragende Muldenrollensätze verwandt, welche bestimmte Vorteile aufweisen, die für Strebmuldenbänder besonders wichtig sind.



Abb. 1. Strebmuldenband

Die beiden schrägstehenden Seitenrollen haben an ihrer äußeren Lagerseite geschlossene Lagerdeckel. Es sind also keine nach außen durchgehende Achsen vorhanden. Eine Verschmutzung der beiden äußeren Lager durch Kohlenstaub kann also nicht eintreten. Die freitragende Ausführung ergibt weiterhin den Vorteil, daß alle drei Rollen eines Rollensatzes von nur einer Schmierstelle aus geschmiert werden können, wobei also eine durchgehende Schmierung aller sechs Lagerstellen stattfindet.

Abb. 2. Im Streb findet man oft sehr beengte Verhältnisse vor, welche es erforderlich machen, Antriebsstationen zu verwenden, die in ihren Abmessungen so klein gehalten sind, daß das Umlegen dieser Stationen keine besonderen Vorarbeiten erforderlich machen. Es wurden daher speziell für Strebbandantriebe Preßluftrollen entwickelt, bei welchen der Preßluftmotor und das dazugehörige Getriebe in den Hohlraum der Gummibandtriebsrolle eingebaut wurden. Die Antriebsstation ist hierdurch schmal und kurz geworden, so daß sie nunmehr

zwischen den Ausbaustempeln seitlich verschoben werden kann, ohne daß man an dieser Stelle einen Sonderausbau vorsehen muß.

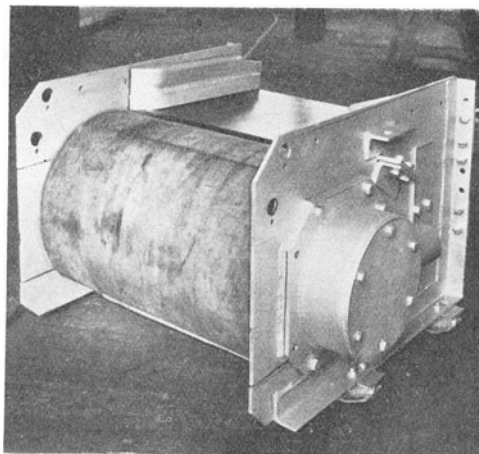


Abb. 2. Preßluftrolle für Strebbandantrieb

Mit Muldenstrebändern kann man bis  $18^\circ$  aufwärts und abwärts fördern und auch Sättel und Mulden lassen sich durch diese Bänder ohne besondere Schwierigkeiten überwinden. Bei Neigungen über  $6^\circ$  müssen bei Aufwärtsförderung sog. Rücklaufsperrn und bei Abwärtsförderung Sicherheitsbremsen vorgesehen werden, welche ein selbsttätiges Ablaufen des Bandes durch die Kohlenlast verhindern.

Die Betriebszusammenfassung bei einem Einfallen über  $18^\circ$  ergab wesentlich größere Schwierigkeiten, und zwar in erster Linie, weil es für dieses Einfallen noch kein Strebfördermittel gab, welches allen Anforderungen gerecht wurde. Man half sich zwischen  $18$  bis  $35^\circ$  mit fest verlagerten Blechrutschen, auf welchen man die Kohle in die untere Strecke abgleiten ließ. Dabei mußten die Häuer bei dem flacheren Einfallen durch Schieben der Kohle nachhelfen und bei dem steileren Einfallen bis  $35^\circ$  durch gewisse Bremseinrichtungen vermeiden, daß die Kohle mit zu großer Geschwindigkeit abrutscht. Bei Einfallen über  $35^\circ$  ging man zum Teil zum sog. Schrägbau über, bei welchem man eine Neigung wählte, die ein selbsttätiges Abrutschen der Kohle noch eben gewährleistete, wobei man darauf achten mußte, daß die Neigung nicht schlechter wurde, sonst mußten die Häuer die Kohle nachschieben oder, wenn steiler, dann mußte die Kohle dauernd geschleust werden. Bei dieser Art von Förderung trat außer den oben genannten Schwierig-

keiten noch eine ziemlich starke Staubentwicklung ein, die mit dazu beitrug, daß die Hauerleistung verhältnismäßig gering blieb. Diese Schwierigkeiten verhinderten zum Teil die Einführung von Großabbaubetriebspunkten. Nur der Einsatz von stetig arbeitenden Fördermitteln konnte Abhilfe schaffen.

Im Jahre 1932 entwickelte die Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia in Lünen auf Grund von Anregungen einer Ruhrzeche einen stetig arbeitenden Förderer, der den unbedingt notwendig zwangsläufigen Arbeitsrhythmus im Streb ermöglichte.

Sie sehen in Abb. 3 diesen Stauscheibenförderer, welcher sich nicht nur für ein direktes Einfallen von 25 bis 35°, sondern auch für den Schrägbau besonders gut eignet. Infolge seiner niedrigen Bauweise, bei welcher das Rücklauftrum für die Stauscheibenkette seitlich von der Förderrinne angeordnet ist, erleichtert er die Kohlenbeschickung außerordentlich. Die Kohle braucht in den meisten Fällen nicht mehr in den Förderer hineingeschaufelt, sondern sie kann in den Förderer hineingeschoben werden, wodurch die Hauerleistung natürlicherweise wesentlich erhöht wurde. Es konnte in vielen Fällen nachgewiesen werden, daß nach Einführung des Stauscheibenförderers der Hauererfolg um 40 bis 60%, je nach den vorliegenden Verhältnissen, gestiegen war. Auch die Holzförderung ist durch diesen Förderer ohne weiteres gelöst, so daß bei langen Streben von 200 und mehr Meter allein beim Holztransport im Streb ein Zeitgewinn von einer Stunde erzielt werden kann. Dieser Zeitgewinn kommt selbstverständlich der Kohlengewinnung zugute. Der Stauscheibenförderer wird gebaut für Leistungen von 100 bis 200 t je Stunde. Die bisher erreichte größte Förderlänge beträgt 260 m.

Die Antriebsstation (Abb. 4) wird durch einen Westfalia-Preßluftschleuderkolbenmotor mit einer Leistung von 10 PS bei 450 Umdr./Min. über eine elastische Kupplung und einem horizontal liegenden Schneckengetriebe angetrieben, wobei eine ebenfalls horizontal liegende Antriebsscheibe die Stauscheibenkette mitnimmt. Über dem Antriebsrad sitzt eine Seiltrommel, mit deren Hilfe die Stauscheibenkette beim Umlegen im ganzen herabgelassen und wieder eingezogen werden kann.

Die Abmessungen der kompletten Antriebsstation sind so gewählt, daß diese ohne Demontage seitlich zwischen den Stempeln aus einer Stempelreihe in die andere verschoben werden kann. Das Umlegen der gesamten Fördereinrichtung wird durch diese Bauart sehr erleichtert. Die Erfahrung hat gezeigt, daß das Umlegen eines 185 m langen Förderers bei einem Einfallen von 28 bis 34° von 5 Mann in einer Schicht bewältigt werden kann.

Die Umkehrstation besteht aus einer einfachen in Rotgußlagern laufenden Trommel mit hohen Bordkanten, die verschiebbar und schwenkbar an einem in jeder Stellung zu haltenden Teleskoprohr sitzt. Die Trommel kann je nach den Verhältnissen senkrecht oder waagrecht laufen.

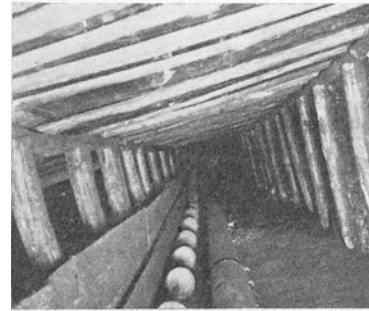


Abb. 3. Stauscheibenförderer



Abb. 4. Antriebsstation für Stauscheibenförderer

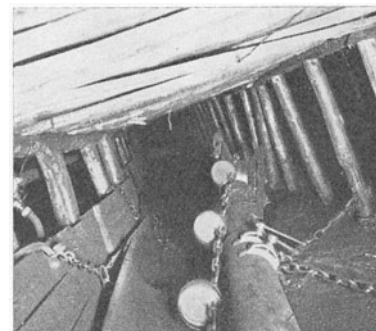


Abb. 5. Förderrinne mit Rutschenhalter beim Stauscheibenförderer

Abb. 5. Die 2 m langen Förderrinnen werden ohne jede besondere Verbindung etwa 50 mm ineinandergesteckt, wobei die unten im Streb an Stempeln gut befestigte Umkehrstation den Schub aufnimmt. In steileren Flözen wird außerdem etwa jede zehnte Rinne mit Rutschenhaltern an Stempeln befestigt.



Abb. 6. Stauscheibenförderer mit Winkelrinne

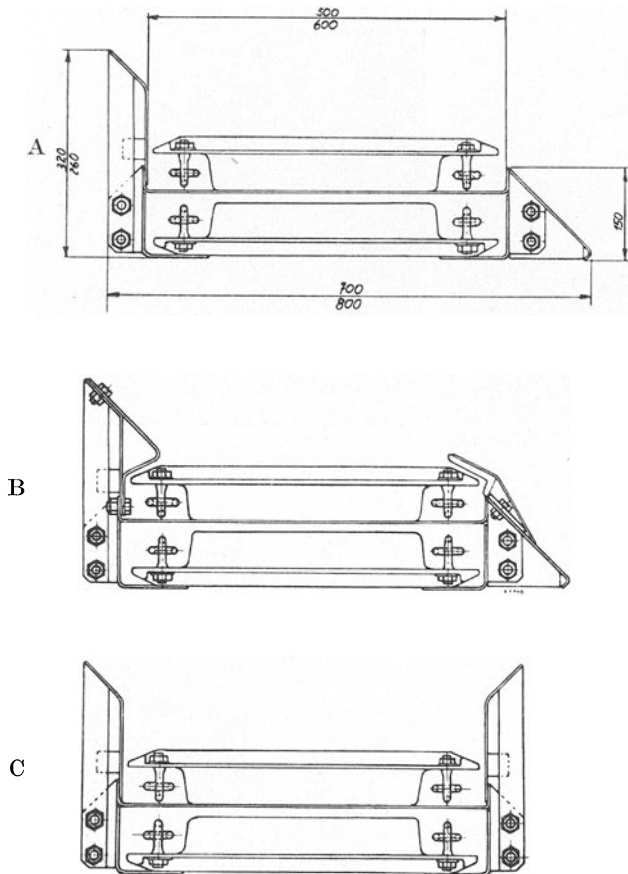


Abb. 7. Mitnehmerladeband

der Lage war, die Kohle nicht nur abzubremsen, sondern auch bei einem Einfallen unter  $20^\circ$  die Kohle zu schieben.

Stark ausgeprägte Mulden und Sättel bei flacher bis steiler Lagerung von  $0$  bis  $50^\circ$  ergeben für den Bremsförderer keinerlei Schwierigkeiten. Darüber hinaus kann dieser Bremskratzförderer auch für Aufwärtsförderung bis  $40$  und mehr Grad ansteigend Verwendung

Das charakteristische Rinnenprofil ermöglicht die Anwendung dieses Förderers nicht nur im direkten Einfallen, sondern auch im Schrägbau. Die Abbildung zeigt recht anschaulich, wie schön sich die Rinne den besonderen Verhältnissen im Schrägbau anpaßt. Sie legt sich ganz natürlich in den Winkel, der von dem Liegenden und den Stempeln bzw. der Bohlenwand gebildet wird. Die Kohle rutscht ganz von selbst auf dem Liegenden dem Förderer zu und wird ruhig und sicher abtransportiert. Auch der Holztransport kann hier, genau wie im direkten Abbau, während der Förderung vorgenommen werden.

Abb. 6. Für Mächtigkeiten unter  $60$  cm ist aber selbst die geringe Ladehöhe über dem Rücklauftrum von  $19$  cm Durchmesser noch zu hoch, weshalb für den Schrägbau in diesem Flöz die Winkelrinne ohne jede Ladehöhe geschaffen wurde. Bei diesem Förderer sind alle anderen Teile, wie Antrieb, Umkehrstation und Stauscheibenkette vollkommen dieselbe wie bei dem zuerst geschilderten Förderer mit der sog. S-Rinne. Bei dieser Winkelrinne liegt nicht das Rückführungsrohr, sondern der Flachrinnenschenkel am Kohlenstoß auf dem Liegenden, so daß die losgebrochene Kohle ohne jede Schaufelarbeit sofort in die Rinne rutschen kann.

Außer diesen soeben geschilderten Stauscheibenförderern, welche besonders für Einfallen zwischen  $20$  bis  $35^\circ$  geeignet sind, wurden in den letzten Jahren ebenfalls für ein Einfallen von  $20$  jedoch bis  $50^\circ$  sog. Bremsförderer entwickelt, die sich in ihrer Konstruktion den schon seit langem bekannten Kratzbändern anlehnen. Bei der Konstruktion und Entwicklung dieser Förderer ging man von dem Gedanken aus, einen Förderer zu schaffen, der nicht nur im Einfallen von  $20$  bis  $50^\circ$  abwärts fördert, sondern der ebenfalls bei stark gestörten Verhältnissen in

finden, wobei irgendeine Änderung des Förderers selbst nicht vorgenommen zu werden braucht. Wir haben es hier also mit einem Universalförderer zu tun, welcher für die meisten Verhältnisse zwischen 0 bis 50°, gleichgültig ob Aufwärts- oder Abwärtsförderung in Frage kommt, geeignet ist. Bei Aufwärtsförderung wird selbstverständlich eine wesentlich größere Motorleistung beansprucht und werden daher für diese Fälle die Antriebsstationen in ihren Größenverhältnissen den geforderten Leistungen angepaßt.

Das Rinnenprofil (Abb. 7) ist so gewählt, daß man jeweils an der Kohlenseite eine Laderampe vorsehen kann, welche ein leichtes Einschieben der Kohle ohne Schaufelarbeit ermöglicht. Die Laderampe kann sowohl links wie auch rechts von der Förderrinne angebracht werden, so daß man dieselbe Förderrinne für beide Förderrichtungen verwenden kann. Die Laderampe hat nur eine Höhe von 150 mm, so daß dieser Förderer auch in geringmächtigen Flözen unter 60 cm Mächtigkeit eingesetzt werden kann. Außerdem sind, wie aus Abb. B hervorgeht, sog. Druckleisten vorgesehen, die jeweils dort Anwendung finden, wo schärfere Mulden im Streb zu überwinden sind. Diese Druckleisten verhindern ein Hochgehen der Kratzerkette und gewährleisten auch unter diesen schwierigen Verhältnissen eine glatte und störungsfreie Förderung. Für besondere Fälle, wie bei größeren Mächtigkeiten, wo außergewöhnlich hohe Förderleistungen verlangt werden, kann die Laderampe durch eine seitliche Führungsleiste ersetzt werden, wie Abb. C zeigt. Durch diese Anordnung wird der Füllquerschnitt des Bandes und damit die Spitzenleistung wesentlich erhöht. Dieser Förderer hat eine Kratzerkette mit zwei kurzgliedrigen, seitlich angeordneten Ketten. Die Kratzer selbst sind aus profiliertem Stahlguß mit einer

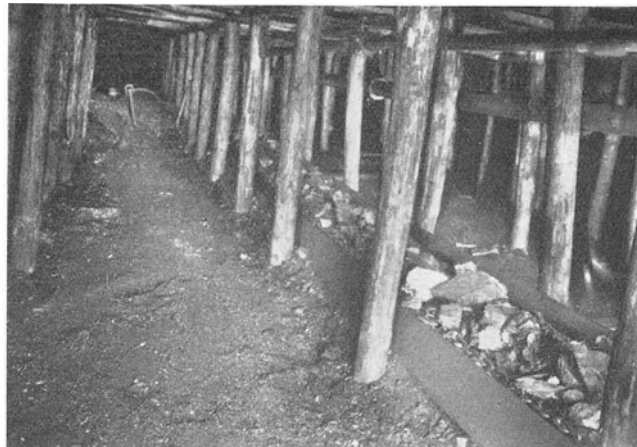


Abb. 8. Bremsförderer mit Kratzerkette



Abb. 9. Antriebsstation eines Bremsförderers

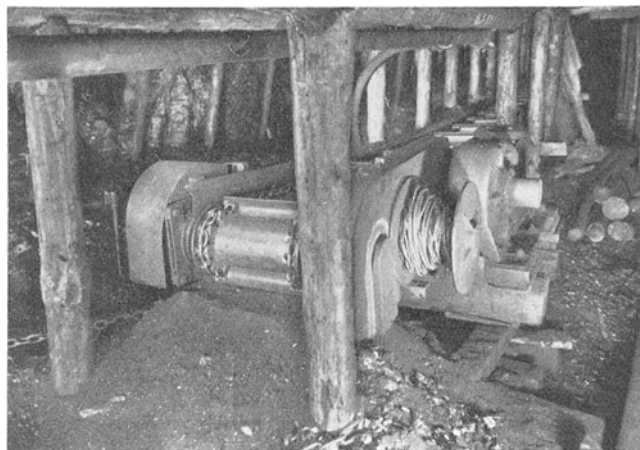


Abb. 10. Bremskratzband als Aufwärtsförderer

Die Kratzer selbst sind aus profiliertem Stahlguß mit einer

außergewöhnlich großen Biegefestigkeit hergestellt, so daß Verbiegungen der Kratzer bei auftretenden Klemmungen usw. praktisch ausgeschlossen sind. Der Füllquerschnitt der Förderrinne kann den geforderten Leistungen entsprechend durch Verbreiterung der Rinnen angepaßt werden.

Abb. 8 zeigt diesen Förderer in einem 2 m mächtigen Streb. Hier mußte die Kohle infolge der geringen Neigung von zirka  $15^{\circ}$  Einfallen von der Kratzerkette geschoben werden.

Die Abb. 9 zeigt die Anordnung einer Antriebsstation eines Bremsförderers in der oberen Strecke eines 270 m langen Strebtes mit zirka  $47^{\circ}$  Einfallen. Der Förderer wurde täglich umgelegt und wurde dieses Umlegen mit 14 Mann in einer Schicht vorgenommen.

Die Umkehrstation wird an den unteren Stempeln durch Ketten befestigt und ist mit den Rinnen teleskopartig verbunden, so daß man hierdurch einen Längenausgleich erzielen kann. Die Förderrinnen selbst werden beim Umlegen ohne irgendwelche Schraubenverbindungen ineinandergesteckt und stützen sich gegen die Umkehrstation ab. Bei steilerem Einfallen werden die Rinnen alle 10 bis 20 m mit Ketten an Stempeln besonders abgefangen.

Abb. 10 zeigt das Bremskratzband als Aufwärtsförderer, wobei die Antriebsstation als Abwurfstelle dient. Mit der auf dieser Abbildung erkennbaren Seiltrommel wird vor dem Umlegen die Kratzerkette in die untere Strecke herabgelassen und nach dem Umlegen in die Förderrinne eingezogen.

Dieser geschilderte Bremsförderer ist nicht nur für die Förderung von Kohle geeignet, sondern auch für das Einbringen des Bergeversatzes vorgesehen. Die Berge werden auf der ganzen Länge des Bandes mittels Schaufel abgenommen, der Rest wird durch einen besonderen Bergeaustrag direkt in den Versatz geleitet. Dieser besondere Bergeaustrag kann jeweils an den Stellen eingesetzt werden, wo er benötigt wird.

## Seilschwebbahnen mit großer Spannweite

Von Prof. Dr.-Ing. Wilh. Effenberger, Leoben

Mit 6 Textabbildungen

Die Seilschwebbahnen haben, wie so viele andere Zweige der Technik, vom Bergbau aus ihren Ausgang genommen. Als ideales Fördermittel sind sie heute zu hoher Entwicklung gelangt: bewältigen sie doch Längen von über 30 km und Spannweiten bis 1800 m.

Während die Längenausdehnung der Seilbahnen vom Standpunkt des maschinellen Antriebs und der maschinellen Einrichtungen keine besonderen Schwierigkeiten verursacht, ergeben sich bereits für Feldweiten von ungefähr einem Kilometer sowohl hinsichtlich der Seilkräfte wie der Seilformen bei Anwendung der bisherigen Näherungsmethoden sehr große Abweichungen von der Wirklichkeit, so daß sich besonders beim Aufkommen der Personenseilschwebbahnen das Bedürfnis nach begrifflich klarer, einwandfreier Berechnung von großen Seilfeldern ergab.

Obwohl bereits mehrmals der richtige Weg für die Ausarbeitung einer solchen Methode erfüllt wurde, hat man aber doch vor der genauen Behandlung dieser Aufgabe stets die mathematischen Schwierigkeiten gefürchtet und sich deshalb auch bei größeren Spannweiten der sog. Parabelmethode bedient und die hieraus erwachsenen Ungenauigkeiten einfach durch Überdimensionierung bzw. durch strenge Betriebsvorschriften auszugleichen versucht, oder aber solche große Seilfelder mit Gewichten an Modellen ausprobiert. Je größer die Spannweiten wurden, um so größer mußten auch diese ungewissen Sicherheitszuschläge und Vorsichtsmaßnahmen sein, wodurch die Wirtschaftlichkeit solcher Objekte vielfach zu Unrecht in Frage gestellt war.

Die Parabelmethode faßt bekanntlich ein weitgespanntes Seil, als ruhenden, gleichmäßig belasteten Träger auf; so lange die Sehne vom Bogen wenig abweicht, kann diese Näherung praktisch gelten, sonst gibt sie aber ein falsches Bild des wirklichen Kräftespiels.

Es lassen sich vor allem die im Betriebe zu erwartenden Seildurchhänge, Spannungswerte, Zugkräfte und Maschinenleistungen für die verschiedenen Belastungsschwankungen nicht erfassen und es sind Überraschungen betreffend den Seilschlupf, der Durchhänge der Tragseile und der Durchhänge der Zugseile, die leicht unter den entgegenfahrenden Wagen durchschlagen können, nicht ausgeschlossen. Bei einer erst vor wenigen Jahren errichteten Personenseilschwebbahn mußte z. B. mit nachträglicher Aussprengung des Felsgeländes, an welches der Wagen streifte, vorgegangen werden. Bei einer anderen Seilschwebbahn zeigte sich hingegen ein bedenkliches Hineinschwingen des Zugseiles unter den Wagen, was bei starken Winden Betriebseinschränkungen notwendig gemacht hat.

Um zum Ziel zu gelangen, darf man eine Seilschwebbahn überhaupt nicht mehr als ruhendes Bauwerk auffassen, sondern als Hebezeug mit außerordentlich großen Abmessungen, d. h. als maschinelles Getriebe, welches starken Änderungen der Gestalt und des Kräftespiels unterworfen ist. Für dieses System müssen die in der Statik nur in sozusagen rudimentärer Form, im Maschinenbau hingegen im vollen Ausmaß gebrauchten, insbesondere die in der Theorie der Steuerungen bereits zu hoher Vollkommenheit gediehenen kinematischen Methoden sinngemäß herangezogen werden. Für dieses stark bewegliche System ist die Auffassung der Seilkurve als Parabel, also des Seils als gleichmäßig belasteter Träger, bereits bei verhältnismäßig geringen Spannweiten unzulänglich.

Eine Methode, die bei großen Spannweiten, also bei überwiegendem Seilgewicht, starken Formänderungen Rechnung tragen soll, kann nur von der genauen Theorie der Kettenlinie, als der Gleichgewichtsform eines je Längeneinheit gleichmäßig belasteten, vollkommen biegsamen Seiles ausgehen. Die Grundlage hierfür hat Skrobánek 1922 in seiner Studie über die elastische Kettenlinie im Zusammenhang mit der Berechnung von dünnen, stark veränderlichen Stäben geschaffen. Von dieser Arbeit ausgehend, hat er die Kettenlinientheorie praktisch auf die Seilbahnen und verwandten Konstruktionen angewendet und seine Ergebnisse in zahlreichen Aufsätzen in der Zeitschrift des Ö. I. A. V. und in der „Wasserwirtschaft“ veröffentlicht. Hierbei zeigte sich, daß die vorerwähnten Bedenken wegen der befürchteten verwickelten Berechnung durchaus unbegründet waren. Zum Unterschied von den früheren unscharfen Methoden, welche bei großen Seilobjekten nur ein Extrapolieren vom Kleinen ins Große gestatten, ist man auf Grund der Kettenlinienmethode imstande, jede Seilaufgabe durch Interpolieren vom Großen ins Kleine mit beliebiger Schärfe zu lösen.

Obwohl ein Eingehen auf den rechnerischen Teil der Kettenlinienmethode in der hier nötigen Kürze nicht möglich ist, muß doch eine wichtige Erkenntnis erwähnt werden, die für die Entwicklung der Methode von grundlegender Bedeutung war und eine charakteristische Eigenschaft der Kettenlinie beschreibt, aus welcher zu entnehmen ist, daß die Kettenlinie das richtige mechanische Bild belasteter Seile ist. Es lassen sich nämlich, wie aus Abb. 1 zu sehen ist, die auf das Seil aufgebrachten festen und beweglichen Lasten unmittelbar durch Seillängen  $x_1$  und  $x_2$  ausdrücken, welche mit dem Metergewicht des Seiles multipliziert, zahlenmäßig die aufgebrachte Last ergeben. Da diese Seillänge  $x$

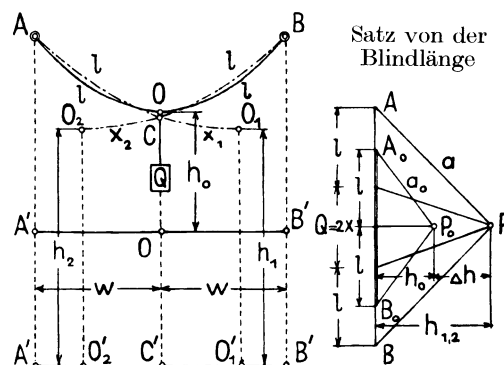


Abb. 1

materiell nicht vorhanden ist, wurde sie vom Autor als Blindlänge bezeichnet. Die aufgebraachte Last erzeugt im Seil einen Knick und die beiden Seiltrume beiderseits der Laststelle nehmen dann jene Kettenlinienformen an, deren Scheitelpunkte  $O$  um die Blindlänge vom Knickpunkt entfernt sind. Dieser „Satz von der Blindlänge“ ist am einfachsten Fall des gleich hoch gelagerten, am tiefsten Punkt von einer Einzellast ergriffenen Seiles ersichtlich gemacht. Aus den beigezeichneten beiden Formen des Kraftecks (leer und belastet) ist zu ersehen, daß durch die aufgebraachte Last das für den unbelasteten Fall geltende Krafteck, wie man sagen könnte, auseinander getrieben worden ist, und daß bei der hier angenommenen beiderseitigen festen Einspannung der Enden eine beträchtliche Vergrößerung der Kraft im Seilfeld eingetreten ist. Darin liegt die mechanisch ungünstige Widerstandsfähigkeit eingespannter Seile, weshalb man besonders bei Seilbahnen bekanntlich eine solche Erhöhung der Kräfte durch aufgebraachte Lasten stets vermeidet, indem die Seile an

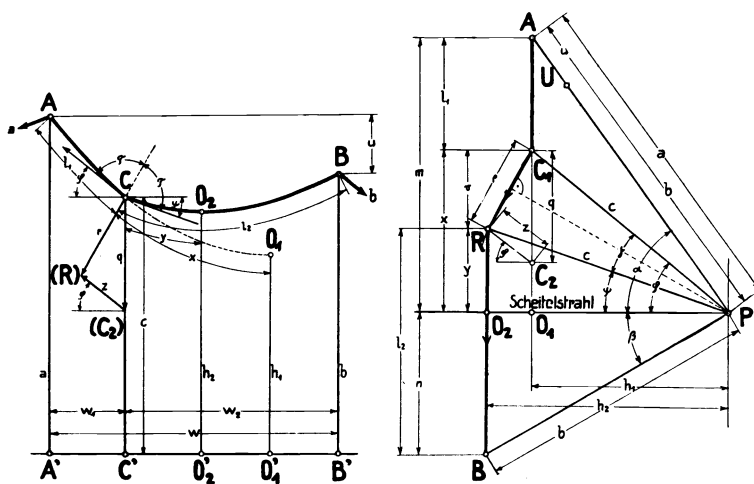


Abb. 2. Kurvenbild und Krafteck für den Wagenort C

Strecke  $C_1R$  erscheint. Der Linienzug  $AC_1RB$  des Kraftecks ist als solcher kontinuierlich, doch fehlt im Seilbild das der Wagenresultierenden  $C(R)$  entsprechende Seilstück, weshalb dort im Lastpunkt  $C$  ein Knick entsteht, welcher dem in der vorherigen Abbildung gezeigten Knick unter der mittigen Last entspricht. Die dem Wagen-gewicht  $C_1C_2$  entsprechenden Blindlängen sind hier die Seillängen  $CO_1$  und  $CO_2$ , welche zum Unterschied von der früheren Abbildung im gleichen Sinne laufen, weil hier deren Differenz  $(CO_1 - CO_2)$ , multipliziert mit dem Metergewicht des Seiles, das Wagen-gewicht ergibt.

Mit der Auffassung der Seilschwebbahnen als maschinelles Getriebe, Anwendung des allgemein gültigen Satzes von der Blindlänge und Beschreibung der Kurvenform mittels der sie definierenden Hyperbelfunktionen ist die exakte Berechnung der Seilbahnen und aller mit diesen verwandten Objekte ermöglicht.

Was die analytische Beschreibung des Seilsystems durch die leider noch nicht genügend eingebürgerten Hyperbelfunktionen anbelangt (die erwähnten Aufsätze haben auch deshalb die verdiente Beachtung noch nicht gefunden), sei gesagt, daß diese Funktionen lediglich nur zur Aufstellung der allgemeinen Grundformeln herangezogen werden mußten, während sich die spezielle Auswertung dieser Formeln, insbesondere für generelle Zwecke, in verblüffend einfacher Weise bewerkstelligen läßt, wobei dann auf Grund des graphisch gewonnenen generellen Seilbildes und Kräftespieles die beliebig verschärfbare ziffernmäßige Rechnung ausgeführt werden kann.

einem der Auflager durch ein konstant bleibendes Spannungsgewicht belastet werden, so daß sich wohl die Seilformen unter den Lasten ändern können, die größte Seilkraft aber das gewünschte, einmal festgelegte Grenzmaß niemals überschreiten kann.

In Abb. 2 ist der allgemeine Fall dargestellt, wo ein über  $A$  und  $B$  gespanntes Seil durch den im Lastpunkt  $C$  befindlichen Wagen beansprucht wird. Man sieht, daß die resultierende Wagenkraft  $C(R)$  im Krafteck als zur mittleren Tangente im Lastpunkt senkrechte



Obwohl die Anwendung der Kettenliniengleichungen, die hier gar nicht zur Kenntnis gebracht werden sollen, infolge der vorerwähnten mechanisch geometrischen Zusammenhänge zwischen Kräften und Seilform für die Berechnung von Seilbahnen eigentlich naturgegeben ist, wurde in Anbetracht der skeptischen Aufnahme, die jede vom Althergebrachten abweichende Auffassung findet, die Kettenlinienmethode an der Kärntner Kanzelbahn bei Villach überprüft. Die über meine Anregung von der Kanzelbahn A. G. gewünschte und von Herrn Ministerialrat Simmert bewilligte und geförderte photogrammetrische Aufnahme wurde im Juli 1930 vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen innerhalb von acht Tagen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Aufnahme wurden in zahlreichen Lichtbildern und in graphischen und tabellarischen Zusammenstellungen festgehalten, aus welchen die volle Übereinstimmung der Kettenlinienmethode mit der Wirklichkeit in exakter Weise hervorgeht.

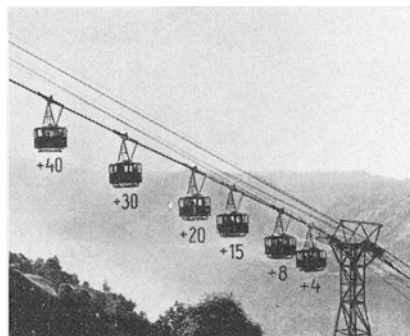


Abb. 3. Wagenortskurve bei der Stütze

Eine Auswahl aus dem äußerst umfangreichen Arbeitsmaterial wurde u. a. auf der Internationalen photogrammetrischen Ausstellung in Paris im Herbst 1934 als erstmalige Arbeiten dieser Art gezeigt.

Einige besonders charakteristische Aufnahmen und Kurvenbilder dieser ganz hervorragenden Leistung österreichischer Vermessungskunst sind nachstehend wiedergegeben.



Abb. 4. Photographisch festgelegte Wagenortskurve

Zum Studium des besonders wichtigen und bisher noch nicht näher untersuchten Stützenüberganges dienten die Abb. 3 und 4, in welchen die Wagenortskurve in der Nähe der ersten Stütze durch Hineinkopieren der einzelnen Wagenorte in ein Gesamtbild genau festgelegt ist.

Die zugehörige maßstabrichtige Darstellung dieser Stützenübergänge ist aus der Abb. 5 ersichtlich. Aus diesen Bildern ist die sich betriebstechnisch sehr unliebsam auswirkende Unstetigkeit der Seilkurve deutlich erkennbar. Die Seilschuhe sollten, wie die eingehende Untersuchung des Stützenüberganges zeigt, nicht nach bloßen Faustformeln bemessen, sondern dem wechselnden Kräftespiel in den Stützen möglichst genau angepaßt werden.



Nach dieser Bestätigung der Richtigkeit der Kettenlinientheorie durch die Vermessung, soll auch die leichte Anwendbarkeit dieser Methode an einem besonders

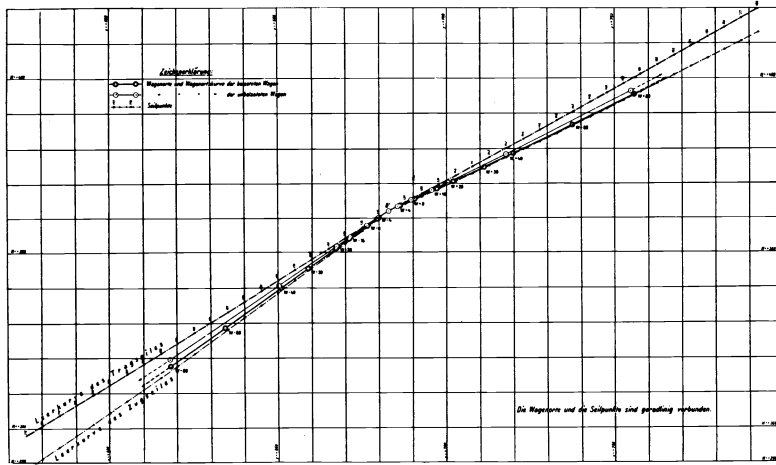


Abb. 5. Meßbildaufnahme zur Bestimmung der Tragseil- und Zugseilkurven

markanten Beispiel erläutert werden, wie in einer Zeitspanne von ungefähr einer halben Stunde ein sicheres Urteil darüber gefällt werden konnte, daß die im Jahre 1933 geplante stützenlose Überquerung der Pasterze zur Adlersruhe im Glocknergebiet ausführbar ist. Für dieses größte bisher geplante Objekt war bei der der obersten Verkehrsaufsichtsbehörde vorgelegten Variante die Spannweite 2350 m und

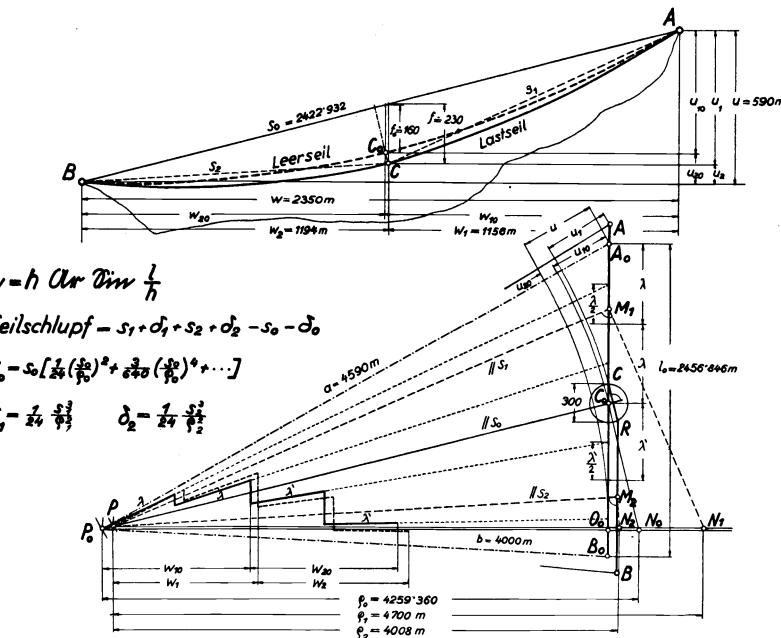


Abb. 6. Ermittlung der Seilformen. Pasterzenüberquerung 1933

der Höhenunterschied 590 m. Bei der geringen Neigung des sehr weit gespannten Feldes kam es vor allem darauf an, die größten Seildurchhänge rasch zu ermitteln und zu untersuchen, ob sie mit den gegebenen Terrainverhältnissen vereinbar sind oder nicht. Obwohl man bis zur Einreichung dieses Projektes die Bewältigung solcher Spannweiten nur mit armdicken Seilen für möglich hielt, sollte trotzdem die Bedingung erfüllt werden, daß die Seilkräfte und Querschnitte nicht größer sein sollten als bei den kurz vorher ausgeführten Seilschwebebahnen. Der zu erwartende größere Durchhang des Seiles zwang auf die Kettenlinienmethode, wenn er auch durch ein recht großes Spannungsgewicht möglichst verkleinert werden sollte. Andererseits sollte aber, weil zur Verminderung der Baukosten und wegen der Seitenschwin-

gungen nur ein Fahrseil vorgesehen war, die Wagenlast so groß als möglich gewählt werden, um auch mit einer einzigen Kabine noch eine größere Frequenz zu erzielen als im Pendelbetrieb. Für die graphische Untersuchung des großen Glocknerseilbahnfeldes wurde in Anlehnung an die gezeigten Bilder folgendermaßen vorgegangen:

In Abb. 6 ist das aus der geodätischen Aufnahme durch den Horizontalabstand  $w = 2350$  m und den Höhenunterschied  $u = 590$  m festgelegte Seilfeld ersichtlich. Mit

diesen Maßen ergibt sich die Sehnslänge  $s_0 = 2422,9$  m. Da man bei der Konstruktion des Kraftecks nicht mit den Kräften, sondern mit Seillängen arbeitet, nimmt man daher statt des Seilgewichts die aufgerundete Sehnslänge und trägt sie von  $A_0$  bis  $B_0$  lotrecht ab. Bei Annahme eines Spannungsgewichts von nur 40 t in der Talstation erhält man unter Zugrundelegung eines Tragseilgewichts von 10 kg/m (entspricht ungefähr dem Tragseil der Kanzelbahn) für den unteren Seilstrahl  $b = 4000$  m, während sich für den oberen Seilstrahl aus dem Höhenunterschied von 590 m die Länge  $a = 4590$  m ergibt. Diese beiden Längen sind wegen des konstant bleibenden Spannungsgewichts und des konstant bleibenden Höhenunterschiedes für alle Belastungen ebenfalls konstant; sie gelten also ebenso für alle Lastfälle wie für den Leerfall. Mit diesen beiden Seilstrahlen ergibt sich mit den Zirkelschlägen aus  $A_0$  und  $B_0$  der Pol  $P_0$ . Der waagrechte Polstrahl  $P_0 O_0$ , welcher hier das Leerseil schneidet, zeigt, daß es sich um ein sog. stabiles Seilfeld handelt, in welchem ein sich selbst überlassener Wagen zur Ruhe käme. Für die unmittelbare Anwendbarkeit der Kettenlinientheorie ist von äußerster Wichtigkeit, daß der Höhenunterschied  $u$  als Differenz der beiden Zirkelschläge von  $P_0$  über  $A_0$  und von  $P_0$  über  $B_0$  erscheint und daß daher auch alle Pfeilhöhen für einen beliebigen Wagenort als Differenz zweier Zirkelschläge zu gewinnen sind.

Um nun die größte Pfeilhöhe der Leerkurve zu finden, ist der Scheitelpunkt der Leerseilkurve zu bestimmen, welcher dort liegt, wo die Leerseiltangente der Feldsehne parallel ist. Man zieht daher im Krafteck einfach den zur Feldsehne parallelen Polstrahl  $P_0 C_0$  und erhält auf der Vertikalen im Punkt  $C_0$  den Scheitelpunkt der Leerkurve. Dieser Punkt ist zugleich der Lastort für einen vorläufig als gewichtslos gedachten Wagen, welcher die im entsprechende größte Pfeilhöhe des Feldes erzeugt, das ist eben für das Wangengewicht Null die größte Pfeilhöhe für das Leerseil. Aus der Differenz der Zirkelschläge  $P_0 A_0$ ,  $P_0 C_0$  oder aus  $P_0 B_0$  ergibt sich ohne weiteres die Höhenlage des Scheitelpunktes der Leerseilkurve unter der Bergstation ( $u_{10}$ ) oder über der Talstation ( $u_{20}$ ). Um die Abszissen  $w_{10}$  und  $w_{20}$  des Scheitelpunktes von A bzw. von B aus zu bekommen, muß man die Formel  $w = h \operatorname{Ar} \operatorname{Csin} \frac{1}{h}$  konstruieren, welche die Kettenliniensehne  $w$  durch die Bogenlänge  $l$  und den Kettenlinienparameter (Scheitelordinate der Kettenlinie)  $h$  ausdrückt und die dem Horizontalzug  $h$  des Leerseilfeldes proportional ist. Dies ist nun trotz der darin vorkommenden Hyperbelfunktion unerwartet einfach: man unterteilt die beiden Seillängen  $A_0 C_0$  und  $C_0 B_0$  in gleiche Teile und zieht zu den Mittelpunkten dieser Teile die Seilstrahlen; auf diese trägt man die Teillängen  $\lambda$  und  $\lambda'$  von  $P_0$  beginnend stufenförmig auf und erhält so die beiden Abszissen  $w_{10}$  und  $w_{20}$ , die zur Kontrolle die gesamte Spannweite ergeben müssen. Auf diese Art ist  $C_0$  im Seilbild festgelegt und es betrug die ihm entsprechende größte Pfeilhöhe (bis zur Sehne gemessen) in unserem Fall  $f_0 = 160$  m.

Um nun die zunächst bloß für die ersten Schritte der Konstruktion allerdings genügend genau durch Aufrundung der Sehnslänge angenommenen Bogenlängen verschärft zu erhalten, zieht man im Leerkrafteck im Punkte  $C_0$  die Normale  $C_0 N_0$  auf  $P_0 C_0$ , welche auf den waagrechten Polstrahl  $P_0 O_0$  die Länge des mittleren Krümmungsradius  $\varrho_0 = P_0 N_0$  für das Leerseilfeld abschneidet. Mit dem so gewonnenen mittleren Krümmungsradius berechnet man den Bogenzuschlag zur Sehne  $s_0$  nach der Formel

$$\delta_s = s_0 \left[ \frac{1}{24} \left( \frac{s_0}{\varrho_0} \right)^2 + \frac{3}{640} \left( \frac{s_0}{\varrho_0} \right)^4 + \dots \right].$$

Daraus ergibt sich, da ja  $s_0$  aus den geodätischen Angaben mit beliebiger Schärfe bestimmbar ist, die auch bei diesem großen Felde bis auf Zentimeter genaue Bogenlänge  $l_0$  des Leerfeldes.

Aus dem Leerseilbild war sofort zu ersehen, daß es noch weit über dem Felsterrain lag, so daß für die Vergrößerung der Durchhänge unter der beweglichen Last noch eine beträchtliche Reserve verblieb. Nach dieser wichtigen Feststellung, von der es ja abhing, ob die gewählte Trassenführung überhaupt möglich war oder nicht, wurde das Lastkrafteck und die zugehörigen Seilbilder für einen 3 t- und 4 t-Wagen gezeichnet.

Um aus dem Leerseil das Bild des belasteten Seiles zu erhalten, ist folgendes zu überlegen: Obwohl sich bei einer von Null bis zum Höchstgewicht ansteigenden Wagenlast auch der Wagenort vom Scheitelpunkt der Leerkurve aus verschiebt und ein gewisses Seilstück, das ist der Seilschlupf, in das Feld hineingleiten wird, ist es begrifflich zweckmäßig, den bereits bis zum Scheitelpunkt  $C_0$  der Leerkurve eingefahrenen Wagen dort von Null anfangend, immer schwerer und schwerer werdend zu denken. Damit er sich dort halten kann, muß die Resultierende aus dem Wagengewicht und der Zugseilkraft senkrecht zu der gemittelten Tragseilkurventangente stehen (wie in der allgemeinen Abb. 2), also senkrecht zur Feldsehne und zum Polstrahl  $P_0 C_0$ . Zeichnet man also um den Punkt  $C_0$  einen Kreis, dessen Durchmesser gleich ist der dem angenommenen Wagengewicht entsprechenden Seillänge, d. i. für ein Wagengewicht von 3 t ein Kreis von 300 m, so gibt die von C auf den Polstrahl gefällte Senkrechte die resultierende Wagenkraft CR. Trägt man nun von C nach A und von R nach B die beiden dem Leerkrafteck entnommenen Leerseiläste auf, so erhält man, obwohl sich die Längen durch das Auffahren der Last geringfügig durch den Seilschlupf vergrößert haben, die Punkte A und B des Lastkraftecks. Werden nun aus A und B die Zirkelschläge mit den ja konstant gebliebenen Endseilstrahlen a und b ausgeführt, so schneiden sie den sehnenparallelen Polstrahl durch  $C_0$  in zwei verschiedenen, aber sehr nahe beieinander liegenden Punkten, in deren Mitte der endgültige Pol P des Kraftecks angenommen werden darf. Die geometrische Festlegung des Wagenortes C im Seilbild erfolgt wieder so wie früher, indem die Ordinaten als Differenz von Zirkelschlägen und die Abszissen als Projektion der stufenförmig auf den zu den Mitten der Teillängen führenden Polstrahlen aufgetragenen Teillängen erhalten werden. Um das Bild der Lastkurve recht scharf zu erhalten, können die Ordinaten und Abszissen noch für Zwischenpunkte, etwa für den 1. und 3. Viertelpunkt ermittelt werden.

Diese einfache Konstruktion des belasteten Seilfeldes gilt unter der für die meisten Untersuchungen erfahrungsgemäß allgemein zulässigen Annahme, daß die resultierende Zugseilkraft parallel ist zur mittleren Tragseiltangente im Lastort, d. h. daß keine Zugseilaufkast vorhanden ist. Stellt man diese mit maximal 15% der Wagenlast in Rechnung, so ist dieselbe Konstruktion einfach mit einer Wagenlast statt z. B. 4 t mit einer solchen von 4,6 t zu wiederholen.

Um zu einer etwas verschärften Bestimmung der Wagenortskordinaten und besonders aber um die durch den Wagen verursachten Seilschlüpfе zu gelangen, ist die soeben beschriebene Konstruktion noch durch einige Linien zu ergänzen.

Aus dem Pol P werden die zu den Sehnen der Seiltrume parallelen Strahlen  $PM_1$  und  $PM_2$  gezogen; auf diese Strahlen sind in  $M_1$  und  $M_2$  die Senkrechten zu errichten, welche auf dem waagrechten Polstrahl die mittleren Krümmungshalbmesser  $PN_1 = \rho_1$  und  $PN_2 = \rho_2$  der Kettenlinienbögen AC und CB abschneiden.

Aus den zugehörigen Sehnenlängen ergeben sich nun mittels der Formel  $\delta = \frac{s^3}{24 \rho^2}$  (die zweiten Glieder der bei der Leerkurve angewendeten Formel können hier bereits vernachlässigt werden, weil die Sehnenlängen der beiden Einzelbögen nur ungefähr halb so groß sind wie bei der Leerseilkurve) die bezüglichen Bogenzuschläge zu den Sehnenlängen. Man erhält daher, wenn man dieselbe Formel auch für die Leerkurve anwendet, den gesamten vom eingefahrenen Wagen erzeugten Seilschlupf (Weg des Tragseilspanngewichtes) mit  $\delta = (s_1 + \delta_1) + (s_2 + \delta_2) - (s_0 + \delta_0)$ , der in unserem Falle 14,53 m ausmacht. Der Spanngewichtschacht würde also keineswegs übermäßig groß ausfallen.

Beim Vergleich der Lastseilkurve für einen 3 t- und 4 t-Wagen mit der Leerseilkurve zeigte sich, daß die Unterschiede der Lastkurven gegenüber der Leerkurve sehr gering sind, was ohne weiteres daraus erklärlich ist, daß bei einem derartig großen Seilfeld die Wagenlast gegenüber dem Seilgewicht nur eine überraschend geringe Rolle spielt. Gerade bei weit gespannten Seilfeldern kann daher, ohne daß die zulässige Seilkraft und damit auch die ökonomischen Seildurchmesser überschritten werden müßten, ein großes Wagengewicht angewendet werden, welchem bei Feldern mit Stützen eigentlich nur der Stützenstoß und die damit verbundene, hier wegfallende, Entgleisungsgefahr im Wege steht.

Die einzige Grenze für das Wagengewicht war hier, wie es auch weiterhin häufig sein wird, durch die Terraingestaltung gegeben.

Nach dieser gewiß höchst einfachen Untersuchung war die endgültige Ausarbeitung des der obersten Verkehrsaufsichtsbehörde vorgelegten generellen Projektes dann in wenigen Stunden erledigt.

Die soeben geschilderte einwandfreie generelle Untersuchung einer in solchem Ausmaße vordem nicht für ausführbar gehaltenen Seilschwebbahn zeigt vor allem den ganz verschwindenden Zeitaufwand für eine Projekterstellung ohne irgendwelche teuren Behelfe. Sie liefert im Gegensatz zur Parabelmethode die genaue Wagenortskurve und damit die größten und kleinsten vom Wagen zu überwindenden Neigungen. Daher sind die betriebstechnisch äußerst wichtigen Beschleunigungs- und Bremskräfte bei Beginn und Beendigung der Fahrt einwandfrei festgelegt und damit Unsicherheiten in der Bemessung der Maschinenanlage vollkommen vermieden, insbesondere dann, wenn es sich nur um ein einziges weitgespanntes Seilfeld handelt.

Was das besprochene Glocknerprojekt betrifft, so ergaben sich aus der Anwendung der großen Spannweite noch folgende betriebstechnisch äußerst wichtige, einer Behörde erstmalig bekanntgegebenen Vorteile. Das Laufwerk der Kabine kann das Trageil nach Art einer geschlossenen Klaue vollkommen erfassen, da es ja keine Stützen zu passieren braucht. Abgesehen davon, daß hierdurch das Laufwerk konstruktiv wesentlich einfacher und leichter wird und daher bei gleichem Bruttogewicht einen bedeutend größeren Fassungsraum der Kabine ermöglicht, ist eine Entgleisungsgefahr vollkommen ausgeschlossen und es bedeuten auch die vom Windangriff erzeugten Seitenschwankungen des Wagens keine Gefahr, weil der noch so stark geneigte Wagen an keine Stütze anstoßen kann. Da die bei Stützenübergängen sich dynamisch stark auswirkenden Kräfteschwankungen nicht vorhanden sind, kann mit der Fahrgeschwindigkeit ohne jedes Bedenken auf das Doppelte des bisher üblichen Maßes hinaufgegangen werden. Es waren daher auch für das gegenständliche Projekt erstmalig Fahrgeschwindigkeiten von 8 bis 10 m/sek vorgesehen. Die Anwendung bloß eines Fahrseiles, das infolge des höheren Fassungsraumes der Kabine und der doppelten Fahrgeschwindigkeit noch eine größere Stundenleistung ergibt, als eine zweigleisige Seilbahn mit Pendelbetrieb, hat außerdem noch den besonderen Vorteil, daß das ganze Seilfeld vom Windangriff vollkommen unabhängig ist, da weder die Trageile noch die Zugseile ineinander schlagen können.

Dieses vorbeschriebene, wesentliche Neuerungen enthaltende Projekt wurde von der Kärntner Landesregierung dem Bundesministerium für Handel und Verkehr überreicht, am 11. Juli 1933 genehmigt und im Amtsblatt veröffentlicht. Es hatte aber leider zur Folge, daß das in Frage kommende Gebiet zum Naturschutzgebiet erklärt wurde.

Jedenfalls hat aber dieses Projekt, bei dem die Vorteile der Anwendung großer Spannweiten zum ersten Male zutage traten, im Gegensatz zu den bisher ausgeführten vielstützigen Seilschwebbahnen neue Baugedanken gebracht, die hier zusammengefaßt werden sollen:

1. Ausführbarkeit sehr großer Spannweiten mit den üblichen Seilabmessungen, obwohl man vordem geglaubt hat, für außergewöhnliche Spannweiten armdicke Seile verwenden zu müssen.

2. Anwendung eines möglichst großen Spanngewichts, dessen Grenze nur durch den gewünschten Sicherheitsgrad bestimmt ist.

3. Verwendung großer Kabinen, da das Wagengewicht bei großer Spannweite gegenüber dem Seilgewicht nur eine untergeordnete Rolle spielt.

4. Zulassung einer doppelt so großen Fahrgeschwindigkeit (8 bis 10 m/sek) als die übliche, weil die Stützengefahren wegfallen und das Seil vom Laufwerk klauenförmig voll umfaßt werden kann.

Diese Grundsätze sind allgemein als Richtlinien für die Neuprojektierung von Seilschwebbahnen zu empfehlen, haben sie doch bereits anderweitig Aufmerksamkeit und

Anwendung gefunden. Auch sollte, selbst bei kleineren Feldern, die einfache Kettenlinienmethode als ein ingenieurmäßig brauchbarer Weg angesehen werden, wobei noch auf die besondere Bedeutung der Wahl geeigneter Seile aufmerksam gemacht wird. Bei Seilbahnen spielt nämlich wegen der großen Spannweiten und der hohen Spannungen im Tragseil die Seildehnung eine wichtige Rolle, welche bei der genauen Berechnung berücksichtigt werden muß. Da neustens einfache, durch Versuche erhärtete Formeln für den Zusammenhang zwischen Seilkonstruktion und Elastizitätszahl zur Verfügung stehen, kann nunmehr auch die Seildehnung in zuverlässiger Weise berücksichtigt werden.

Jedenfalls ist zu erwarten, daß nach der hier als unberechtigt erwiesenen Scheu vor großen Spannweiten die Anlage solcher Seilbahnen durch die Vermeidung von Stützen sich wesentlich wirtschaftlicher gestalten werde. In wenig zugänglichen Gegenden ist dies, wie die in den letzten Jahren, insbesondere in den überseeischen Ländern ausgeführten Güterseilbahnen gezeigt haben, von außerordentlicher, die Bauwürdigkeit entscheidender Bedeutung.

## **Tagebautechnik im deutschen Braunkohlenbergbau**

Von Dr.-Ing. **Otto Gold**, Neukirchen, Amtsh. Borna

Mit 24 Textabbildungen

Der deutsche Braunkohlenbergbau hat in den letzten Jahrzehnten eine außerordentliche Entwicklung erfahren. Die Möglichkeit der Gewinnung im Tagebau und die ständige Verbesserung der Tagebautechnik ergaben für die Braunkohle einen konkurrenzlos billigen Wärmepreis, was die Errichtung einer großen Zahl von Brikettfabriken sowie die Angliederung von Kraftwerken und chemischen Anlagen zur Folge hatte.

Die Braunkohlenförderung Deutschlands betrug 1936 161 Mill. t, davon 91,4%, d. h.  $\sim 147$  Mill. t im Tagebau. Der Anteil der Tagebaue hat ständig zugenommen, einmal wegen des in der Regel einfacheren und billigeren Abbaues, zum anderen, weil einem Abbauverlust von  $\sim 40\%$  im Tiefbau nur 5% im Tagebau gegenüberstehen. Neben einer Kohlenförderung von 147 Mill. t mußten im Tagebau im Jahre 1936 noch 294 Mill. cbm Abraum, d. s.  $\sim 471$  Mill. t Abraum bewegt werden, d. h. insgesamt also 618 Mill. t Kohle und Abraum. Eine Vorstellung von dem gewaltigen Umfang der Abraumbewegung und Kohlenförderung erhält man, wenn man erfährt, daß die Deutsche Reichsbahn im gleichen Jahre „nur“ 452 Mill. t befördert hat.

Die Entwicklung ging vom kleinen Tagebau von mehreren hundert Tonnen Tagesförderung zum Mittel- und Großtagebau mit einer Tagesförderung bis gegen 30.000 t. Es gibt im deutschen Braunkohlenbergbau einige Mammutbetriebe mit 15.000 bis 30.000 t Tagesförderung, eine erhebliche Zahl von Großtagebauen zwischen etwa 2000 und 15.000 t und eine geringere Zahl kleinerer Tagebaue bis etwa 2000 t Tagesförderung.

Die geologischen Verhältnisse der einzelnen Braunkohlenreviere sind sehr unterschiedlich. Das große Revier Niederlausitz und die meisten Reviere Mitteldeutschlands besitzen ein Flöz von etwa 10 m Mächtigkeit mit einer Abraumdecke von 20 bis 60 m Stärke. Das Geiseltalrevier bei Merseburg und die meisten Gruben des Rheinischen Braunkohlenreviers bei Köln ein Flöz von 40 bis 50 m und darüber 15 bis 40 m Abraum, einige rheinische Gruben sogar bis 100 m Kohle und nur 20 bis 40 m Abraum. Das Verhältnis Kohle zu Abraum schwankt demnach in den einzelnen Gruben zwischen etwa 3 : 1 einerseits und 1 : 6 andererseits. Es gibt daher Gruben von 25.000 t Tagesförderung und nur 10.000 cbm täglicher Abraumleistung und aber auch Gruben, die bei 10.000 t Tagesförderung 60.000 cbm Abraum täglich bewegen müssen.

Entsprechend den sehr unterschiedlichen geologischen und sonstigen Verhältnissen gibt es eine große Zahl verschiedener Geräte zur Gewinnung und Beförderung von Ab-

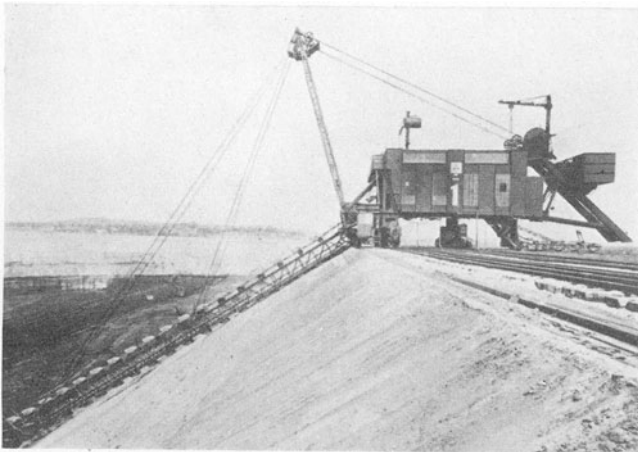


Abb. 1. Eimerkettentiefbagger für 30 m Schnitttiefe



Abb. 2. 2 Abraamtiefbagger von 800 und 500 l Eimerinhalt

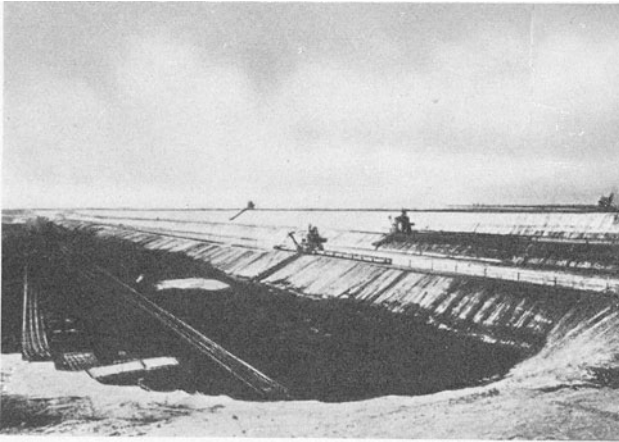


Abb. 3. Neuzeitlicher Braunkohlentagebau, 4 Abraumbagger

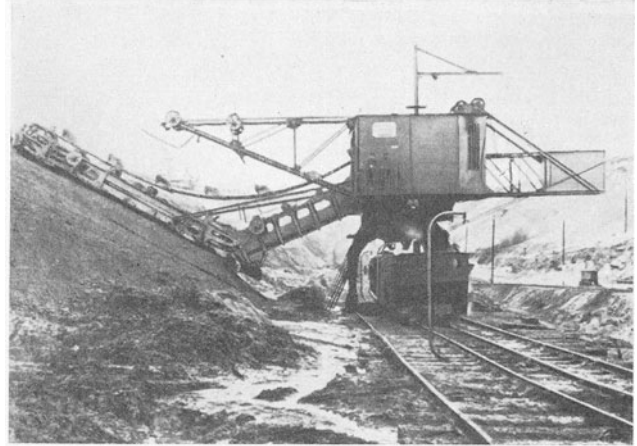


Abb. 4. Schwenkbagger, als Hochbagger arbeitend

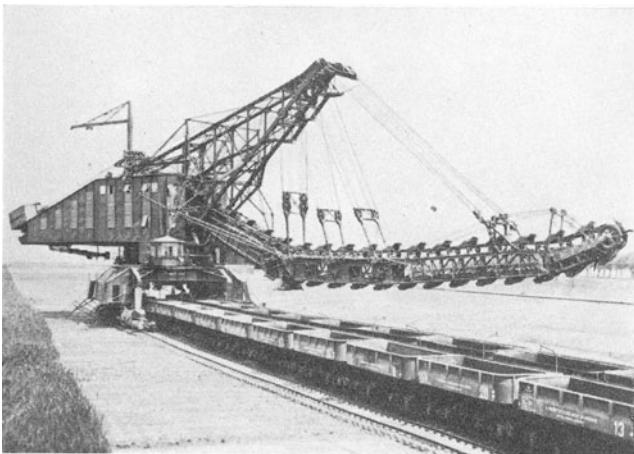


Abb. 5. Doppeltorschwenkbagger beim Schwenken von Hoch- auf Tiefschnitt

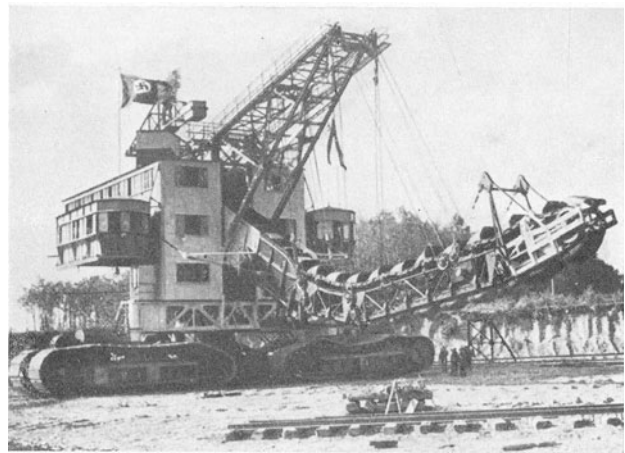


Abb. 6. Großraupenbagger mit 600 cbm Stundenleistung

raum und Kohle sowie zur Verkipfung des Abraums. Gemeinsam ist allen Tagebauen folgende Technik:

Nur beim Aufschluß eines Tagebaues — und auch dann nur, wenn keine andere Möglichkeit besteht — wird der Abraum zu einer Hochhalde gekippt. Sobald aus dem Tagebau genügend Kohle gefördert ist, wird der Abraum in den ausgekohlten Teil des Tagebaues hineingekippt.

Die Abraumgewinnung und auch die Kohलगewinnung erfolgt meist mit Hilfe von Eimerbaggern. In diesem Tagebau (Abb. 1) erfolgt die Gewinnung des gesamten rund 30 m mächtigen Abraums mit einem Großbagger, der zur Beseitigung von Geländeunebenheiten rechts eine kleine Planiereimerleiter besitzt. Bei unebenem Gelände verwendet man meist einen Hoch- und einen Tiefbagger. Hier (Abb. 2) sind zwei Tiefbagger eingesetzt mit 16 cbm Abraumwagen und elektrischen Lokomotiven. Bei großer Abraummächtigkeit (Abb. 3) muß man gegebenenfalls vier Bagger ansetzen. Das Bild zeigt deutlich die große Ausdehnung eines Braunkohlentagebaues. Die Züge fahren vom Bagger zu dem im Hintergrund liegenden Drehpunkt des Tagebaues und von hier zu den links liegenden, auf dem Bild nicht mehr sichtbaren Kippen.

Für Sonderzwecke sind Bagger (Abb. 4) mit um 360° drehbarem Oberteil gebaut worden. Diese können als Hochbagger, vor Kopf und durch Senken der Eimerleiter als Tiefbagger arbeiten. Schwenkbagger verwendet man bei ungleichmäßiger Lagerung, zum Aushalten von Mitteln und Einlagerungen in der Kohle u. a. m. Abb. 5 zeigt einen großen Doppeltorschwenkbagger, der eben vom Hoch- zum Tiefschneiden herumschwenkt. Er leistet im Abraum einer mitteldeutschen Grube etwa 1500 cbm/h, d. h. rund 33.000 cbm täglich.

Um die Anschaffung von Gleis für die teilweise 1 bis 2 km langen Baggerstrossen zu sparen, hat man Eimerbagger auf Raupen gebaut. Diese haben sich vor allem im Grubenbetrieb als sehr wirtschaftlich erwiesen, da in der mulmigen Kohle der Verschleiß der Raupen gering ist. Auch im Abraumbetrieb arbeiten Raupenbagger (Abb. 6); der derzeit größte ist der hier abgebildete mit einer Stundenleistung von rund 600 cbm. Ein außerordentlich anpassungsfähiges und vielseitiges Gerät ist der Raupenschwenkbagger, der die Vorteile des Raupenbaggers mit denen des Schwenkbaggers verbindet. Derartige Bagger besitzen manchmal noch ein schwenkbares Band zum Absetzen bzw. Verladen der gewonnenen Massen.

Einen interessanten Großbagger zeigt Abb. 7. Das Gerät besitzt Eimer mit 1,4 cbm Inhalt, leistet etwa 2000 cbm/h und kann bis 40 m tief schneiden; die installierte Motorenleistung ist 1500 kW, das Dienstgewicht 1400 t. Es besitzt als erster Bagger eine geschmierte Eimerkette. Zur Erzielung einer möglichst hohen Leistung und guten Füllung der Wagen ist eine besondere Beladevorrichtung (Abb. 8) vorgesehen.

In den letzten Jahren ist mit Erfolg der Schaufelradbagger (Abb. 9) als Hauptgewinnungsgerät eingeführt worden. Die vom Schaufelrad gelösten Massen werden direkt auf ein danebenlaufendes Band geschüttet. Während der Eimer zum Lösen und Heben des Gutes dient, führt das Schaufelrad nur das Lösen durch. Dadurch hat der Schaufelradbagger einen geringeren Verschleiß und Kraftbedarf, ist aber vorerst nur als Hochbagger zu verwenden.

Zum Abfordern des Abraums dienen teilweise 4 cbm Wagen mit Dampflokomotiven, teilweise 16 bzw. 25 cbm Großraumwagen mit elektrischen Lokomotiven bis 75 t Dienstgewicht und bis 800 kW Motorenleistung. Die übliche Spurweite ist 900 mm. Wenige Gruben besitzen Normalspur mit elektrischen Lokomotiven bis 100 t und 1400 kW.

Die von den Baggern gewonnenen und in Züge gefüllten Abraummassen werden um den Tagebau herumgefahren und in verschiedener Weise in die bereits ausgekohlten Teile des Tagebaues verkippt.

Die früher allgemein übliche Verkipfung war eine größere Zahl von Handkippen, die terrassenartig übereinander lagen. Die Höhe der Kippen beträgt 5 bis 10 m. Zum



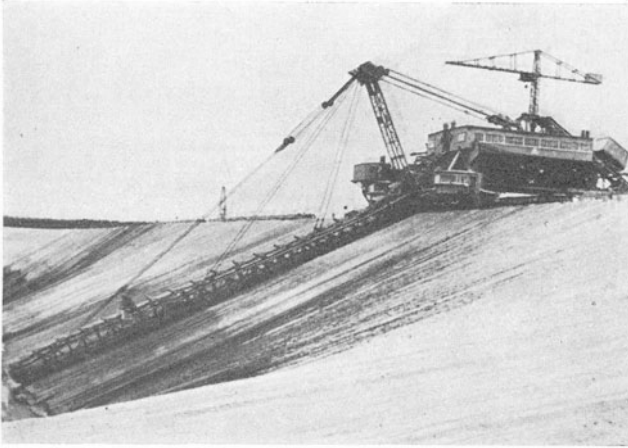


Abb. 7. Abraumbagger für 40m Schnitttiefe

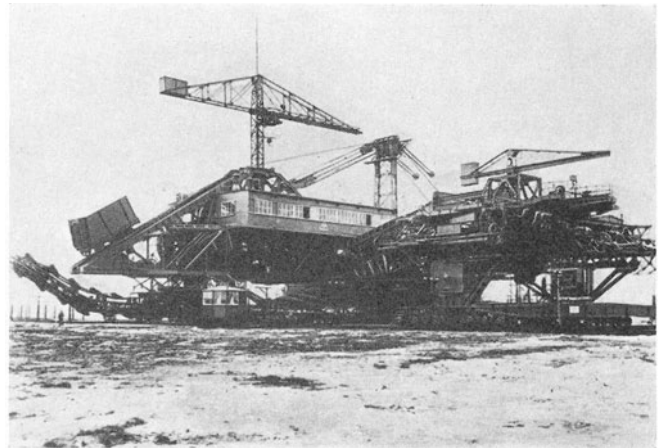


Abb. 8. Beladevorrichtung eines Eimerbaggers

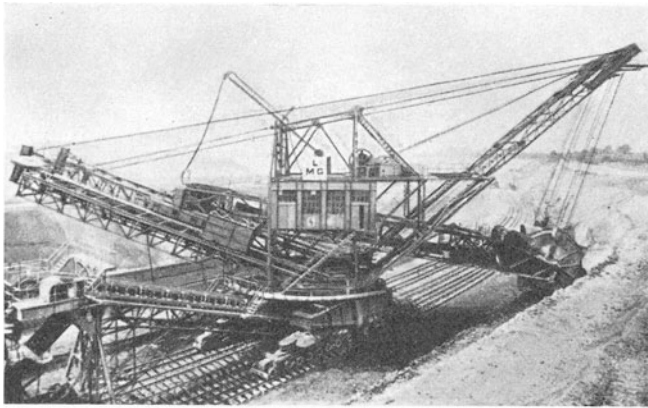


Abb. 9. Schaufelradbagger

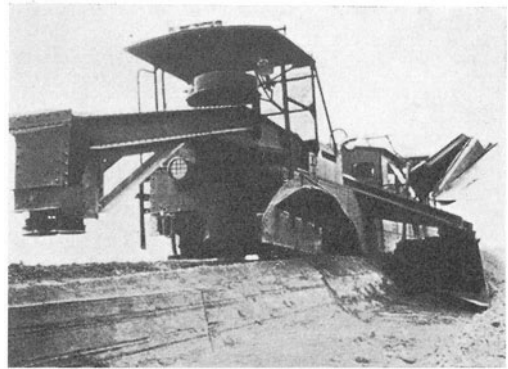


Abb. 10. Kippenflug

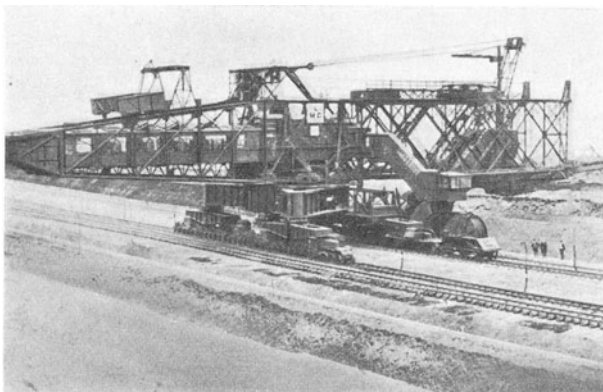


Abb. 11. Bandabsetzer beim Tiefabsetzen



Abb. 12. Kohlenbagger für 40m Schnitttiefe



Wegschieben des direkt neben dem Gleis abgekippten Bodens benutzt man Kippenspflüge (Abb. 10). Der Übergang auf große Leistungen zwang zur Mechanisierung und brachte den Absetzer (Abb. 11). Die Wagen werden in einen Graben gekippt, aus diesem mit einer Eimerkette aufgenommen und mittels Band abgestürzt. Hierbei liegen sowohl der Absetzer als auch die schweren Lokomotiven und Wagen genügend weit von der Böschungskante der Kippe zurück. Absetzer sind häufig so drehbar gebaut, daß sie nicht nur tief vor sich, sondern auch hinter sich hochschütten können. Außer diesen Bandabsetzern gibt es zum Tiefabsetzen auch Eimerkettenabsetzer. Es gibt Absetzer für Tiefkippen bis 60 m und Hochkippen bis 25 m.

Bei der Spülkippe werden die gekippten Massen mittels Wasser weggetragen. Da sich hier ein flacher Böschungswinkel bildet, sind große Kippflächen erforderlich.

Wie schon erwähnt, werden die beschriebenen Bagger nicht nur im Abraumbetrieb, sondern auch in der Grube zur Gewinnung der Kohle verwendet. In mächtigen Flözen findet man Schrämkettenbagger mit einer Abtragshöhe bis 40 m. Eine umlaufende Kratzerkette löst die Kohle, die dann unten von einer kurzen Eimerkette gewonnen wird. Die Abb. 12 zeigt einen modernen Kohlentiefbagger mit 40 m Schnitttiefe und einer Stundenleistung von etwa 1000 cbm Kohle.

Der Abförderung der Kohle dienen in Gruben mit kleinerer Leistung und größerer Teufe Kettenbahnen, bei größeren Leistungen Großraumzüge mit einem Inhalt der einzelnen Wagen von 25 bis 50 cbm. Das Hochziehen der Großraumzüge geschieht entweder durch Reibungsbahnen mit Neigungen bis 1 : 25, in Einzelfällen bis 1 : 13 herab, oder durch Schrägaufzüge, bestehend aus zwei Druckwagen, Fördermaschine mit Trommelwinde. Auch Zahnradbahnen werden angewandt. In einigen Fällen erfolgt die Hochförderung auf einer Bandanlage (Abb. 13) aus der Grube bis in die Brikettfabrik. Hierbei wird im Tagebau die Kohle mit Großraumzügen in Grabenbunker (Abb. 14) gefördert und gestürzt. Ein kleines Aufnahmegerät und Zubringerband bringt die Kohle auf die Schrägbandanlage und diese zur Fabrik. Dort, wo infolge gestörter Flözablagerung zu große Neigungen für die Gleise der Kohlenzüge gefahren werden müßten, arbeiten die Bagger auf ein rückbares Plattenband, das die Kohle auf die Schrägbandanlage überlädt. Hier wird also die Kohle in ununterbrochenem Fluß von den Baggern bis zu den Tagesanlagen gefördert.

Neben den bisher erwähnten Geräten werden noch eine Reihe verschiedener Hilfsgeräte benutzt, wie Löffelbagger, Grabenbagger u. a., auf die hier nicht eingegangen werden kann. Erwähnt sei nur, daß man die schweren Bagger- und Fahrgleise nicht von Hand, sondern mit Gleisrückmaschinen (Abb. 15) rückt, die die Gleise anheben und gleichzeitig zur Seite rücken.

Eine völlige Umwälzung der Tagebautechnik brachte die Abraumförderbrücke (Abb. 16), deren erste 1924 in der Niederlausitz aufgestellt wurde. Die Arbeitsweise der Förderbrücke ist derart, daß der Tagebau mit einer Brücke überspannt wird, über die mit Hilfe eines Bandes die von den Baggern gewonnenen Abraummassen direkt über den Tagebau befördert und in den ausgekohlten Teil des Tagebaues verstäürzt werden. Jeder Zugbetrieb kommt dadurch in Wegfall. Während im Zugbetrieb bewegte Abraummassen einen Weg von 2 bis 4 km bis zur Kippstelle um den Tagebau herumgefahren werden müssen, beträgt hier der direkte Weg über den Tagebau nur etwa 200 bis 400 m!

Ein Nachteil der Abraumförderbrücke ist folgender: Während der Abraumbetrieb mit Zugförderung unabhängig von dem Kohlenabbau betrieben werden kann und diesem gegenüber nötigenfalls stark vorseilen kann, setzt hier die Spannweite der Brücke dem Kohlenabbau bzw. der Abraumförderung gewisse Grenzen.

Im Laufe der Jahre sind in Anpassung an die Grubenverhältnisse verschiedene Brückentypen entwickelt worden (Abb. 19): Neben der einen Art, wo die Brückenstütze auf einer vorgekippten Terrasse der Hauptkippe ruht, eine zweite Art: Brückenstütze auf



Abb. 13. Bandanlage

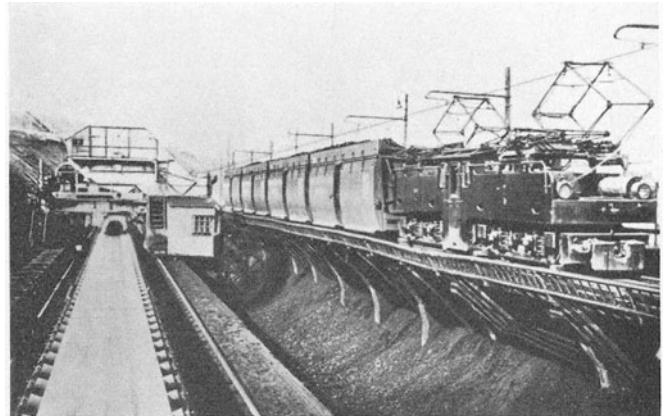


Abb. 14. Grabenbunker, Aufnahmegrät und Zubringerband

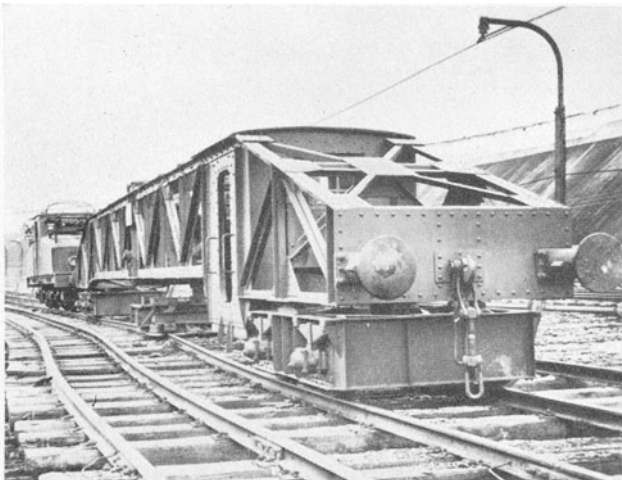


Abb. 15. Gleisrückmaschine

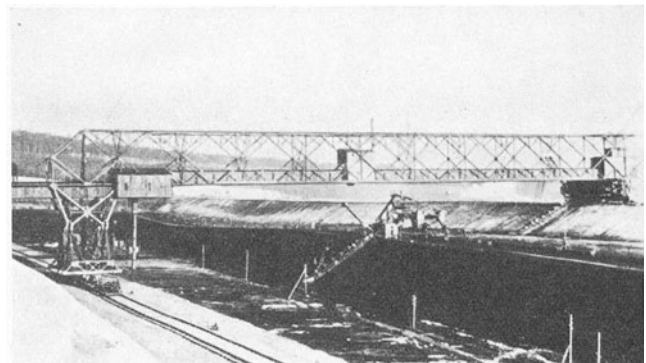


Abb. 16. Abraumförderbrücke

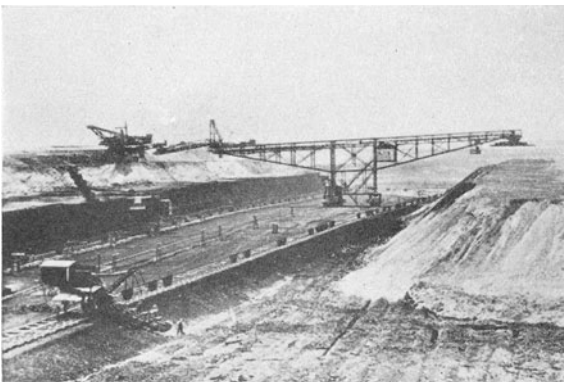


Abb. 17. Abraumförderbrücke auf Raupen



Abb. 18. Abraumförderbrücke ohne Stütze

der Kohlenfördersohle, zweckmäßig dort, wo die Kippe zu Rutschungen neigt. Weiter gibt es teleskopartig ausziehbare Brücken, Brücken, die mit beiden Auflagern in der Grube stehen, und schließlich Brücken, die ohne Stütze vom Abraum aus den Tagebau über-

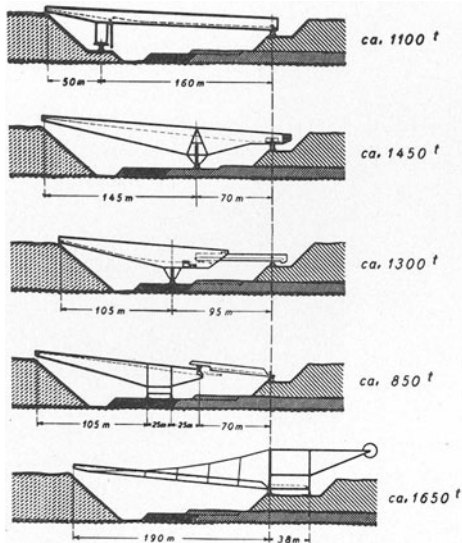


Abb. 19. Vergleich verschiedener Brückentypen

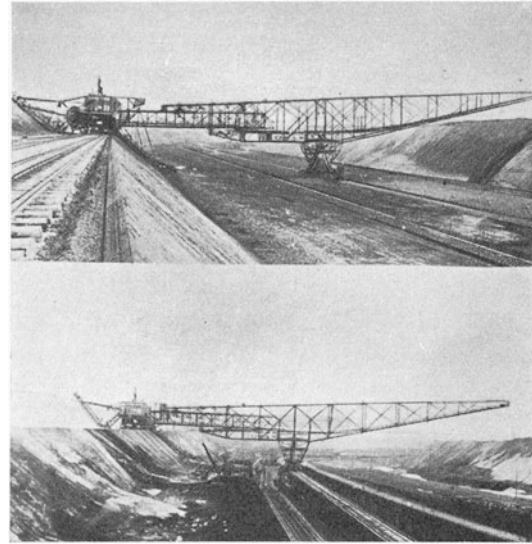


Abb. 20. Teleskopbrücke ausgezogen und zusammengezogen

spannen. Abb. 20 zeigt eine Teleskopbrücke in den beiden Endstellungen, oben ausgezogen und mit großem Kohlenvorrat, unten zusammengezogen mit wenig abgedeckter Kohle. Eine elegante und zweckmäßige Lösung (Abb. 17) ist die mit zwei Stützen auf der Kohlenfördersohle ruhende, da hier die Stützen ohne Bedenken auf Raupen gestellt werden können. Diese Brücke besitzt auf der Kippseite noch ein besonderes drehbares Planierband, mit dessen Hilfe die Kippe eingeebnet sowie der besonders gewonnene Mutterboden in gleichmäßiger Stärke auf die Kippe aufgebracht werden kann. Schließlich noch das Bild einer Brücke (Abb. 18), die den Tagebau ohne Stütze vom Abraum aus überspannt.

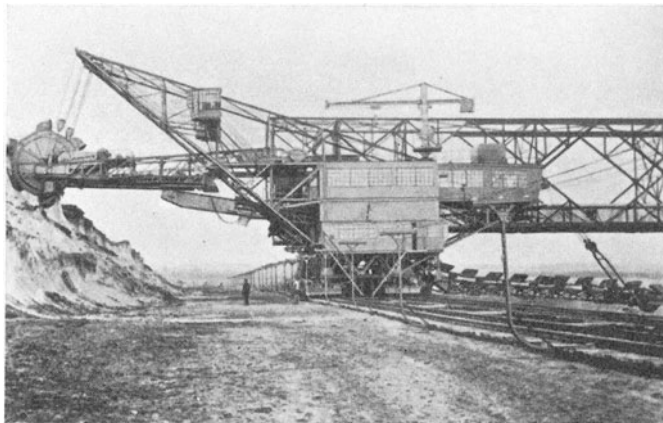


Abb. 21. Schaufelrad und Tiefbagger auf Brücke arbeitend

Verbindung mit der Brücke ein Verbundbagger, der im Hochschnitt eine Schaufelrad, im Tiefschnitt eine Eimerkette besitzt.

Ein sehr interessantes Gerät ist der sog. Kabelbagger. Auch dieses Gerät befördert den Abraum unter Vermeidung des Zugbetriebes direkt über den Tagebau hinweg (Abb. 22). Die Gewinnung erfolgt durch einen Schürfkübel, der gleichzeitig auch zur Förderung der Massen über den Tagebau dient. Auf jeder Seite des Tagebaues steht ein Turm. Hier sind die verschiedenen Seile befestigt, mit deren Hilfe der Kübel innerhalb des Arbeitsbereiches der Anlage an jede Stelle gebracht werden kann. Dadurch kann der

Auf einer Grube der Niederlausitz (Abb. 21) steht in

Kabelbagger (Abb. 23) nicht nur Abraum schürfen und auf dem kürzesten Weg zur Kippe befördern, sondern auch Kohle gewinnen und aus dem Tagebau unmittelbar zum Maschinenturm oder Gegenturm hochgeben. Diese Eigenschaften machen ihn besonders geeignet zum Abbau von gestörten oder gefalteten Flözen,

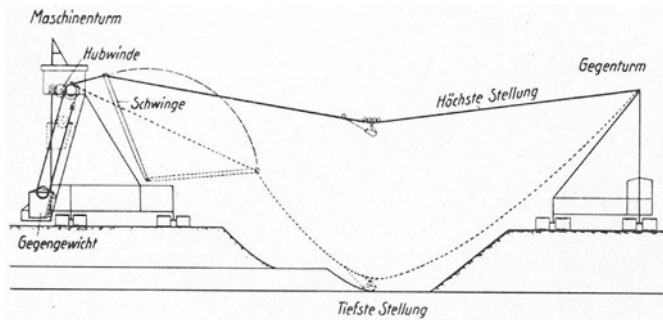


Abb. 22. Kabelbagger

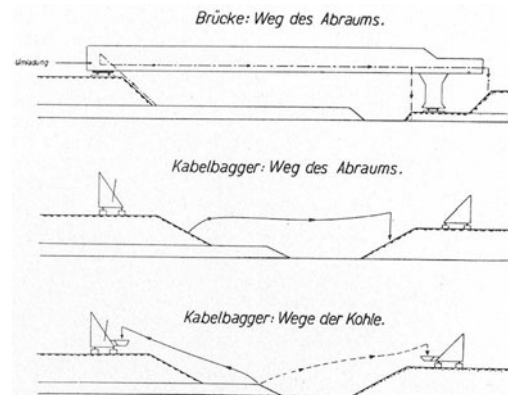


Abb. 23. Vergleich von Brücke und Kabelbagger

da keinerlei Fördersohle im Tagebau erforderlich ist. Die Abb. 24 zeigt den Maschinenturm eines größeren Gerätes mit einem 12 cbm Kübel bei der Kohlenförderung. In einem Fall hat man in den Gegenturm eine kleine Brecher- und Aufbereitungsanlage eingebaut.

Betrachtet man nochmals rückschauend die zahlreichen im Braunkohlentagebau eingesetzten Geräte, dann kommt man wohl zu dem Ergebnis, daß hier in verhältnismäßig kurzer Zeit schwierige Aufgaben gelöst und gemeistert wurden. In vertrauensvoller Gemeinschaftsarbeit zwischen Braunkohlenbergbau und Maschinenindustrie ist es gelungen, Geräte zu schaffen, die auch bei immer ungünstiger werdenden Deckgebirgsverhältnissen einen wirtschaftlichen Abbau der Braunkohle ermöglichen und dadurch nicht unerheblich dazu beitragen, die Bedeutung der Braunkohle im Wirtschaftsleben Deutschlands zu steigern und zu erhalten.

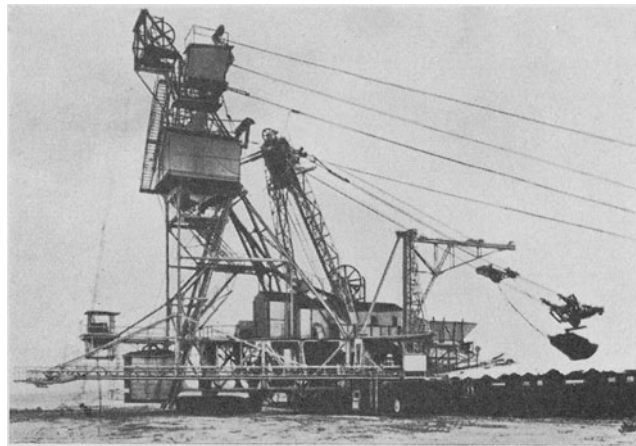


Abb. 24. Maschinenturm eines Kabelbaggers beim Kohlenfördern

## Allgemeine Gesichtspunkte über Förderung des Erdöles

Von Ing. G. Prikel, Boldesti (Rumänien)

Mit 2 Textabbildungen

### Einführung

Besichtigt man heute ein etwa vor 15 bis 20 Jahren abgebohrtes Ölfeld und ein solches, welches erst in den letzten Jahren entwickelt wurde, ist der rein äußerlich große Unterschied unverkennbar.

Es sind zunächst die Sondendistanzen, die im alten Felde viel kleiner sind als im neuen (s. Abb. 1 und 2). Vielfach weist das alte Feld in der nächsten Umgebung der ein-

zelen Bohrtürme ganz erhebliche Ölsandmengen auf, die seinerzeit mit dem Öl produziert wurden, welche im neuen Feld gänzlich fehlen.

Daraus kann geschlossen werden, daß in dem oben angeführten Zeitraum in der Förderung der Erdöllagerstätten ein Wandel vor sich gegangen ist.



Abb. 1. Sondendistanzen im alten Ölfeld

Die freie Eruption, Löffeln und Pistonieren, die beiden letzteren Methoden in Dimensionen, wie man sie heute in keinem Sonderfall anwendet, waren darauf angelegt, dem guten Nachbarn so viel als möglich Öl wegzunehmen.

Die Folgen dieser Methoden blieben nicht aus. Der mit dem Erdöl in relativ großen Mengen geförderte Sand schlitzte sehr oft die Förderkolonnen, welche in weiterer Folge



Abb. 2. Sondendistanzen im neuen Ölfeld

eingedrückt, die ganze Förderung zum Stillstande brachten. Die geförderten Sandmassen riefen oft Wassereinträge hervor, indem die oberhalb der Ölschicht liegende Tonbank, in welcher die Wassersperrkolonne abgesetzt war, einbrach. Die primitiven Fördermethoden, welche anfangs die Erdgase gänzlich frei entweichen ließen, riefen sehr oft durch Funkenbildung Feuersbrünste hervor. Einer solchen Feuersbrunst fielen infolge der kleinen Sondendistanzen und der mit Öl getränkten Umgebung meist eine ganze Reihe von Bohrtürmen zum Opfer.

Wir können ruhig behaupten, daß in den alten Feldern, vom heutigen Gesichtspunkte aus gesehen, Raubbau betrieben wurde, allerdings ohne daß man sich so recht dessen bewußt war.

Es wurden übermäßig viele Sonden in die Lagerstätte abgetäuft, und jeder Konzessionsinhaber trachtete damals, mit allen erlaubten Mitteln, in kürzester Zeit ein Maximum aus seiner Lagerstätte zu fördern. Die relativ hohen Erdölpreise sicherten einen leichten Gewinn, eine hohe Tagesproduktion war daher in erster Linie das Ziel, über rationellen Abbau und Vorsorge für die Zukunft machte man sich wenig Gedanken.

Diese Umstände, aber auch nicht zuletzt eine allmählich ungünstig werdende Marktlage, führten zu der Erkenntnis, daß eine Verbesserung der Fördermethoden dringend notwendig wird.

Man ging daran, die freie Eruption unter Kontrolle zu bringen, die austretenden Öl- und Gasmengen wurden am Bohrlochmunde durch entsprechende Installationen und Leitungen geschlossen den Reservoiren zugeführt.

Die Gase wurden zunächst an Stelle von Erdöl zur Dampferzeugung und zum Antrieb von Gasmaschinen herangezogen und später entbenziniert und erst als Trockengase als Brennstoff direkt verwendet. Auch die anderen Produktionsmethoden wurden derart

verbessert, daß die Verluste und Gefahren bei der Förderung auf ein Minimum herabgesetzt wurden.

Man ging daran, die Einflußzonen einer Bohrung in den diversen Lagerstätten genauer zu studieren. Und endlich wurde die Lagerstättenenergie, die früher in freier Eruption vergeudet wurde, einem gründlichen Studium unterzogen, und Wege eingeschlagen, um sich dieselbe bei der Förderung soweit als möglich dienstbar zu machen.

Auf diese Art und Weise wurde der früher mehr oder weniger unbewußte Raubbau in einen rationelleren Lagerstättenabbau verwandelt.

Es ist sicherlich auch heute noch kein Idealzustand geschaffen. Wissenschaft und Technik haben hier noch ein weites Betätigungsfeld.

### **Lagerstätten und Lagerstättenenergie**

Wenden wir uns zunächst den Hauptpunkten zu, und zwar der Lagerstätte selbst und der in ihr aufgespeicherten Energie.

Die Erdöllagerstätten Rumäniens sind fast ausschließlich an tertiäre Sedimente gebunden. Es sind Sande und Sandsteineinlagerungen, tonige Sande, sandige Tone, welche meist zwischen Tonbänken gelagert sind. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen Bruchteilen eines Meters bis zirka 100 m.

Der Porenraum dieser Sedimente ist das Reservoir für das Erdöl, welches soweit als möglich entleert werden soll. Die Größe des Porenvolumens kann bei den aus der Erdölschicht durch Kernbohrung gewonnenen Kernen im Laboratorium festgestellt werden. Diese Untersuchungen ergeben, daß in einem Schichtenkomplex einer Bohrung auf verschiedene Tiefen meist sehr verschiedene Porenvolumen vorhanden sind. Andererseits ergeben sich auch erhebliche Unterschiede bei zwei Bohrungen derselben Lagerstätte für dieselbe stratigraphische Tiefe. Es würde hier zu weit führen, die verschiedenen heute üblichen Bestimmungsmethoden zu besprechen.

Das absolute Porenvolumen ist nicht zu verwechseln mit jenem, welches quasi als Kanalsystem ausgebaut erscheint, wo also ein Porenraum mit dem andern kommuniziert. Während der Produktionsperiode wird nur der letztere seinen Gehalt an Erdölen und Gasen abgeben, bzw. vom nachfolgenden benachbarten passiert werden. Neben diesen Poren sind noch Porenräume vorhanden, die in sich gänzlich abgeschlossen sind, also mit dem vorbesprochenen Kanalsystem nicht kommunizieren, was allerdings nur bei konsolidierten, stark tonigen Sanden, bzw. Sandsteinen der Fall ist. Diese Bildung ergibt sich aus der großen Verschiedenheit der Körnung, welche durch eigene Siebe festgestellt wird und oft als feinstes Korn Tonstaub aufweist.

Aus den Laboratoriumsuntersuchungen kann auf den Gehalt einer Erdölschicht geschlossen werden. Es muß naturgemäß eine ziemlich große Anzahl von Kernen der verschiedenen Schichten, bei mehreren Bohrungen derselben Lagerstätte untersucht werden.

Das Porenvolumen wird in Prozenten des Erdölschichtgesamtvolumens angegeben. Es schwankt bei den meotischen Schichten in Rumänien zwischen 12 bis 20%, bei den dazischen Schichten wird bis zirka 32% erreicht. (Das theoretische Maximum ist 42%.)

Mit den heutigen Produktionsmethoden kann allerdings bei weitem nicht dieses Erdölvolumen gewonnen werden. Das erreichbare Mittel liegt bei zirka 30% des Porenvolumens.

Die Erdöl- und Erdgaslagerstätten sind in den angeführten Sedimenten fast ausnahmslos auf Aufwölbungen — Antiklinale, Schenkellagerstätte — gelagert. In diesen Aufwölbungen sind Erdgas, Öl und Wasser im selben Schichthorizont dem spezifischen Gewicht nach geordnet. Das Wasser (Synklinalwasser) steht direkt oder indirekt irgendwo mit der Erdoberfläche in Verbindung. Seine statische Höhe repräsentiert ungefähr den Druck der Schicht, der sich dem Erdöl und in weiterer Folge dem Erdgas kommunizierend mitteilt.

Das Erdöl der unter diesem Druck stehenden Lagerstätte ist eine Zusammensetzung verschiedener Kohlenwasserstoffverbindungen. Der Aggregatzustand dieser Kohlenwasserstoffe ist je nach Druck und Temperatur ein verschiedener. Wir unterscheiden hier:

1. Verbindungen, welche unter allen für Erdöllagerstätten möglichen Verhältnissen flüssig bleiben,
2. solche, die an der Atmosphäre Dämpfe oder Gase sind, unter Druck aber in den flüssigen Verbindungen gelöst werden,
3. ferner solche, die unter Druck- und Temperaturenniedrigung fest werden,
4. das Methan, das unter allen hier in Betracht kommenden Verhältnissen gasförmig bleibt.

### **Das Fließen in der Lagerstätte**

Das Erdöl der unter Druck stehenden Lagerstätte, welches keine freien Gase aufweist, hat alle diese Kohlenwasserstoffe in Lösung.

Wird nun durch eine Bohrung eine Kommunikation zwischen der Lagerstätte und der Erdoberfläche geschaffen, so wird die unter Druck stehende Öl-Gas-Lösung, je nach Größe dieses Druckes, entweder bis zu einer bestimmten Höhe im Bohrloch ansteigen, oder sogar obertags überfließen. Die ursprünglich sich in Ruhe befindende Lagerstättenflüssigkeit kommt in Bewegung. Denkt man sich um das Bohrloch Zylindermäntel gelegt, deren Basis konzentrische Kreise von verschiedenem Durchmesser und deren Höhe der Schichtenhöhe entspricht, so wird — ganz allgemein gesprochen — durch jeden dieser Zylindermäntel, in der Zeiteinheit dasselbe Volumen durchfließen. Da nun die Oberfläche des Zylinders mit zunehmendem Radius größer wird, muß dementsprechend die Fließgeschwindigkeit abnehmen. Es bildet sich somit ein Druckgefälle, bei dem das Bohrloch das Druckminimum repräsentiert. Je größer dieses Druckgefälle, desto größer wird der Zufluß pro Zeiteinheit zunächst einmal sein. Allzu große Druckgefälle schließen aber, wie in weiterer Folge erläutert werden wird, verschiedene Gefahren in sich, durch die sogar der Bestand des Bohrloches gefährdet werden kann.

Bei jeder einzelnen Lagerstätte wird anfangs ein gewisses kritisches Druckgefälle zu ermitteln sein, welches jede Gefahr ausschließt und eine maximale Totalausbeute gewährleistet.

Wie groß dieses Druckgefälle im Anfang der Exploitation einer Lagerstätte sein soll, kann heute mit eigenen Apparaten festgestellt werden. Es kann der Druck und Temperatur an der Bohrlochsohle bei völlig geschlossenem und gedrosseltem Bohrlochaustritt gemessen werden. Ferner sind Apparate im Gebrauch, welche von der Bohrlochsohle bei geschlossenem Bohrlochaustritt, eine Flüssigkeitsprobe entnehmen können. Mit Hilfe dieser Apparaturen kann nun ermittelt werden:

- a) die Größe des Lagerstättendruckes und die Temperatur;
- b) die Größe des Sättigungsdruckes, bei welchem alle Gase im Erdöl noch in Lösung sind;
- c) der Gasgehalt des Erdöls pro Volumeneinheit.

Der Idealfall eines richtigen Abbaues würde nun sein, das Druckgefälle durch entsprechende Drosselung obertags so zu gestalten, daß der Bohrlochsohlendruck solange als möglich nicht niedriger wird als der Sättigungsdruck, damit also zunächst keinerlei Gase in der Lagerstätte selbst frei werden. Das Verhältnis von Gas zu Erdöl, welches obertags unter atmosphärischem Druck gewonnen wird, kurz G. O. R. genannt, soll das gleiche sein, wie es auch in der Lagerstätte tatsächlich vorhanden ist. In diesem Falle wird lediglich der Synklinealwasserdruck dazu herangezogen, um das Erdöl dem Bohrloch zuzuführen. Die im Erdöl gelösten Gase expandieren erst im Bohrloch und leisten hier die Förderarbeit bis obertags.



Warum die Beachtung dieser Verhältnisse im Anfange des Abbaues einer Lagerstätte von Wichtigkeit ist, geht aus der folgenden Überlegung hervor:

Solange das Erdöl mit Gasen gesättigt ist, hat es eine geringere Viskosität und fließt somit dem Bohrloch durch die Porenräume auch leichter zu. Werden Gase schon in der Schicht frei, so wird im selben Verhältnis auch das Erdöl schwerflüssiger und bedarf für einen möglichst gleichbleibenden Zufluß, außer dem Synklinalwasserdruck, allmählich immer mehr Gase als treibende Kraft. Die Zone innerhalb welcher Gase in der Schicht frei werden, dehnt sich immer weitergreifend vom Bohrloche aus. Wir sagten ferner, daß innerhalb einer Lagerstätte 1 qm Erdöl eine bestimmte Menge Gase in Lösung hat, beispielsweise 150 cbm. Werden nun 200 cbm Gase pro Kubikmeter Erdöl produziert, so werden die fehlenden 50 cbm von der Nachbarzone stets weitergreifend entlehnt. Das Erdöl wird also in immer weiterem Kreise vom Bohrloch teilweise entgast, wird schwerflüssiger, und bleibt auch zum Teil an den Schichtenkörnern haften. Eine übermäßige Gasentnahme bei einem Bohrloch bedeutet daher Energieverlust und reduziert die Produktivität der Nachbargebiete mitunter ganz erheblich.

Um somit, soweit es mit den heutigen Produktionsmethoden erzielbar ist, ein Maximum an Erdöl aus der Lagerstätte zu gewinnen, sollten diese Umstände, vom Anbeginn der Produktionsperiode eines fündig gewordenen Bohrloches, Berücksichtigung finden.

### Sondendistanzen

Über die Distanzen der einzelnen Bohrungen voneinander, kann heute eine, für alle Verhältnisse geltende Regel nicht gegeben werden.

Im Prinzip werden hier folgende Gesichtspunkte maßgebend sein:

- a) Vom Standpunkt der maximalen Totalausbeute,
- b) Vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit.

ad a): Je mehr Bohrungen in eine Lagerstätte abgetäuft werden, desto größer wird im allgemeinen die Totalausbeute sein. Der Charakter der Lagerstätte ist hier von besonderer Bedeutung. Tiefliegende Lagerstätten haben infolge des großen Druckes mehr Gase in Lösung als flache, das Öl ist somit innerhalb der Lagerstätte dünnflüssiger und kann daher bei demselben Porenwiderstand eine größere Fläche drainieren.

In sehr porösen Sanden erfolgt der Zufluß leichter als in feinkörnigen Sedimenten, wenn auch das Erdöl dieselbe Viskosität aufweist.

Ferner ist der Charakter des Erdöles an und für sich von Bedeutung, denn schwerflüssige Öle werden bei demselben Schichtencharakter eine kleinere Fläche drainieren als dünnflüssige.

Es wird somit für jede einzelne Lagerstätte erst die praktische Probe die günstigste Bohrlochdistanz ergeben.

Die Untersuchung des Porenraumes im Laboratorium, wie wir sie eingangs anführten und die Feststellung des Charakters des Erdöls bei den ersten Bohrungen, werden auf Grund der Erfahrungen in anderen Ölgebieten die ersten Anhaltspunkte liefern. Es darf hierbei nicht übersehen werden, inwieweit künstliche Produktionsmethoden angewendet werden können — wenn die natürlichen Energiequellen eine Förderung bis obertags nicht mehr ermöglichen, — und auf welchen Aktionsradius diese einen vorteilhaften Abbau ermöglichen.

Es sind dies in der Hauptsache Gastrieb, durch Einpressen von Gasen in die Gaskappe, Wassertrieb durch Einpumpen von Wasser, und endlich jene Produktionsmethoden, welche auf die natürliche Eruption folgen: Gaslift und Pumpen.

Die beiden letzten Methoden können mit den erstgenannten kombiniert angewendet werden.



ad b): Vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit muß folgende Überlegung angestellt werden:

Die Exploitation einer Lagerstätte macht die Investition von ganz erheblichen Kapitalien notwendig. Bei einem wirtschaftlichen Abbau wird es daher unerlässlich sein, die Rechnung anzustellen, welcher Einsatz noch einen entsprechenden Gewinn ergibt. In dieser Rechnung werden alle direkten und indirekten Kosten für das Bohren, Produzieren, den Transport und alle Generalspesen den je nach Marktlage möglichen Bruttoeinnahmen gegenüberzustellen sein.

Wird eine große Anzahl von Bohrungen innerhalb kurzer Zeit in einer Lagerstätte fündig, so wird dieselbe auch in relativ kurzer Zeit erschöpft sein. Eine große Tagesproduktion hat aber nur dann eine vernünftige Berechtigung, wenn das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage ein günstiges ist und die zu erzielenden Preise einen guten Gewinn ermöglichen.

Große Unternehmungen haben in ihren Abbau- und Verarbeitungsanlagen große Kapitalien investiert. Sie haben auch für ihre Produkte eine ausgebaute Verkaufsorganisation, mit einem mehr oder weniger gleichbleibenden Kundenkreis. Ihr Bestreben wird daher sein, den Erfordernissen dieses Kundenkreises unter allen Umständen nachzukommen und ihren gesamten Apparat möglichst konstant gut auszunutzen. Ihre Tagesproduktion wird infolgedessen einen mehr konstanten Verlauf nehmen als dies bei kleinen Unternehmungen der Fall sein wird, denen beispielsweise eine Raffinerie fehlt und welche keine stabil ausgebaute Verkaufsorganisation besitzen.

In der Erdölindustrie, mit der relativ kurzen Produktionsperiode einer Lagerstätte, im Vergleich zum Kohlen- oder Erzbergbau, ist es ferner von größter Wichtigkeit, durch geologische Vorarbeiten und Explorationsbohrungen neue Lagerstätten für die Zukunft aufzusuchen. Diesen Vorarbeiten und ihren Erfolgen, wird sich aber auch der Abbau der schon bekannten Ölfelder anzupassen haben, um eine gewisse Kontinuität in der Produktion sicherzustellen.

Die großen Erdölunternehmungen werden daher ihren Abbau derart planen, daß eine maximale Totalausbeute mit maximaler Ausnutzung der natürlichen Energie und eine wenig schwankende Tagesproduktion erreicht wird. Eventuelle Spitzenanforderungen des Marktes können durch Einsatz von mehreren Bohrkränen jederzeit wettgemacht werden.

In Rumänien sind im allgemeinen bei dazischen Bohrungen die Bohrlochdistanzen 80 bis 100 m, bei meotischen Bohrungen 200 bis 300 m.

### Prinzip des Abbaues

Zusammenfassend sind die Hauptprinzipien eines richtig durchgeführten Abbaues — nachdem vorher die Grenze zwischen Randwasser-Öl einerseits, Öl und Gaskappe andererseits durch Bohrungen festgestellt wurden — die folgenden:

a) Abbau in der Nähe der Randwassergrenze beginnen, um in erster Linie den Randwasserdruck auszunutzen. Von dieser Grenze die Lagerstätte parallel zum Streichen reihenweise abbohren.

b) Die mit dem Öl geförderte Gasmenge möglichst dem natürlichen Lösungsverhältnis anpassen, jedenfalls aber innerhalb einer Bohrlochreihe mit gleichem Sohl Druck und gleichem G. O. R. produzieren.

c) Das Gas der Gaskappe so lange, als überhaupt noch Öl produziert wird, unangetastet lassen.

# Die drei Hauptfördermethoden, ihre Ober- und Untertaginstallation

Von Ing. G. Prikel, Boldesti

Mit 7 Textabbildungen

## Allgemeines über Verrohrung

Bevor auf die näheren Einzelheiten der Förderung eingegangen wird, müssen wir uns zunächst darüber klar sein, wie eine fertiggestellte Bohrung vor Beginn der Ausbeute aussieht.

Überall, wo der Ölträger ein mehr oder weniger lockerer Sand ist, wird das Bohrloch bis zu seiner Sohle verrohrt. Die Verrohrung, die im allgemeinen teleskopartig mit einer größeren Dimension beginnt und mit der Produktionskolonne als kleinster Kolonne endet, hat folgende Zwecke zu erfüllen:

Eine erste Rohrtour auf zirka 50 bis 200 m Tiefe zementiert, bildet quasi die Ankerkolonne der Bohrung, mit welcher die anderen Rohrkolonnen mit Flanschen verbunden werden. Diese Rohrkolonne schließt die Obertagwässer ab und ist der Ankerpunkt für eventuell nötige Eruptionsabfanginstallationen.

Eine zweite Rohrtour, ebenfalls zementiert, sperrt die Wasserschichten oberhalb der Ölschicht ab.

Eine dritte Rohrtour, die Produktionskolonne, geht bis an die Sohle des Bohrlochs, hat den Teil der dem Ölhorizont gegenüberliegt, perforiert und reicht meistens nur zirka 20 m in die Wassersperrkolonne herein, ist also quasi eine verlorene Kolonne.

Wo es die Gebirgsverhältnisse gestatten, kann dieses Verrohrungsschema vereinfacht werden, indem die Wassersperrkolonne mit der Produktionskolonne kombiniert wird.

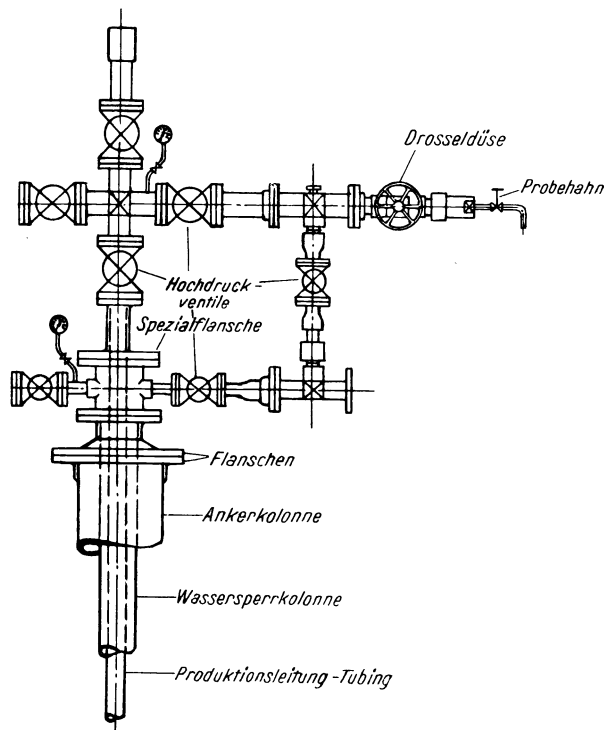


Abb. 1a. Bohrlochabschluß mit Eruptionskopf. — Ansicht

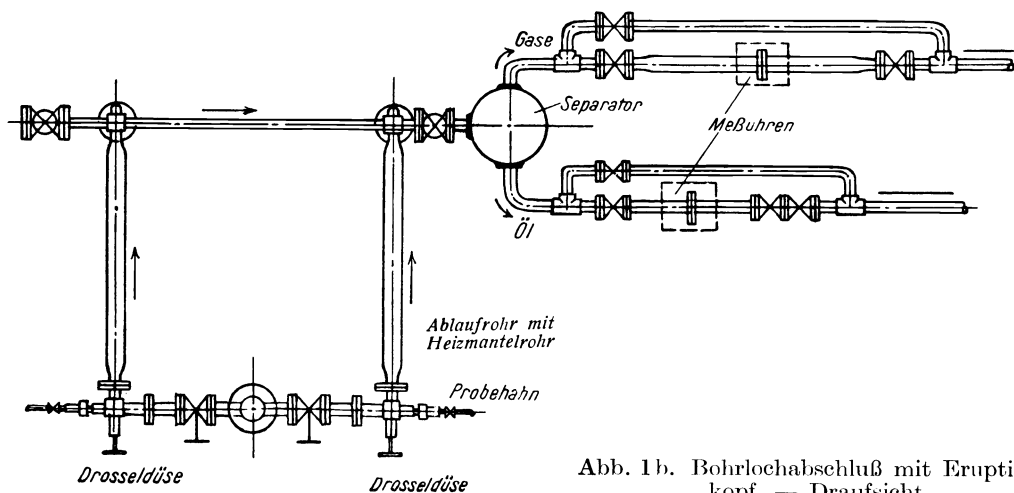


Abb. 1b. Bohrlochabschluß mit Eruptionskopf. — Draufsicht

Die Dimensionierung der einzelnen Kolonnen hängt von folgenden Gesichtspunkten ab:

- a) mögliche Einbautiefe mit Rücksicht auf den äußeren Druck;
- b) Mindestmaß der Produktionskolonne, um allen bei der Sonde möglichen Produktionsmethoden zu entsprechen.

Soweit die mögliche Verrohrungstiefe eine Wahl der Dimension der Produktionskolonne zuläßt, wird man die nachstehenden Momente zu berücksichtigen haben:

- a) Eine Produktionskolonne von größerem Durchmesser ermöglicht die Verwendung von größer dimensionierten Produktionsrohren, (Tubings), Pumpen, Reinigungsgeräten und Fangapparaten, was insbesondere in der Pumpperiode von Vorteil ist.
- b) Sie bietet ein größeres Widerstandsmoment gegen Biegungsbeanspruchungen, welche durch seitlichen Druck des Gebirges eintreten werden.
- c) Endlich hat eine größere Dimension den Vorteil, daß die Anzahl der Perforierungen, also die mögliche Sickerfläche, bei gleicher Festigkeit eine größere ist.

Die Perforierungsfläche beträgt im allgemeinen zirka 2% der äußeren Rohroberfläche pro laufenden Meter und wird meist in Form von runden Löchern oder vertikalen Schlitzfenstern durchgeführt.

In den rumänischen Ölfeldern werden in der Mehrzahl für Flachbohrungen bis zirka 1000 m Produktionskolonnen von zirka  $6\frac{5}{8}$ " bis 9", für Tiefbohrungen  $4\frac{3}{4}$ " bis  $6\frac{5}{8}$ " gewählt. Die Perforierung mit runden Löchern ist vorherrschend. Die anderen Rohrkolonnen passen sich nun dieser Produktionskolonne entsprechend an.

Alle Rohrkolonnen, welche bis zum Tage reichen, sind untereinander mit Flanschen verbunden. Auf der letzten Rohrflansche wird eine Spezialflansche montiert, die einerseits die eigentliche Förderleitung hält, andererseits dem Eruptionskopf als Basis dient (s. Abb. 1 a und b).

Die Förderleitung besteht aus Spezialrohren — „Tubings“ — mit verstärkten Enden — nach A. P. I. Standard, welche bis oberhalb des perforierten Teiles der Produktionskolonne eingebaut werden. Der Eruptionskopf, meist zweiarmig ausgebaut, bietet die Möglichkeit die Bohrung völlig abzuschließen, als auch mit Hilfe der Drosseldüse nach Wunsch zu drosseln.

Vom Eruptionskopf führen Leitungen zum Separator, von welchem Öl und Gase getrennt in eigenen Leitungen abgeführt werden. Der Eruptionskopf und Separator werden vor Inbetriebnahme einer offiziellen Druckprobe unterzogen. Ist nun diese Installation fertiggestellt, so wird die im Bohrloch befindliche Spülung durch Wasser, wenn nötig durch Öl ersetzt. Falls diese Druckentlastung nicht genügt, wird das Ölniveau durch Pistonieren so weit abgesenkt, bis das selbständige Fließen beginnt. Es wird naturgemäß in druckschwachen Schichten vorkommen, daß von allem Anfang an künstliche Produktionsmethoden, wie Gaslift oder Pumpe einsetzen müssen.

### Eruption

Eruption oder natürliches Fließen eines Bohrlochs wird hervorgerufen durch die Expansion der im Öl gelösten und der in der Schicht freien Gase. In einem Bohrloch, welches an der Sohle alle Gase in Lösung hat, werden diese bei Druckentlastung allmählich expandieren und dadurch die Flüssigkeitsteilchen mitreißen.

An der Bohrlochsohle bzw. vor Eintritt in die Tubings, wird — vorausgesetzt, daß hier noch keine Gase expandierten — ein Kubikmeter des Obertag geförderten Öles auch noch das Volumen des gelösten Gases enthalten, also größer sein. Die Druckentlastung und die damit verknüpfte Expansion der gelösten Gase werden daher eine Volumverringerung der Flüssigkeit zur Folge haben. Andererseits wird aber durch dieses Freiwerden von Gasen und ihre Expansion das Total an fließendem Volumen, bestehend aus Öl und Gasen gegen Obertag zunehmen und damit naturgemäß die Fließgeschwindigkeit. Aus

dieser Tatsache sollte resultieren, daß der Tubingdurchmesser allmählich gegen oben größer zu wählen wäre, um die Reibungsverluste möglichst gleich zu halten, jedenfalls nicht zu vergrößern. Die Praxis hat diese Betrachtung nicht bewiesen. Im erweiterten Tubing schlüpfen die expandierenden Gase neben den Flüssigkeitsteilchen größtenteils durch, gehen daher für die Hebearbeit verloren.

Über die jeweilige Dimensionierung des zu verwendenden Tubingdiameters sind verschiedene theoretische Betrachtungen und Versuche angestellt worden, die aber bis heute noch zu keinem allgemein gültigen Gesetz geführt haben.

Wie schon im ersten Kapitel angeführt wurde, kommt es in erster Linie auf eine maximale Totalausbeute und beste Ausnutzung der natürlichen Energien an. Es soll daher der Ölschicht nur jenes Volumen an Gasen entnommen werden, welches für das Fließen notwendig ist. Das Verhältnis von produzierten Gasen und Öl muß durch Messungen obertags ununterbrochen verfolgt und dementsprechend der freie Ausfluß geregelt werden. Das natürliche Gas-Ölverhältnis der Schicht wird mit dem im ersten Kapitel erwähnten Spezialapparat ermittelt.

An jedem eruptierenden Bohrloch ist täglich zu registrieren:

- a) Durchmesser der Düse,
- b) Drücke im Tubing,
- c) Drücke in der Produktionskolonne,
- d) Drücke im Separator,
- e) Ölmenge,
- f) Gasmenge,
- g) bei paraffinösen Ölen die Temperatur des Öl-Gasgemisches vor der Düse.

Alle diese Daten werden täglich in entsprechenden Diagrammen vermerkt und bilden die Unterlage für die Schätzung der künftigen Produktion, sowohl der betreffenden Bohrung als auch in weiterem Sinne der ganzen Struktur. Um die Druckverhältnisse des ganzen Feldes verfolgen zu können, wird die Sohlendruckmessung aller produzierenden Bohrlöcher in gewissen Zeitabständen notwendig sein. Aus diesen Messungen und ihrer Nutzenanwendung — Drosselung von Bohrungen, wo Druckabfall oder Gas-Ölverhältnis zu groß ist — wird sich eine rationelle Ausbeute erzielen lassen.

Mit zunehmendem Alter des Bohrlochs wird der Druck an der Bohrlochsohle verringert, damit aber auch der Differentialdruck (zwischen unterem und oberem Tubingende) und die arbeitleistende, expandierende Gasmenge. Es wird somit auch der Augenblick kommen, daß die Flüssigkeit nicht mehr bis obertags angehoben werden kann. Zunächst wird eine nur temporäre Druckanreicherung erfolgen, die eine pulsierende Förderung hervorruft. Ein Höherziehen der Tubing kann — falls das statische Niveau noch entsprechend hoch ist — eine gewisse Erleichterung bringen, weil auf diese Weise die Förderhöhe reduziert wurde. Ferner kann auch der Einbau eines kleinen Tubingdurchmessers Erfolg haben, da auf diese Weise die im großen Diameter durchschlüpfenden Gase zur Förderarbeit besser herangezogen werden. Jedenfalls ist damit aber das Zeichen gegeben, daß die künstliche Förderung mit Gaslift bald einsetzen muß.

### Gaslift oder künstliche Eruption

Dieses System ist eine Verlängerung der Eruptionsperiode durch Verwendung von komprimierten Gasen. Durch das Einpumpen von Hochdruckgasen — meistens in den

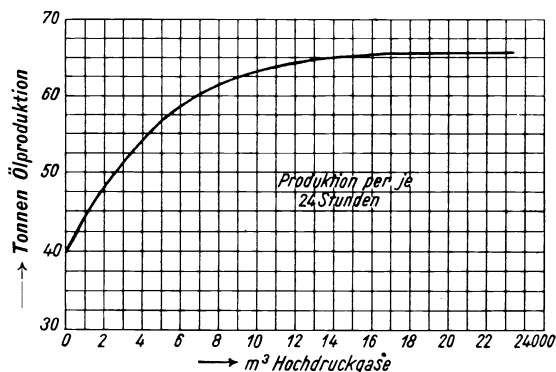


Abb. 2. Verhältnis  $\frac{\text{produziertes Ölgewicht}}{\text{Volumen komprimierte Gase}}$

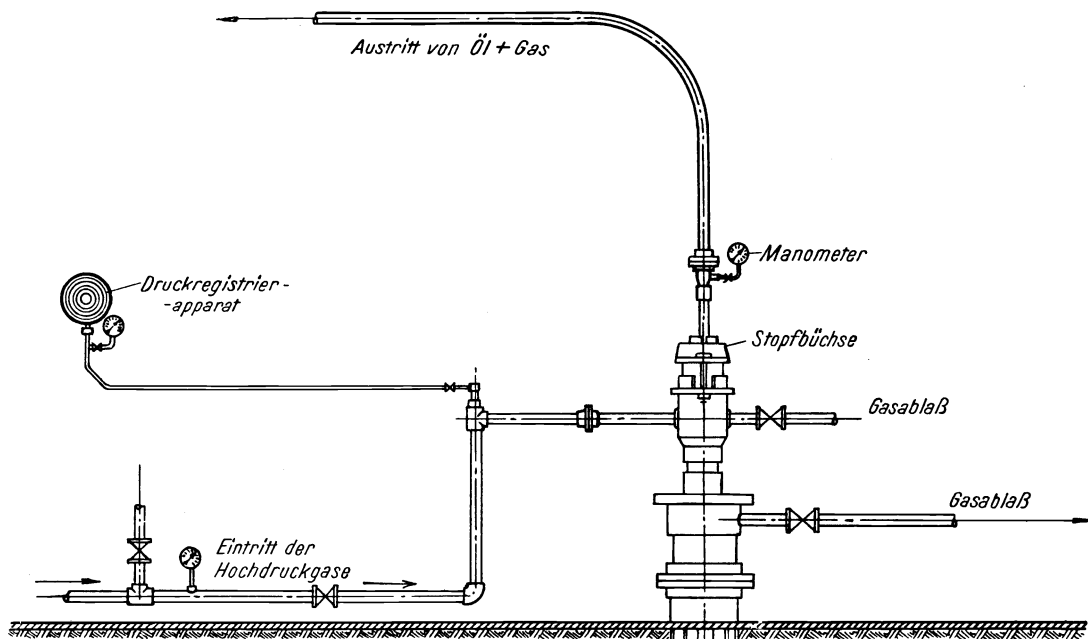


Abb. 3. Spezielle Gaslifteinrichtung für druckschwache Schichten

Zwischenraum zwischen Tubing und Produktionskolonne —, welche dann am unteren Tubingende in diese eintreten und im Aufsteigen vereint mit den noch vorhandenen Gasen der Schicht expandieren, wird das Anheben der Flüssigkeit bis zu Tage möglich.

Die Ober- und Untertaginstallation ist im allgemeinen dieselbe, wie während der Eruptionsperiode. Um den Gegendruck so weit als möglich zu reduzieren, wird der Eruptionskopf mit all seinen rechtwinkligen Knie- und T-Stücken vereinfacht.

Es kann sowohl mit Gasen als auch mit Luft gearbeitet werden. Wo es zugänglich ist, werden Gase der Luft vorgezogen, da letztere durch eine gewisse Oxydation das Öl schwerflüssig macht.

Bei der Gasliftförderung ist ebenfalls die genaue Messung des Öl-Gasverhältnisses, außerdem aber auch die Messung des in das Bohrloch eingeführten, komprimierten Gasvolumens notwendig. Es muß festgestellt werden, welches Volumen an komprimierten Gasen die ökonomischste Förderung ergibt. Durch allmähliche Steigerung dieses Volumens — ausgehend von einem Minimum an Gasen, mit welchem eine Förderung bis Obertag überhaupt erreicht wird — erhält man eine Reihe von Punkten in einem Koordinatensystem — Abszisse = Gasmenge, Ordinate = Produktion (s. Abb. 2), welche uns ein Bild dieser Verhältnisse in Form einer Kurve veranschaulicht. Wie aus ihrem Verlauf zu ersehen ist, wird die maximale Produktion mit einem relativ großen Aufwand an Gasen erreicht. Die

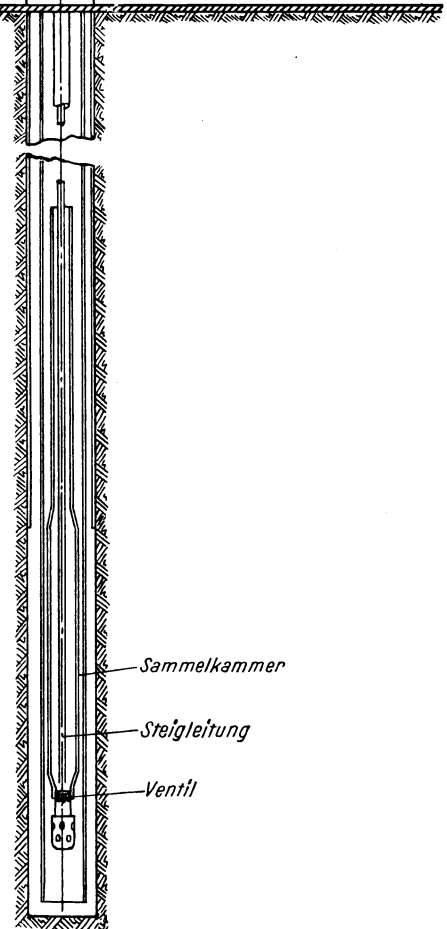


Abb. 2), welche uns ein Bild dieser Verhältnisse in Form einer Kurve veranschaulicht. Wie aus ihrem Verlauf zu ersehen ist, wird die maximale Produktion mit einem relativ großen Aufwand an Gasen erreicht. Die

jeweilige Kompressorsituation der Grube bzw. eine Rentabilitätsrechnung wird hier die günstigste Wahl ergeben.

Diese Produktionsmethode ist solange anwendbar, als der Schichtendruck noch größer ist als der zur Förderung nötige Gasdruck. Wenn diese Voraussetzung nicht mehr zutrifft, kann man eine spezielle Untertaginstallation verwenden, falls man es nicht vorzieht — oder die Voraussetzungen nicht gegeben sind —, das Pumpsystem anzuwenden (s. Abb. 3).

In diesem Fall werden zwei Leitungssysteme — konzentrisch ineinander passend — in das Bohrloch eingebaut. Das äußere Rohr hat am unteren Ende eine sog. Sammelkammer, die einen, dem Bohrloch angepaßten Durchmesser hat und am unteren Ende mit einem sich nach innen öffnenden Ventil versehen ist. Die innere Steigleitung reicht bis nahe an dieses Ventil heran. In der Anfangsstellung steigt das Öl, dem vorhandenen Schichtendruck entsprechend, in der Kammer hoch. Erst wenn die Kammer gefüllt ist — der Zeitraum wird durch verschiedene Proben ermittelt —, werden die Druckgase in den Zylindermantel zwischen den beiden Leitungssystemen eingelassen. Durch diesen Druck, welcher sich dem in der Kammer befindlichen Öl mitteilt, wird zunächst das Kammerventil geschlossen und die angesammelte Flüssigkeit durch das innere Steigrohr hochgetrieben, durch welches auch die Gase expandieren. Sobald der Flüssigkeitsstoß beendet ist, werden diese expandierten Gase in eine Niederdruckgasleitung abgelassen, wodurch das Kammerventil wieder entlastet wird und seine Füllung von neuem beginnen kann. Bei diesem System kommen die Hochdruckgase mit der Schicht nicht in Berührung, die Förderung erfolgt in gewissen, praktisch zu ermittelnden Zeitabständen. Das Volumen der Kammer wird dem erzielbaren Fördervolumen pro Förderperiode angepaßt.

Der zu dieser Fördermethode nötige Gasdruck ist höher als beim normalen Gaslift, da die gesamte Flüssigkeit aus ihrer Ruhelage in Bewegung gesetzt werden muß. Auch bei normalen Gasliftsonden, welche beispielsweise wegen Gasmangel — hervorgerufen durch eine Betriebsstörung — zum Stillstand kommen, ist höherer Druck als der normale Arbeitsdruck zum Anfahren notwendig. Oft wird sogar die Pistonierung notwendig sein, um die Sonde wieder in Gang zu bringen.

Beim nichtkontinuierlichen Gasliftsystem werden automatische Regler verwendet, welche auf elektrischem Weg die Gaseinlaßventile bei einer ganzen Reihe von Bohrlöchern in den gewünschten Pausen öffnen und schließen.

Es gibt noch diverse Abarten dieses Systems, welche aber im allgemeinen dasselbe Prinzip befolgen.

Die für diese Fördermethode nötigen Hochdruckgase werden durch Kompressoren auf den gewünschten Druck komprimiert und sodann in eigenen Leitungen den einzelnen Bohrungen zugeführt. Die Regelung der nötigen Gasmenge bei jedem Bohrloch erfolgt mit eigenen Regelventilen und den schon erwähnten Meßapparaten.

### Das Pumpen

Die bei weitem längste Produktionsperiode der meisten Ölfelder ist das Pumpen. Es hat den Vorteil, daß auch bei sehr kleinem Ölniveau noch eine rentable Förderung möglich ist. Die überwiegende Anwendung findet die Kolbenpumpe mit all ihren verschiedenen Variationen. Die elektrische Zentrifugalpumpe, sowie die hydraulische Pumpe sind eigentlich noch im Versuchsstadium.

Die heute in Verwendung stehende Kolbenpumpe hat den Vorteil der relativ ein-

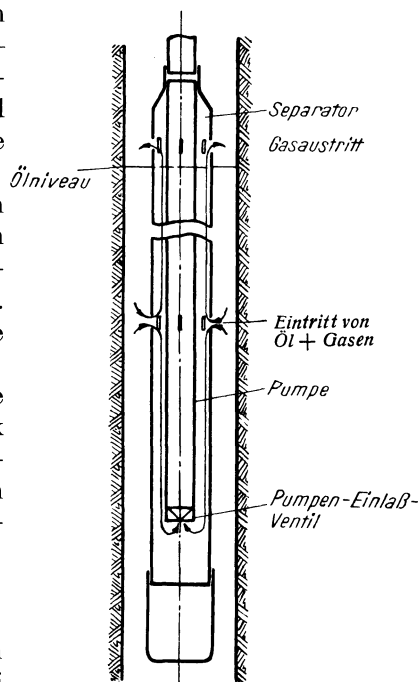


Abb. 4. Untertag-Gas-Ölseparator einer Tiefpumpe

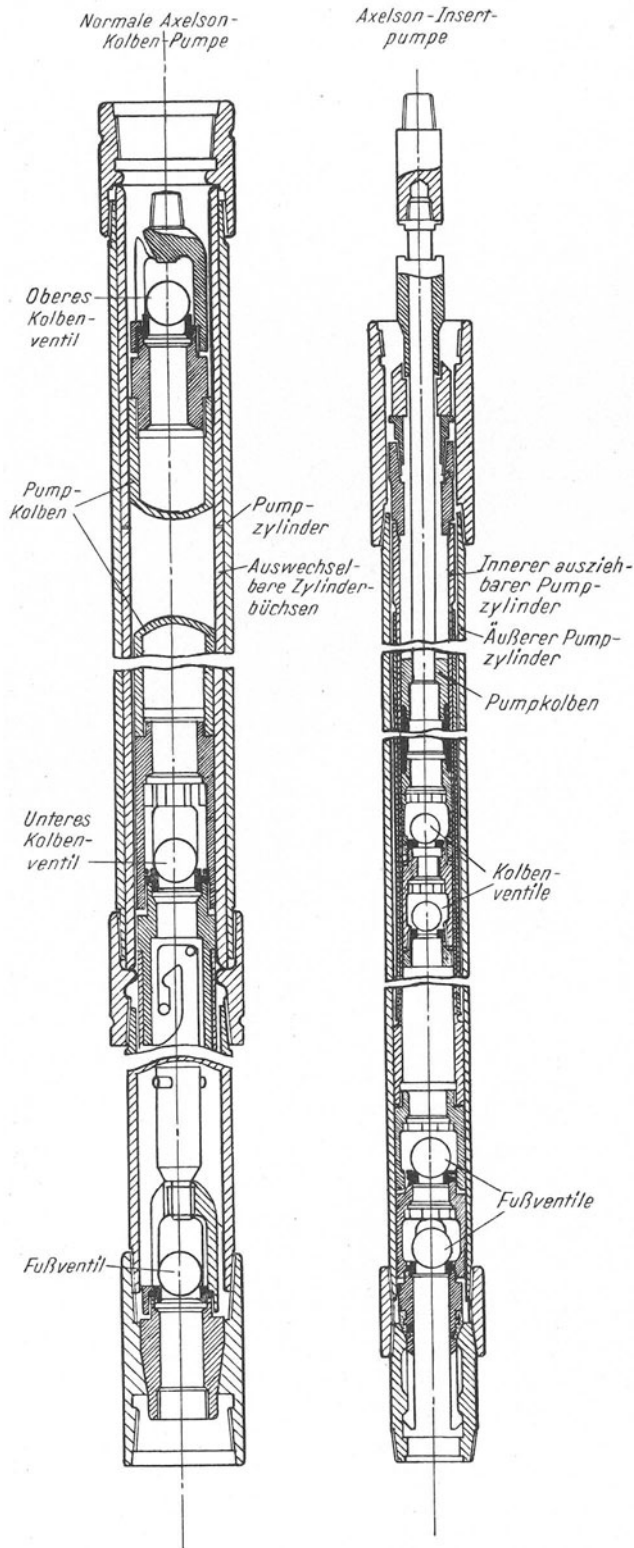


Abb. 5. Tiefpumpen-Typen

fachen Installation und Austauschbarkeit der einzelnen Teile, die einer Abnutzung unterworfen sind. Sie ist bei allen amerikanischen und europäischen einschlägigen Maschinenfabriken in verschiedener Ausführung zu erhalten.

Die Pumpe wird an Tubings in das Ölniveau eingebaut, und zwar entweder mit einem kurzen Saugrohr am unteren Ende des Zylinders oder in einem eigenen speziellen Mantelrohr, das quasi als Gas-Ölseparator dient (s. Abb. 4). Dieser Separator hat Schlitze, durch welche das Öl eintreten kann. Durch die während der Förderung hervorgerufene Druck- bzw. Ölniveaudifferenz im Separator einerseits — und außerhalb desselben andererseits — werden Gase aus dem Öl expandieren, welche im Zwischenraum zwischen Pumpe und Separator hochsteigen. Das so größtenteils entgaste Öl strebt nach unten dem Pumpenfußventil zu, um sodann angehoben und zutage gefördert zu werden. Die Gase können durch die oberen Schlitze im Separator ins Bohrloch entweichen, wo sie durch eine eigene Sauganlage abgesaugt werden können.

Die für das mögliche Maximum an Produkten richtige Einbautiefe wird, bei möglichst geringer Sandförderung, jeweils praktisch zu ermitteln sein. Es ist hier zu empfehlen, zunächst mit geringer Einbautiefe zu beginnen. Zu tiefes Eintauchen bringt durch die Saugwirkung der Pumpe oft den Sand der Schicht in Bewegung, ruft einen schnellen Pumpenverschleiß hervor und vor allem eine Versandung des Bohrlochs, was Pumpenausbau und mitunter längere Reinigungsarbeiten erfordert.

Die am meisten verwendeten Pumpentypen sind in der Abb. 5 schematisch dargestellt. Als Pumpendimensionen sind 2", 2½", 3" und 4" genormt. Diese Angabe bedeutet aber lediglich den inneren Tubingdurchmesser, der Kolben der Pumpe ist um zirka ¼" kleiner, um beim Einbau des Kolbens ein sicheres Passieren durch die Tubings zu gewährleisten. Die Länge des Zylinders

ders variiert zwischen 150 bis 450 cm. Entsprechend angepaßt ist die Kolbenlänge, um die gewünschte Hubhöhe zu erreichen, welche im allgemeinen von 20 bis 300 cm schwanken kann. Der volumetrische Wirkungsgrad liegt im Mittel bei 65%.

Das Pumpgestänge, welches von der Obertaginstallation zum Pumpkolben die Auf- und Abwärtsbewegung vermittelt, ist aus Flußstahl hergestellt und wird in Teilstücken von zirka 7 m aneinander geschraubt eingebaut. Die Standarddimensionen sind  $\frac{5}{8}$ " ,  $\frac{3}{4}$ " ,  $\frac{7}{8}$ " , die je nach Tiefe und Pumpgröße Verwendung finden.

Der Antrieb kann individuell für jedes einzelne Bohrloch (s. Abb. 6) oder als Zentralpumpenantrieb für mehrere Bohrlöcher gemeinsam ausgebaut sein (s. Abb. 7). Man spart an Motorkraft durch gutes Ausbalancieren des Pumpschwengels. Dynamometermessungen werden für diesen Gewichtsausgleich gute Dienste leisten. Die individuelle Obertaginstallation besteht aus:

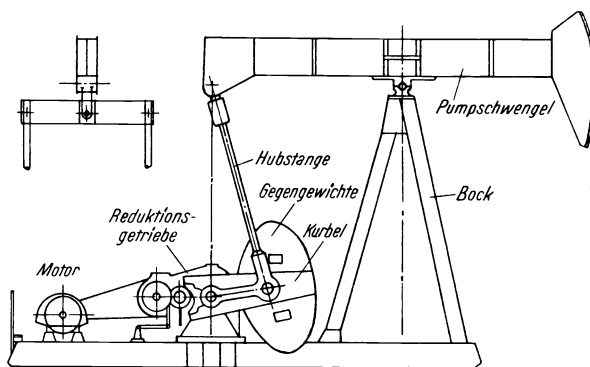


Abb. 6. Individueller Tiefpumpenantrieb

dem Pumpschwengel, einem Reduktionsgetriebe mit Kurbelwelle und Pumpschwengelhubstange und endlich dem Antriebsmotor, der entweder Elektro- oder Gasmotor sein wird. Die Kraftübertragung zwischen Motor und Getriebe erfolgt meist durch Keilriemen, seltener durch Ketten oder einfache Riemen.

Beim Zentralpumpenantrieb wird innerhalb einer Gruppe von Bohrlöchern, welche gepumpt werden sollen, ein zentralgelegener Punkt für die Antriebsinstallation derart gewählt, daß ein möglichst gutes Ausbalancieren des ganzen Kraftsystems erzielt wird, so daß der Kraftbedarf ein relativ geringer ist. Mittels Stangenbahnen ( $\frac{5}{8}$ "-,  $\frac{7}{8}$ "-Gestänge), welche auf kleinen Böcken über der Erde geführt werden, wird die Auf- und Abwärtsbewegung, der

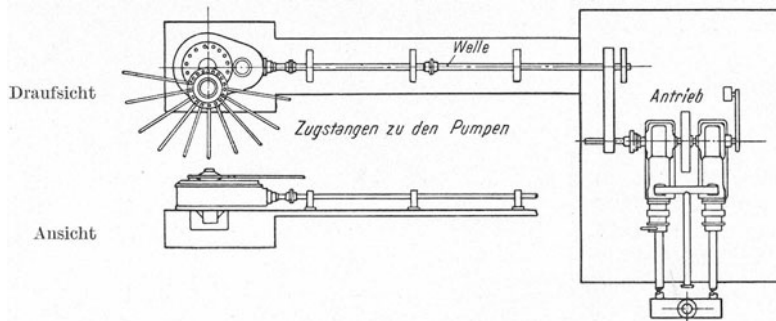


Abb. 7. Zentralpumpenantrieb

bei jedem Bohrloch befindlichen Pumpschwengel, von der Antriebszentrale aus vermittelt.

Für das Pumpen einer Bohrsonde mit individuellem Antrieb ist erfahrungsgemäß z. B. bei 18 Huben à 30", eine HP notwendig, bei 2"-Tubing für je 180 m, bei  $2\frac{1}{2}$ " für 110 m und bei 3" je 80 m Tubinglänge.

Bei Zentralpumpenantrieben, welche gut balanciert sind, ist der Kraftbedarf erheblich kleiner. Diese Antriebe werden allerdings im allgemeinen nur für untiefe Bohrungen mit kleiner Produktion verwendet. Tiefe Bohrungen mit relativ großem Kraftbedarf erfordern zu schwere Anlagen. Auch ist die Trassierung der Stangenbahnen im hügeligen Gelände nicht einfach und jedenfalls durch die notwendig werdenden Bruchpunkte mit relativ hohen Reibungsverlusten verbunden.

Bezüglich Hubzahl und Hublänge wäre noch folgendes zu erwähnen: Je geringer die Hubzahl ist, um so günstiger wird die Beanspruchung des Gestänges, um so günstiger der volumetrische Wirkungsgrad der Pumpe. Für Tiefpumpen in krummen Bohrlöchern ist jedenfalls der lange Hub und die kleine Hubzahl vorzuziehen. Bei zu raschem Gang des



Pumpschwengels wird das Gestänge durch die Reibungswiderstände nicht immer gestreckt bleiben, beim Wechsel der Hubrichtung werden daher plötzlich hohe Beanspruchungen auftreten, welche Gestängebruch zur Folge haben können.

Das Aus- und Einbauen sowie Reinigungsarbeiten werden mit Winden auf Raupenschleppern oder schweren Lastwagen montiert durchgeführt.

Das Pumpen ist im allgemeinen viel billiger als die Gasliftförderung. Eine ins Bohrloch eingebaute Zentrifugalpumpe ist wohl das zukünftig erstrebenswerte Pumpsystem, bisher scheiterte es hauptsächlich daran, daß auch ganz geringe Sandmengen, die kaum zu verhüten sind, einen zu hohen Verschleiß verursachten.

## Über die Gasausbrüche im Ignazschacht der Berg- und Hüttenwerksgesellschaft in Mährisch-Ostrau

Von Ing. Othmar Stipanits, Mährisch-Ostrau

Mit 3 Textabbildungen

Nach der Begriffsetzung der Untersuchungskommission des Grubensicherheitsamtes im Preußischen Ministerium für Handel und Gewerbe ist ein Gasausbruch dann als vorliegend anzusehen, „wenn plötzlich nicht unerhebliche Mengen an Gas aus dem festen Arbeitsstoß unter gleichzeitiger Zerstörung seines natürlichen Gefüges und unter

Übersicht über die Gasausbrüche

Lfd. Nr.	Datum	Ort des Gasausbruches					Mächtigkeit	Einfallen	Teufe unter dem Tag- kranz	Auswurf- masse	Anzahl der tödlich Verunglückten
		Flöz	Querschlag	Strecke	Schwebend- strecke	Abbau	des Flöztes				
							m	Grad			
1	15. 3. 1894	Anna . . . .	—	—	/	—	1,2	80	224	3,6	3
2	9. 2. 1895	Anna . . . .	—	—	—	/	1,1—1,6	80	224	108,0	1
3	1903	Theresie ..	—	/	—	—	1,0	60	269	—	—
4	1904	Theresie ..	—	/	—	—	0,9	60	325	—	—
5	12. 10. 1906	Vladimir .	—	/	—	—	1,6	50	225	—	—
6	16. 10. 1907	Ferdinand	/	—	—	—	0,5—0,9	45	267	74,0	—
7	9. 11. 1907	Friedrich .	—	—	/	—	1,6	60	241	7,2	1
8	28. 11. 1907	Ferdinand	—	/	—	—	0,5—0,6	40	316	5,0	—
9	17. 1. 1908	Ferdinand	/	—	—	—	0,5	45	267	57,6	—
10	24. 4. 1912	Louise ....	—	—	/	—	0,8—0,9	36	289	11,0	1
11	12. 8. 1912	Louise ....	—	—	—	/	0,9	40	303	36,0	2
12	3. 9. 1924	Louise ....	—	/	—	—	0,7	64	517	27,0	1
13	21. 8. 1928	Louise ....	—	/	—	—	0,7—1,3	55	515	32,4	—
14	19. 10. 1928	Louise ....	—	/	—	—	0,65	35	365	4,5	—
15	22. 10. 1928	Louise ....	—	/	—	—	0,65	35	365	4,5	—
16	15. 12. 1928	Anna . . . .	—	/	—	—	1,0	46	410	14,4	—
17	8. 4. 1929	Louise ....	—	—	—	/	0,6	55	496	1,8	—
18	18. 4. 1929	Anna . . . .	—	—	—	/	2,0	55	497	1,4	—
19	27. 7. 1929	Anna . . . .	—	/	—	—	1,2	54	513	7,2	—
20	1. 11. 1929	Anna . . . .	—	—	—	/	0,45	56	391	3,6	—
21	8. 11. 1929	Anna . . . .	—	—	—	/	0,45	56	400	2,7	—
22	17. 12. 1929	Louise ....	—	—	—	/	0,55	55	499	0,5	—
23	21. 3. 1930	Anna . . . .	—	/	—	—	0,60	48	409	1,4	—
24	21. 8. 1931	Louise ....	—	—	—	/	0,70	55	455	0,6	—
25	29. 10. 1931	Ferdinand	—	/	—	—	0,6—1,2	40	314	0,5	—
26	18. 2. 1935	Božena ...	—	—	/	—	0,9	42	483	2,3	—
27	18. 9. 1935	Anna . . . .	—	—	/	—	0,85—1,6	45	505	28,8	1
28	28. 12. 1935	Božena ...	—	—	—	/	0,55	50	503	3,6	—
29	9. 1. 1936	Božena ...	—	—	—	/	0,70	52—54	503	3,0	—
30	7. 2. 1936	Božena ...	—	—	/	—	0,75	25—30	395	0,7	—

gleichzeitigem Vortreiben bzw. Vorschleudern unter Druck frei werden und als Windstoß sich bemerkbar machen“\*)

Wegen ihrer Größe und Häufigkeit sind die Gasausbrüche in Belgien, Deutschland, Frankreich und anderen Ländern bekannt und gefürchtet, weniger bekannt hingegen ist es, daß solche auch im Ostrau-Karwiner Steinkohlenrevier — allerdings nur auf das

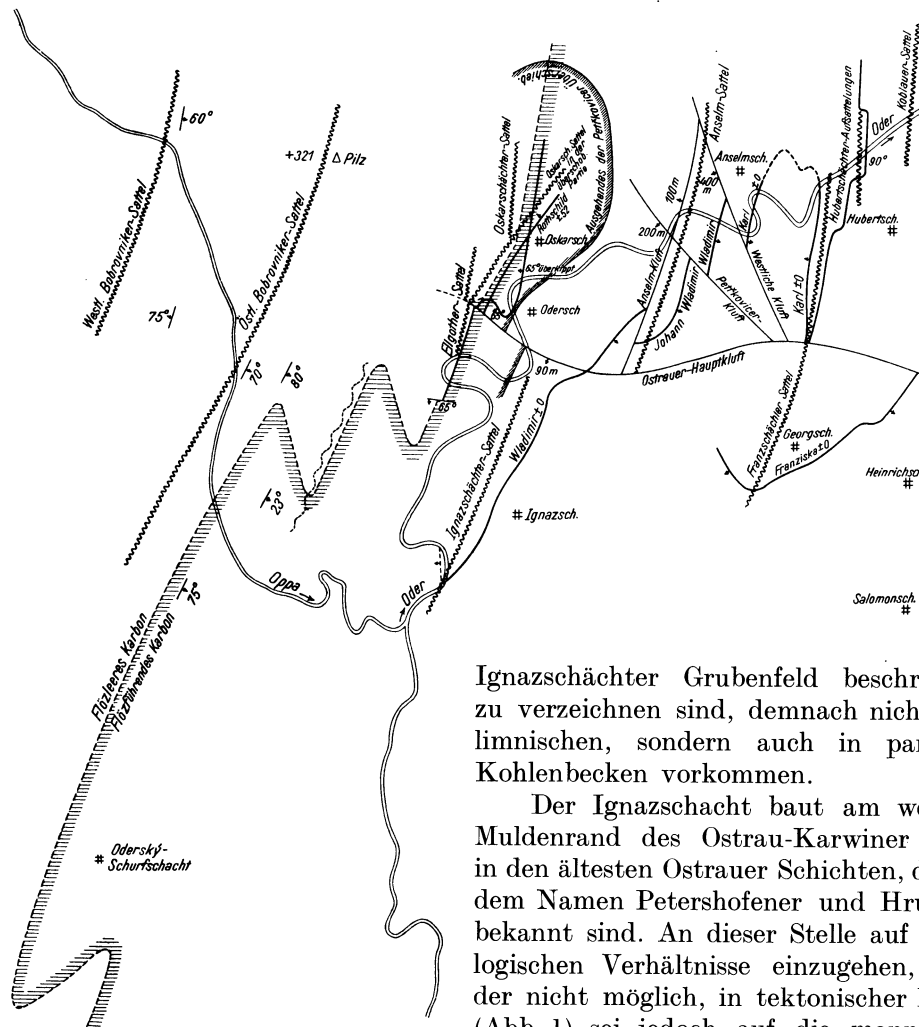


Abb. 1. Darstellung der Tektonik am Muldenwestrand (nach Dr. K. Patteisky)

Ignazschächter Grubenfeld beschränkt — zu verzeichnen sind, demnach nicht nur in limnischen, sondern auch in paralischen Kohlenbecken vorkommen.

Der Ignazschacht baut am westlichen Muldenrand des Ostrau-Karwiner Reviers in den ältesten Ostrauer Schichten, die unter dem Namen Petershofener und Hruschauer bekannt sind. An dieser Stelle auf die geologischen Verhältnisse einzugehen, ist leider nicht möglich, in tektonischer Hinsicht (Abb. 1) sei jedoch auf die mannigfachen Schiebungen und Stauchungen hingewiesen, die durch Sattelbildungen, Steilstellungen, Zerreißen und anderen Dislokationen

eine weitgehende Zerstörung des natürlichen Gefüges der Schichten zur Folge hatten. Die widerstandsschwachen Kohlenflöze sind durch diese tektonische Beanspruchung arg mitgenommen worden. Die Kohle erscheint oft bis ins kleinste Kreuz und quer gespalten, bietet der Gewinnung verhältnismäßig geringen Widerstand, neigt sogar da und dort zum Ausfließen. Zuzufolge dieser Erscheinung war man noch vor drei Jahrzehnten geneigt, die am Ignazschacht vereinzelt aufgetretenen Gasausbrüche nicht als solche zu bewerten, sondern sie als Kohlenausbrüche anzusehen, d. h. man hat angenommen, daß infolge Ausfließens oder Hereinbrechens der mylonitisierten Kohle große Mengen von  $\text{CO}_2$  und  $\text{CH}_4$  aus den Ausbruchmassen frei werden, wohingegen

\*) Z. f. B. S. W., 75, S. B 252 (1927).

beim echten Gasausbruch der Gasdruck als primär, das Auswerfen der Kohlenmassen als sekundär vorzusetzen ist.

Genauere Aufzeichnungen über die auf dem Ignazschacht vorgekommenen Ausbrüche liegen erst seit dem Jahre 1907 vor. Man hat die früheren aus Akten der Bergbehörde

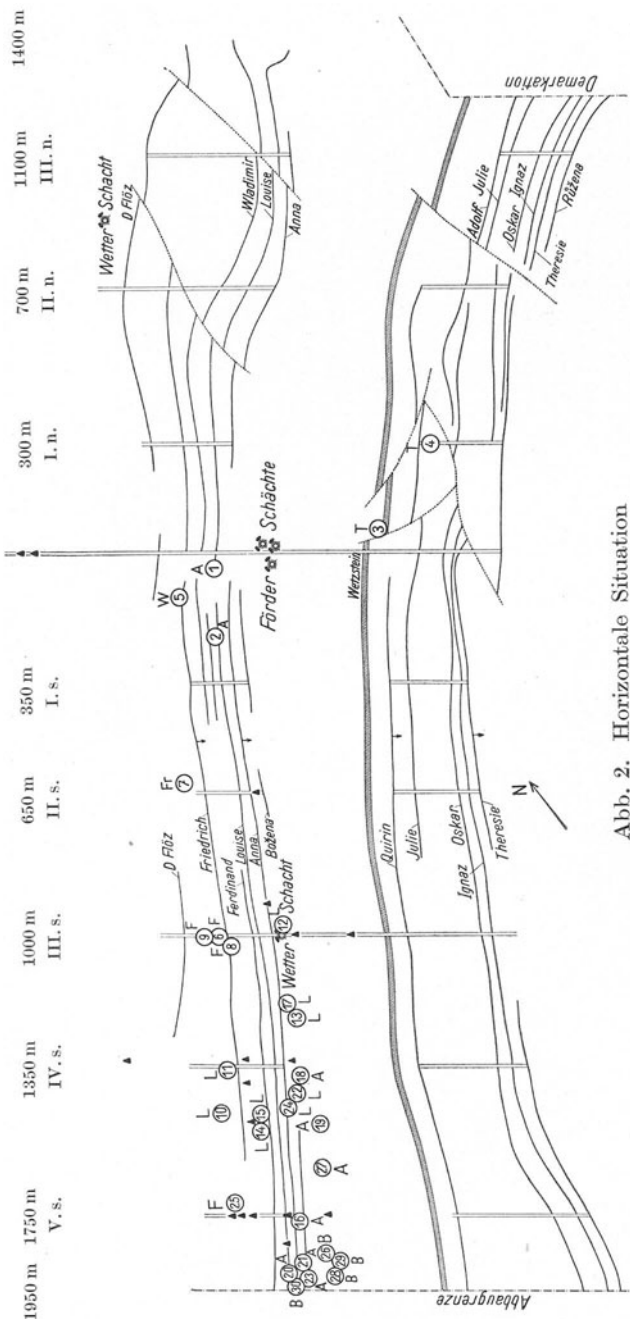


Abb. 2. Horizontale Situation

auch zu erfassen gesucht, doch sind darunter zwei Fälle nur aus der Erinnerung eines Grubenbeamten aufgenommen worden und entbehren daher der Verlässlichkeit. Von den 30 in vorstehender Übersicht (S. 86) verzeichneten Ausbrüchen (s. Abb. 2 und 3) fanden 2 auf Querschlägen beim Aufdecken der Kohle, 12 im söglichen Streckenvortrieb, 7 in schwebenden Strecken und 9 in Abbauen statt. Zu Tode gekommen sind hierbei 10 Arbeiter, und zwar 5 je einzeln, einmal 2 und einmal 3 zugleich. Die kleinste herausgeschleuderte Kohlenmenge betrug 0,7 t, die größte 108 t, das Flöz-fallen an den Unglücksstellen schwankt zwischen 30° und 80°, die Tiefe derselben bewegt sich zwischen 220 m und 520 m unter dem Tagkranze, und zwar zwischen:

220 bis 320 m Teufe	.. 11 Fälle
320 „ 420 „	„ .. 8 „
420 „ 520 „	„ .. 11 „

Von den 27 ganz oder teilweise bauwürdigen Flözen sind bisher nur 7 betroffen worden:

Flözname	Anzahl der Ausbrüche
Vladimir .....	1
Friedrich .....	1
Theresia .....	2
Božena .....	4
Ferdinand .....	4
Anna .....	9
Louisa .....	9

Wenn man mit Recht die Fälle Nr. 3 und 4 ausschaltet, die aus der Erinnerung nachträglich verzeichnet wurden, so ergibt sich die Tatsache, daß die betroffenen Flöze durchwegs der Petershofener Gruppe angehören und daß die Ausbruchstellen südsüdwestlich vom Hauptquerschlag liegen.

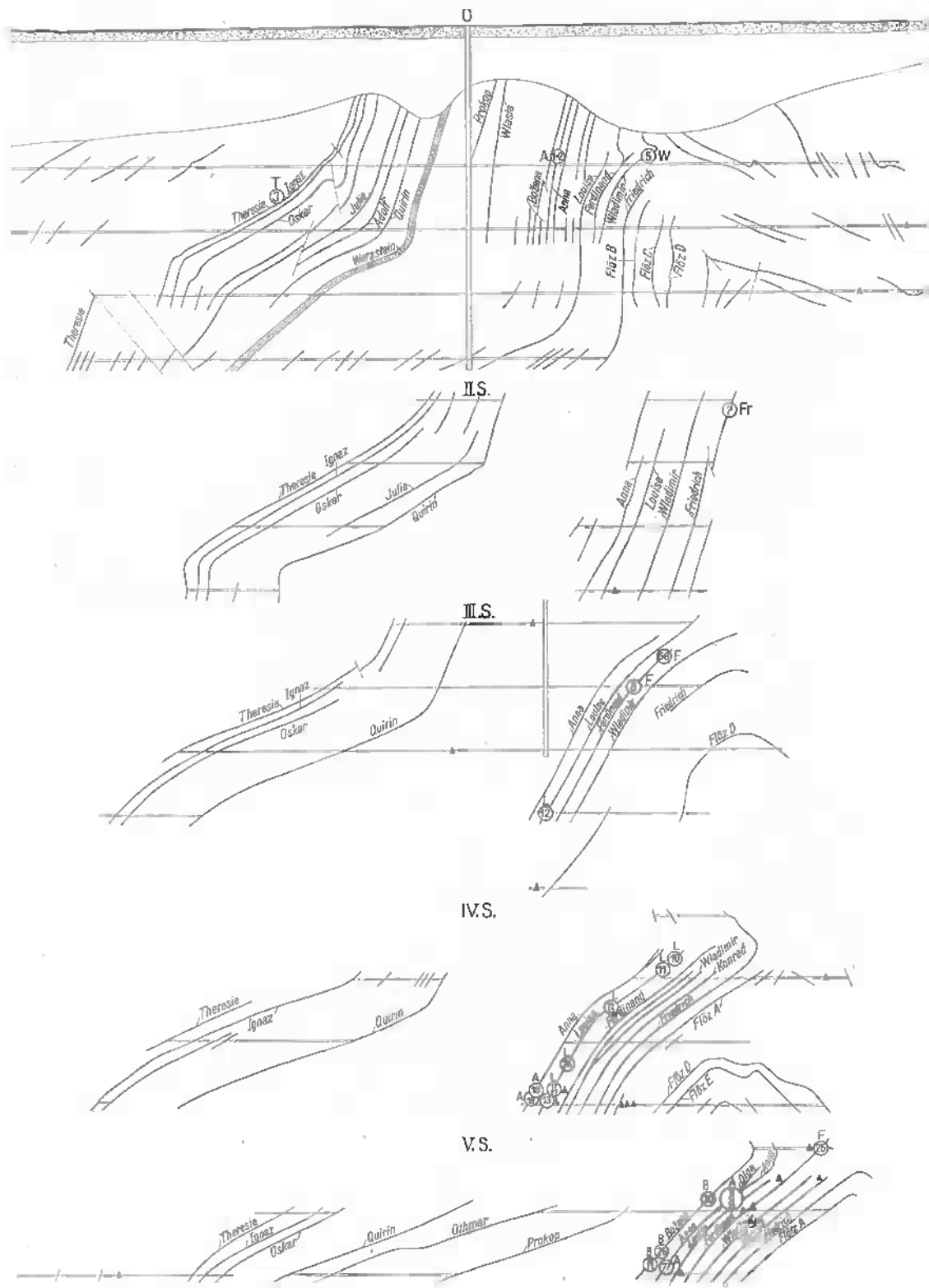


Abb. 3. Profile durch die Bauabteilungen

Allen Ausbrüchen gemeinsam sind folgende Beobachtungen: Immer handelt es sich um sog. Mischausbrüche, d. h. um das gleichzeitige Auftreten von Kohlensäure und Methan. Die Ausbrüche ereignen sich stets in der unmittelbaren Nähe größerer oder kleinerer Störungen bei Vorhandensein von tektonischem Druck. Die Kohle an den Ausbruchstellen ist weitgehend mylotinisiert, d. h. in ihrem natürlichen Gefüge durch Quetschung oder Stauchung gestört, in größere und kleinere Würfel gespalten, auch zu Blättern ausgewalzt mit deutlich erkennbaren Rutschflächen und Rutschstreifen, zuweilen tritt sie sogar in Form eines zusammengeballten, außerordentlich dichten, festgepreßten Staubes von mattem, rußigem Aussehen in Erscheinung. Die Ausbruchstellen befinden sich fast ausnahmslos in einspringenden Ecken des Kohlenstoßes. Werden größere Kohlenmengen herausgeschleudert, so ist eine Klassierung derselben wahrzunehmen: Staub und Kohlenklein werden am weitesten fortgeschleudert, dann nimmt die Korngröße der ausgeworfenen Kohle in der Richtung zum Ausbruchherde zu bis unmittelbar in demselben aus dem Kohlenstoß vorgeschobene Blöcke zu erkennen sind. Die im Kohlenstoß entstehenden Hohlräume verlaufen gegen das Zentrum des Herdes in Spitzen. Von Zeugen wird behauptet, daß die Ausbrüche manchmal von Knallgeräuschen, fast immer aber von einem Luftstoß begleitet waren. Dem Ausbruch soll manchmal ein Knistern in der Kohle vorausgegangen sein.

Aus diesen Erscheinungen ergibt sich die Folgerung, daß es sich auf Ignazschacht um Gasausbrüche im Sinne der erwähnten Definition handelt. Die ursprüngliche Annahme, daß nur „Kohlenausbrüche“ vorliegen, ist abzulehnen. Die Frage nach dem Zustandekommen der Ausbrüche gerade im Ignazschacht als dem einzigen des ganzen Reviers ist allerdings schwer zu beantworten.

Hinsichtlich der Gasführung sei zunächst erwähnt, daß es sich auf Ignazschacht um ausgesprochene Magerkohlen handelt. Der Durchschnitt der Analysen aus den Kohlen

aller Flöze ergab z. B. 1936 an flüchtigen Bestandteilen 16,60% (minimal 12,77, maximal 19,22%). Beim Auskochen entwickelte eine solche Magerkohle auf 100 g 260 ccm Gas (153,4 ccm CH<sub>4</sub>, 21,1 ccm CO<sub>2</sub>, 15,3 ccm O, 70,2 ccm N). Durch Auskochen der Kohle wird aber bekanntlich nur ein geringer Teil der in den Grubenbauen frei werdenden Gase erfaßt. Ein besseres Bild ergibt die Zusammensetzung des Wetterstromes (s. Zahlentafel 1).

Die Zahlentafel 1 zeigt, daß die hochgasenden Betriebe im Osten des Reviers liegen und die Gasmengen in der Richtung nach Westen abnehmen. Die Verhältniszahlen zeigen aber, daß der relative CO<sub>2</sub>-Gehalt in derselben Richtung zunimmt und im Ignazschacht teilweise ein Mehrfaches des Gehaltes von CH<sub>4</sub> erreicht.

Zahlentafel 1

Gasführung im Ausziehewetterstrom*)		Jahr	Durchschn. tägl. in 1000 cbm		Verhältnis $\frac{\text{CH}_4}{\text{CO}_2}$
			CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	
Karwiner Revier		1910	374	120	3,12
		1920	586	156	3,76
		1925	616	162	3,80
Peterswälder Revier		1910	32	14	2,29
		1920	59	26	2,25
		1925	85	43	2,00
Ostrauer Revier	nördl. der Haupt- kluft	1910	64	42	1,52
		1920	91	73	1,25
		1925	109	55	1,90
	südl. der Haupt- kluft	1910	101	154	0,65
		1920	115	145	0,79
		1925	105	144	0,73
Ignazschacht		1910	7	39	0,18
		1920	15	18	0,84
		1925	5	20	0,25

In den Ausbruchgasen fanden sich Methan und Kohlensäure stets gemeinsam vor. Ihr Anteil am Wettergemisch an der Ausbruchstelle ist ein schwankender, doch

\*) Die Zahlen über die Wettermengen sind der Monographie des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers 1928, Bd. I, entnommen.

konnte in einigen Fällen einwandfrei nachgewiesen werden, daß die Kohlensäure überwiegt:

Nr. des Ausbruches		CO <sub>2</sub> in Prozent	CH <sub>4</sub>
11	a)	4,35	3,07
	b)	4,85	2,42
12		6,72	4,10
16		2,80	1,70
27		7,28	4,68

Der Anteil der Kohlensäure mag fallweise etwas höher gemessen worden sein, weil anzunehmen ist, daß in der Zeitspanne, welche zwischen dem überraschend kommenden Gasausbruch und der Wetterprobenentnahme an der Ausbruchsstelle vergeht, das spezifisch leichtere Methan vom Wetterstrom zu einem geringen Teil weggespült wird, wohingegen die trägere Kohlensäure dem Wetterstrom einen größeren Wetterwiderstand entgegengesetzt. Das gilt besonders für die kleinen Ausbrüche. Bei größeren mit bedeutenden Ausbruchsmassen wird häufig die betreffende Wetterabteilung auf viele Stunden hinaus zur Gänze vergast, weshalb sich in diesen Fällen der Einfluß frischer Wetter schwerer und nur ganz allmählich bemerkbar macht. In dieser Beziehung sei auf die Unterschiede in den Wetteranalysen des Falles Nr. 11 hingewiesen: Die Entnahmestelle der Probe b lag dem frischen Wetterstrom näher. Es ist demnach den an den Ausbruchsstellen genommenen Wetteranalysen allein kein entscheidender Wert zuzumessen, weil sie zu sehr von Zeit und Ort der Entnahme, Art und Intensität der Wetterführung und anderen Umständen abhängig

Zahlentafel 2

Lfd. Nr.	Annaflöz Prozent		Lfd. Nr.	Louisaflöz Prozent	
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
1	2,1	0,1	9	0,2	0,3
2	46,2	0,8	147	9,3	14,0
8	2,1	0,9	175	62,0	26,0
10	56,9	24,9	180	31,4	28,6
43	2,2	0,3			
120	1,1	1,0			
138	37,1	48,0			
139	2,0	2,8			
140	36,2	48,3			
141	5,5	4,9			
148	9,0	10,9			
161	38,0	56,9			
168	22,3	6,9			
169	10,7	5,1			
170	42,0	10,0			
Durchschnittlich . .	19,8	13,8	Durchschnittlich .	25,7	17,2

sind. Man hat deshalb versucht, den Anteil von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> an den in der Kohle eingeschlossenen Gasen dadurch festzustellen, daß man alle Flöze, soweit sie jeweils zugänglich waren, mit bis zu 5 m langen Bohrlöchern abgebohrt und diesen mittels des Englerschen Gerätes Gasproben unter gleichzeitiger Messung des Gasdruckes entnommen hat. Über 180 solcher Untersuchungen wurden bisher durchgeführt. Die Ergebnisse der Gasproben aus den zwei von Ausbrüchen am meisten betroffenen Flözen seien in der Zahlentafel 2 angeführt.

Den durchschnittlichen Anteil von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>, errechnet jeweils aus allen Gasproben des betreffenden Flözes, zeigt folgende Zahlentafel 3.

Diese den Bohrlöchern entnommenen Gasproben können natürlich keine absolut richtigen Werte ergeben. Vergleichsweise aber zeigen sie, daß im allgemeinen zwar der Anteil des Methans vorherrscht, hingegen in den Flözen Anna, Louisa und Olga (eine vom Annaflöz abgespaltene Unterbank) die Kohlensäure vorherrscht, und zwar gerade dort, wo die häufigsten Ausbrüche (Anna südlich und Louisa je 9) stattgefunden haben. Das Ferdinand- und Bozenaflöz haben bisher je 4 Ausbrüche zu verzeichnen, trotzdem überwiegt der Prozentanteil der CO<sub>2</sub> in dem errechneten Durchschnitt nicht. Betrachtet man aber die Einzelmessungen von Bozena und Ferdinand, und zwar aus Partien, in

deren Nähe Ausbrüche zu verzeichnen waren, so erkennt man wieder das Dominieren der  $\text{CO}_2$ , z. B. in den Bohrungen des Boženaflözes:

Nr. 123	18,6% $\text{CO}_2$	8,0% $\text{CH}_4$
Nr. 162	26,3% $\text{CO}_2$	9,9% $\text{CH}_4$
Nr. 163	26,5% $\text{CO}_2$	16,2% $\text{CH}_4$

Zahlentafel 3

Flöz		Prozent	
		$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$
Hruschauer Gruppe	Theresia .....	18,4	24,1
	Ignaz ... { südlich .....	9,8	32,4
	{ nördlich .....	6,5	10,2
	Oskar .....	12,5	31,1
	Julia .....	0,15	1,65
	Adolf .....	0,8	12,9
	Quirin .....	1,6	1,2
Petershofener Gruppe	Božena .....	9,3	12,4
	Anna ... { südlich .....	19,8	13,8
	{ nördlich .....	2,6	11,5
	Olga ... { südlich .....	9,2	7,4
	{ nördlich .....	2,9	7,7
	Louisa .....	25,7	17,2
	Ferdinand .....	11,6	17,8
	Vladimir { südlich .....	2,7	24,9
	{ nördlich .....	0,1	3,0
	Konrad .....	0,9	6,9
	Friedrich .....	0,9	9,4
	„A“-Flöz .....	0,6	2,6
	„B“- „ .....	0,9	10,9
	„C“- „ .....	0,5	2,4
„D“- „ .....	0,6	1,5	

Weiters geht der Anteil der Kohlensäure aus folgenden Beobachtungen hervor: Im Ausbruchfeld des Boženaflözes in der V. südlichen Bauabteilung wurden unmittelbar am Kohlenstoß der Abbaue, die gerade im Betrieb standen und vom Wetterstrom bespült wurden, an verschiedenen Tagen Wetterproben genommen mit folgendem Ergebnis:

Abbau Nr.	% $\text{CO}_2$	% $\text{CH}_4$
132	5,3	2,8
132	4,7	2,4
133	5,7	4,7
133	8,8	4,4
134	5,4	2,2
134	5,1	2,3
134	4,4	2,1

Um allfällige Schwankungen des Gasaustritts am Kohlenstoß zu prüfen, wurden gleichfalls im Abbau Nr. 132 des Boženaflözes innerhalb je einer Schicht in gleichen Zeitabständen folgende Wetterproben gezogen:

	% $\text{CO}_2$	% $\text{CH}_4$		% $\text{CO}_2$	% $\text{CH}_4$
am 25. Mai 1936 Frühschicht	1,20	1,40	am 27. Mai 1936 Frühschicht	1,50	7,35
	1,35	1,20		1,70	1,00
	1,40	1,20		1,90	1,65
	1,10	1,60		2,00	1,85
	1,35	1,55		2,00	1,50
	1,60	1,20		2,00	1,60

Diese zwei Versuche zeigen zwar eine geringere Gasabgabe als die früher angeführten, doch ist am 27. Mai 1936 eine Zunahme der Kohlensäure zu erkennen. Es überraschte daher nicht sonderlich, daß schon in der Nachmittagschicht desselben Tages an der gleichen Stelle 7,7%  $\text{CO}_2$  und 4,4%  $\text{CH}_4$  in den Wetter am Abbaustoß festgestellt werden konnte.

Sowohl die an den Ausbruchstellen genommenen Wetteranalysen, als auch jene der Gasproben aus den Bohrlöchern, sowie ferner die Analysen der aus dem Kohlenstoß in den Wetterstrom exhalierenden Gase lassen erkennen, daß der Anteil der Kohlensäure gegenüber dem Methan immer dort überwiegt, wo es sich um ausbruchgefährliche Flöze handelt, weshalb der Schluß berechtigt erscheint, daß gerade dem Auftreten der Kohlensäure für das Zustandekommen der Ausbrüche maßgebende Bedeutung zukommt.

Hinsichtlich des in den Bohrlöchern gemessenen Gasdruckes konnte kein unmittelbarer Zusammenhang mit Gasausbrüchen festgestellt werden. Von 173 Gasdruckmessungen ergaben:

112	überhaupt keinen Druck
56	einen solchen von 0,1—1,0 at
4	„ „ „ 1,1—2,0 „
0	„ „ „ 2,1—3,0 „
1	„ „ „ 3,1—4,0 „

Der höchste überhaupt gemessene Gasdruck (Bohrung Nr. 17) wurde mit 3,8 at merkwürdigerweise im Theresiaflöz der Hruschauer Flözgruppe festgestellt, dann folgt:

Zur Entnahme von Gasproben aus Bohrlöchern	Nr. 2	mit	1,92	at	im	Annaflöz	
und Messung des Gasdruckes in denselben ist allerdings zu bemerken, daß die Bohrlöcher mit höchstens	„ 25	„	1,60	„	„	„	
5 m Tiefe nicht weit genug in das Flöz hineinreichen,	„ 27	„	1,60	„	„	„	
	„ 22	„	1,55	„	„	„	usf.

demnach nur mehr oder minder entgaste Randpartien der anstehenden Kohle aufschließen. Auch ist der Abschluß zwischen Bohrlochwand und Meßgerät nicht absolut dicht zu nennen. Es ist sicher, daß mit weitaus höheren Drücken im Flöz zu rechnen ist, wie solche z. B. in Karwin 1926 mit 20 at, in Belgien sogar mit 42,5 at gemessen worden waren, also mit Drücken, welche wohl geeignet sind, die freigelegten Arbeitsstöße intensiv zu beanspruchen und sie explosionsartig herauszuschleudern, wenn die Schwächung der anstehenden Kohlenwand genug weit vorgeschritten ist, und das um so leichter, wenn die Kohle selbst durch tektonischen Druck ihre normale Festigkeit verloren hat.

Was die Herkunft der in den ausbruchgefährlichen Flözpartien überwiegenden Kohlensäure betrifft, sei zunächst darauf hingewiesen, daß im Ignazschacht häufig Säuerlinge (vgl. Abb. 2) durch Grubenbaue angefahren worden sind und als solche da und dort noch heute bestehen. Auch diese finden sich fast ausnahmslos im Südfeld des Ignazschächter Grubenfeldes vor, insbesondere in jenen Partien der Petershofener Flözgruppe, in welchen die Gasausbrüche aufzutreten pflegen. Diese Säuerlinge stehen aber mit der Kohle in keinem Zusammenhang, vielmehr greifen die Kohlensäurequellen weit über den Muldenrand und über das flözführende Karbon hinaus, z. B. der Hungerbrunnen bei Brawin im Wagstädter Bezirk und die bekannten Säuerlinge von Johannesbrunn, Deutsch-Jaßnik, Teplitz b. Weißkirchen u. a. Zur Erklärung dieser Tatsache bleibt nur die übrigens derzeit allgemein geltende Annahme übrig, daß die Kohlensäure sowohl diesen Quellen als auch dem Karbon durch die Entgasung des Magmas aus dem Erdinnern zugeführt wird, indem sie unter dem Einfluß ungeheurer Drücke auf ihrem Weg zur Erdoberfläche einerseits auf das in den Schichten enthaltene Wasser, andererseits auf das flözführende Karbon stößt und sich ihnen mitteilt. Selbstverständlich folgt diese juvenile Kohlensäure auf ihrem Durchdringen durch die Erdrinde den Wegen des geringsten Widerstandes. Patteisky\*) spricht im Fall Ignazschacht sogar von besonderen Kanälen, deren Lage für das Auftreten der Gasausbrüche entscheidend sein dürften. Daß diese Kanäle nicht in größerer Nähe der bekannten Basaltdurchbrüche des Theresien- und Franzschachtes gelegen sind und nicht gerade diese Schächte mit Kohlensäure beglücken, spricht durchaus nicht gegen ihr Vorhandensein, da wir einerseits ihren Verlauf gegen die Tiefe zu nicht kennen und andererseits nicht vergessen dürfen, daß auch die Durchlässigkeit der Schichten, ferner der Verlauf von Klüften und anderen Störungen den Weg der Gase bestimmen. Die Annahme von Zufuhrkanälen aus der Tiefe findet meines Erachtens für den Ignazschacht insoweit eine Stütze, als es sich nicht um eine flächenhafte, sondern um eine mehr lineare Zufuhr von CO<sub>2</sub> handeln muß, weil die bisherige Beobachtung lehrt, daß das Druckgefälle der Kohlensäure in eng benachbarten Partien eines und desselben Flözes ganz verschieden ist. Es scheint sich demnach auf Ignazschacht mehr um sog. Kohlensäurenester zu handeln, deren Bildung gleichzeitig auch von der Entgasungsgeschwindigkeit der Kohle und der sie einschließenden Schichten abhängig ist. Die Entgasungsgeschwindigkeit wird auch durch die Tektonik beeinflusst sein. Eine zermürbte, rußige, unter starkem Druck dicht zusammengepreßte Kohle wird der Entgasung einen größeren Widerstand bieten als die benachbarte Partie, die ihre Gasdurchlässigkeit besser bewahrt hat. Daß das Maß der Entgasungsmöglichkeit von wesentlichem Einfluß ist, beweist auf Ignazschacht auch der Umstand, daß die Ausbrüche immer in einspringenden Ecken des Kohlenstoßes stattfinden. An diesen Stellen steht den exhalierenden Gasen die kleinste Oberfläche zur Verfügung, demnach ihr Gasdruck hinter diesen am stärksten sein muß.

\*) In einem Gutachten für die Bergbehörde.



In welchem Maß Gebirgsspannungen beim Zustandekommen der Ignazschächter Gasausbrüche mitwirken, ist nicht untersucht worden, daß sie aber ihren Anteil haben, ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Aus dem allorts beobachteten und sich äußerst unliebsam machenden tektonischen Druck darf auf die Intensität der Beanspruchungen geschlossen werden, denen die Schichten ausgesetzt sind. Beim Auffahren der Grubenräume tritt dann mehr minder rasch eine Entspannung und damit eine Ausdehnung der die geschaffenen Hohlräume begrenzenden Schichten ein, welche Spannungsänderung und Dislokation ihren Teil zum Gelingen der Ausbrüche beitragen mag. Ist dann noch die Kohle zufolge Mylotinisierung ihrer Festigkeit beraubt, so ist das plötzliche Nachgeben des Kohlenstoßes einem dahinter liegenden Gasdruck um so leichter verständlich.

Erst die Erkenntnis, daß es sich auf Ignazschacht nicht um bloßes Ausbrechen von Kohle, sondern doch um Gasausbrüche handelt, bot die Möglichkeit, den Kampf gegen diese Gefahr sachgemäß aufzunehmen.

Im vorhinein muß gesagt werden, daß dem Bergmann leider keine Mittel zur Verfügung stehen, Gasausbrüche unmöglich zu machen, wohl aber kann er ihren gefährlichen Auswirkungen zum Teil ausweichen. Ein Weg hierzu ist jener, unter Beachtung bestimmter Vorkehrungen drohende Gasausbrüche gewollt durch Erschütterungsschüsse auszulösen, im Anschluß an diese in der mehr oder minder entspannten Zone die Arbeit vorzutragen, dann wieder Entspannungsschüsse vorzunehmen usw. Diese Methode, umständlich, teuer und trotzdem nicht unbedingt verlässlich, wird sich dann notwendig erweisen, wenn es sich um Flöze handelt, die zufolge Häufigkeit und Größe der Ausbrüche an jeder Stelle als äußerst ausbruchgefährlich bezeichnet werden müssen. Dieser Fall liegt auf Ignazschacht glücklicherweise nicht vor.

Es ist an dieser Stelle nicht möglich, die für den Ignazschacht derzeit in Geltung stehenden umfangreichen Vorschriften zur Bekämpfung der Ausbrüche und ihrer Gefahren anzuführen und zu besprechen. Kurz nur seien sie in ihrem Weg und Ziel charakterisiert: Möglichste Erkundung der Ablagerungsverhältnisse, insbesondere Erkennen der Störungen vor und während der durchzuführenden Arbeiten, sowohl im Querschlagsbetrieb beim Durchfahren ausbruchgefährlicher Flöze, als auch bei Arbeiten in diesen Flözen selbst durch verschiedene Bohrungen, ständiges Beobachten des Verhaltens der Flöze, sowohl am Kohlenstoß selbst, als auch hinter diesem durch Messungen der Gasdrücke in Bohrlöchern und Entnahme von Gasproben aus denselben. Vermeidung von einspringenden Ecken im Kohlenstoß und von schwebenden Verbiegen in steil gelagerten Partien, Beschränkung der Schießarbeit, besonders sorgfältige Auszimmerung, Freihalten der Fluchtwege für kritische Orte, Beleuchtung derselben, Schaffung von Fluchtkammern, Bereithaltung von Atmungsgeräten in jeder gefährdeten Bauabteilung, zweckentsprechende Verteilung geübter Rettungsmannschaften für die Hilfeleistung in der Grube und nicht zuletzt Verlangsamung des Tempos der Arbeit. Diese Forderung muß als besonders wichtig bezeichnet werden, weil durch ein langsames Vorrücken der Grubenarbeiten in den kritischen Orten den Gebirgsschichten Zeit gelassen werden soll zum allmählichen, langsamen Spannungsausgleich. Denselben Zweck dient die Bestimmung, daß die weniger ausbruchgefährlichen Flöze vor jenen mit hoher Ausbruchneigung gebaut werden; durch Über- und Unterbauung sollen die Spannungen im Hangenden und Liegenden des kritischen Flözes ausgelöst und dieses selbst vor seiner Gewinnung entlastet werden. Außerdem ist auch auf eine zweckmäßige Versatzführung in den Abbauen Rücksicht zu nehmen.

Diese hier nur oberflächlich angedeuteten Maßnahmen stehen auf Ignazschacht seit etwa zwei Jahrzehnten in Gebrauch. Ob und wieviel Unglück sie zu verhüten geholfen haben, läßt sich natürlich nicht sagen. Gasausbrüche und ihre Folgen ganz zu vermeiden waren jedenfalls auch sie nicht imstande. Es bleibt daher nur zu wünschen übrig, daß es der Wissenschaft und der Technik gelingen möge, die Natur der Ausbrüche gänzlich zu erforschen und auf Grund neuer Kenntnisse Mittel und Wege zu schaffen, die schweren Gefahren der Gasausbrüche ganz zu beseitigen.

## Schlagwetter-Prüfstellen in Österreich

Von Ing. Karl Thien, Weiz

Mit 3 Textabbildungen

In den beiden letzten Jahrzehnten hat die Elektrifizierung der Schlagwettergruben bedeutende Fortschritte gemacht. Der Drehstrommotor, insbesondere der Kurzschlußmotor mit seiner einfachen robusten Bauart und seiner vielseitigen Verwendbarkeit hat auch in diesen Betrieben immer mehr Eingang gefunden. Um Mißerfolge wegen unrichtiger Konstruktion und falscher Anwendung hintanzuhalten, hat der Verband Deutscher Elektrotechniker die Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen in Bergwerken durch Leitsätze für die Ausführung von Schlagwitterschutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten ergänzt, die im Jahre 1933 zu den Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V. S. S. — VDE 0170/1933 ausgestaltet wurden. Mit denselben wurde auch das Zeichen Sch für alle Maschinen, Transformatoren und Geräte eingeführt, welche von einer behördlich anerkannten Versuchsstrecke als den Vorschriften VDE 0170/1933 entsprechend bestätigt wurden. Die behördlich anerkannte berggewerkschaftliche Versuchsstrecke in Dortmund-Derne stellt in Deutschland auf Grund der durchgeführten Überprüfung und Explosionsprobe die Bescheinigung aus, daß das geprüfte Stück den Vorschriften VDE 0170/1933 entspricht und das Zeichen Sch erhalten darf. In der Tschechoslowakei bestehen zwei solche Versuchsstellen, eine in Mährisch-Ostrau und eine in Prag. Da von der österreichischen Elektroindustrie auch viel schlagwettergeschützte Maschinen erzeugt werden und es mit großen Kosten und bedeutendem Zeitverlust verbunden ist, sie an eine ausländische Prüfstelle zur Erlangung des von der Kundschaft fast in der Regel geforderten Sch-Zeichens zu senden, hat die „ELIN“ Aktiengesellschaft für elektrische Industrie, Wien-Weiz, im Jahre 1935 bei der Obersten Bergbehörde Österreichs bzw. beim Österr. Ministerium für Handel und Verkehr angesucht, die von ihr in Weiz errichtete Schlagwetterprüfstelle behördlich anzuerkennen. Diesem Ansuchen wurde nach durchgeführter Kommissionierung stattgegeben und zwei Professoren der Montanistischen Hochschule Leoben\*) wurden für berechtigt erklärt, auf Grund der von ihnen in Weiz durchgeführten Schlagwetterprüfungen bergbehördlich anerkannte Zeugnisse auszustellen, welche bescheinigen, daß die geprüften Gegenstände den Vorschriften VDE 0170/1933 entsprechen und mit dem Zeichen Sch versehen werden können. Diese Zeugnisse erhalten eine Klausel des Revierbergamtes Graz, welche bestätigt, daß die Anlage der ELIN in Weiz als Prüfstelle anerkannt ist und daß die genannten Professoren zur Ausstellung des Zeugnisses berechtigt sind. Die Überprüfung der Maschinen und die Schlagwetterproben werden durch die beiden Professoren der Montanistischen Hochschule vorgenommen und nicht durch Organe der ELIN. Die Prüfstelle in Weiz hat also vollkommen amtlichen Charakter.

Nun etwas über die Ausgestaltung der Schlagwetterprüfstelle in Weiz. Sie liegt in dem freien Raum westlich der großen Schweißhalle dieser Firma und besteht aus der Explosionsgrube und dem Bedienungsraum. Erstere ist von der Feuermauer der Schweißhalle zirka 13 m und von den benachbarten Wohngebäuden zirka 30 m weit entfernt, um jede Gefährdung auszuschließen. Die Grube ist zirka 0,8 m in den Boden versenkt und von einem 2 m hohen Erdwall umgeben, der nur gegen die Feuermauer der Schweißhalle unterbrochen ist, um eine Zufuhr zu ermöglichen. Die Grube hat  $3\frac{1}{2}$  m Durchmesser. Ein Kranträger mit Laufkatze und Flaschenzug für 1,5 t dient zur Einbringung der Prüflinge. Der Bedienungsraum ist ein kleiner Anbau der Schweißhalle. Sein Boden liegt 1,5 m unter Terrain. Im Bedienungsraum sind die notwendigen Stromanschlüsse, die Stahlflasche mit dem Methangas, der Gasmesser und die sonstigen Instrumente untergebracht.

\*) Derzeit Prof. Dr. Hugo Scheuble und Dozent Ing. Hans Zechner.

Die Prüfung der schlagwettergeschützten Erzeugnisse nimmt folgenden Gang: Der Hersteller legt den prüfungsberechtigten Professoren sämtliche Konstruktionszeichnungen des Stückes mit einer eingehenden Beschreibung, weiters den Prüfschein über die elektrische Erprobung durch die Fabrik und den Nachweis über die erfolgreich durchgeführte

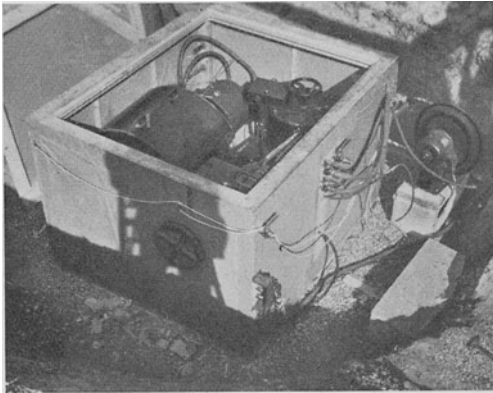


Abb. 1. Explosionskiste mit Papierwänden samt dem zu prüfenden Motor, Anlasser und Schaltkasten. Deckel geöffnet

Zweck ist in der Kiste ein kleiner Schraubenlüfter angeordnet, sowie außen ein Kreisellüfter, der das Gasgemisch aus der Kiste ansaugt und durch die druckfeste Kapsel hindurch wieder in die Kiste zurückdrückt. Dadurch erreicht man, daß in der Kapsel und in der Kiste das gleiche Gemisch vorhanden ist. Ein Motor wird dabei unbelastet in Betrieb gehalten. Der Prozentsatz des Methangehalts wird durch ein Interferometer von



Abb. 2. Die Explosionskiste geschlossen mit darauf befindlichem Interferometer

Druckprobe der druckfesten Kapselung zur Überprüfung vor. Nach deren Genehmigung erfolgt die Schlagwetterprüfung in Weiz. Diese soll den Nachweis erbringen, daß Schlagwetterexplosionen, welche in der druckfesten Kapsel hervorgerufen werden, sich nicht nach außen fortpflanzen. Zu diesem Zweck wird der Prüfling in eine Explosionskiste gestellt, die aus einem Holzrahmen mit hölzernem Boden besteht und an den übrigen fünf Wänden mit Papier gasdicht abgeschlossen ist (Abb. 1 und 2). In diese Kiste wird reines Methangas eingeleitet und jenes Luftmethangemisch hergestellt, das die leichteste Entzündbarkeit hat (8 bis 10% Methangehalt). Dabei ist zu beachten, daß Luft und Gas nicht nur in der Kiste, sondern auch in der Kapsel gleichmäßig gemischt sind. Zu diesem

Interferometer von Zeiss oder durch ein direkt zeigendes elektrisches Instrument von Kröber festgestellt. Das Interferometer von Zeiss beruht auf dem Grundsatz, daß ein Lichtstrahl in einem Gemisch von Methan und Luft eine andere Brechung erfährt als in reiner Luft, das Instrument von Kröber auf der Tatsache, daß der Widerstand eines erhitzten Drahtes infolge der verschiedenen Wärmeableitung ein anderer ist, je nachdem, ob der Draht sich in einem Gemisch von Luft und Methangas oder in reiner Luft befindet. Dieses Instrument läßt an seiner Skala unmittelbar den Prozentsatz des Methangehalts erkennen und ist in seiner Handhabung wesentlich einfacher als das zuerst erwähnte Interferometer. Im Bedarfsfalle wird der Explosionskiste Gas oder Luft nachträglich

zugesetzt. Ist das richtige Mischungsverhältnis festgestellt, so werden die einzelnen gaserfüllten Räume mittels der in den Verbindungsrohrleitungen eingebauten Hähne abgesperrt und dann wird das Gasgemisch in der Kapsel mittels einer Zündkerze zur Explosion gebracht. Der hochgespannte Strom für die Zündkerze wird einem Spannungswandler entnommen. Die Explosion des Gasinhalts der Kapsel ist meist unmittelbar zu hören. Man kann sie aber durch Auflegen eines Mikrophons auf die Kapsel besser vernehmbar machen. Ist der Prüfling in Ordnung, so darf sich die Explosion in der Kapsel nicht auf die ganze Kiste fortpflanzen. Das Gasgemisch in der Kiste darf also dabei nicht explodieren. Geschieht

letzteres doch, was man an dem starken Knall und an den zerissenen Papierwänden erkennt (Abb. 3), so entspricht der Prüfling nicht den Vorschriften VDE 0170/1933. Der Versuch wird mehrmals vorgenommen. Nach der Explosion des Gasinhaltes der Kapsel muß durch Ingangsetzung des Kreisellüfters wieder richtiges Gasgemisch in die Kapsel gebracht werden.

In Österreich gibt es noch eine zweite Schlagwetterprüfstelle. Sie wurde vor kurzem von Herrn Prof. Dr. Scheuble im Hof der Montanistischen Hochschule Leoben errichtet und geht ihrer Kommissionierung entgegen. Sie ist in sehr sinnreicher Weise ausgestaltet und für die Prüfung kleinerer Gegenstände bestimmt. Die Stelle der Explosionskiste vertritt bei ganz kleinen Prüflingen ein einfacher Papiersack.

Es sei noch etwas über die Schutzarten gegen Schlagwetter gesagt. Nach den Vorschriften des VDE 0170/1933 unterscheidet man:

1. Druckfeste Kapselung. Sie wird angewendet für Maschinenteile, an denen betriebsmäßig Funken oder Lichtbögen auftreten, z. B. für die Schleifringe von Drehstrommotoren.

2. Plattenschutzkapselung. Sie wird verhältnismäßig wenig angewendet, meist nur dann, wenn die Möglichkeit von Funken gegeben ist und der gekapselte Raum einer Lüftung bedarf, wie dies z. B. bei Akkumulatorenbatterien zutrifft. Die Plattenpakete verschmutzen leicht und sind gegen mechanische Beschädigung empfindlich.

3. Ölkapselung. Sie wird bei Transformatoren und Schaltgeräten häufig zur Anwendung gebracht. Das Öl hat aber den Nachteil, daß es den Abbrand an den Kontakten der Schalter vergrößert. Vor Ort, wo Maschinen und Schalter häufig ihre Plätze ändern, ist es besser, die Ölkapselung nicht anzuwenden. Das Bedienungspersonal übersieht leicht, daß der Ölstand nicht stimmt oder daß das betreffende Gerät sich nicht in der richtigen Lage befindet, so daß die Kontakte nicht genügend mit Öl überdeckt sind. Es handelt sich meistens um eine provisorische Aufstellung der Maschinen und Geräte, wobei die Beleuchtung sehr oft unzureichend ist. Die Bergbehörden verbieten daher in neuester Zeit, nicht mit Unrecht, die Verwendung von ölgekapselten Geräten vor Ort und schreiben hierfür druckfeste Kapselung vor.

4. Erhöhte Sicherheit für solche Teile von Maschinen, Transformatoren und Geräten, an denen nur in außergewöhnlichen Fällen gefährliche Funken oder Flammen auftreten können. Sie wird erreicht durch Herabsetzung der Temperatur der Wicklungen, durch Vergrößerung des Luftspaltes usw. Da auch bei Maschinen, die erhöhte Sicherheit aufweisen, ein Schluß in den Wicklungen auftreten kann, der zur Lichtbogenbildung und zur Explosionskatastrophe führt, wird man solche Maschinen an sehr gefährdeten Stellen, also vor Ort, in Schlagwettergruben nicht verwenden, sondern nur Maschinen und Geräte wählen, die vollkommen druckfest gekapselt sind. Die dadurch bei Maschinen bedingte Preiserhöhung ist nicht sehr groß, denn sie wird teilweise dadurch aufgehoben, daß man bei druckfest gekapselten Maschinen mit der höheren Temperaturgrenze rechnen kann.

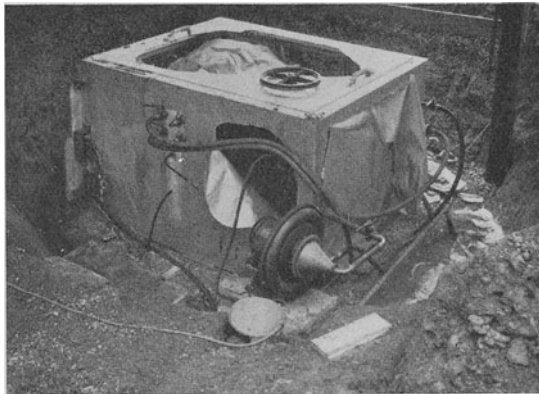


Abb. 3. Die Explosionskiste nach der Explosion des darin befindlichen Gasgemisches

## Explosionsversuche in einem Steinkohlenbergwerk

Von **Herbert Schultze-Rhonhof**, Gelsenkirchen

Mit 8 Textabbildungen

In allen Kulturstaaten mit Steinkohlenbergbau gibt es seit nunmehr etwa einem halben Jahrhundert Versuchsstrecken, deren Aufgabe darin besteht, alle bergbaulichen Betriebsmittel, die ihrer Natur nach Schlagwetter oder Kohlenstaub zur Entzündung bringen könnten, vor ihrer Verwendung im Bergbau auf ihre Sicherheit zu prüfen. In einigen größeren Ländern werden außerdem in besonders langen Versuchsstrecken Untersuchungen über den Verlauf von Explosionen durchgeführt und Mittel erprobt, die zum Aufhalten von Explosionen dienen sollen. Die Versuchsstrecken haben in allen Ländern segensreich gewirkt und sowohl die Zahl als auch den Umfang der Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen erheblich eingeschränkt. Es ist jedoch nicht zu bestreiten, daß die Versuchsstrecken nur eine recht unvollkommene Nachbildung der im Bergbau gegebenen Betriebsbedingungen darstellen. Es ist daher ein alter Wunsch aller Männer, die sich mit der Sicherheit im Bergbau befassen, die Versuchsergebnisse der Versuchsstrecken unter ganz betriebsmäßigen Bedingungen, d. h. in einer regelrechten Steinkohlengrube, nachzuprüfen. In Deutschland ist dieser Wunsch im Jahre 1927 verwirklicht worden. Seit dem 1. Jänner 1928 wird dort die Steinkohlenzeche Hibernia in Gelsenkirchen als Versuchsgrube betrieben.

Neben Explosionsversuchen werden dort Grubenbrand- und Seilfahrtversuche durchgeführt. In meinen heutigen Ausführungen will ich mich jedoch auf die Explosionsversuche beschränken.

Sie umfassen in der Hauptsache zwei Gebiete: 1. die Entstehung und Verhütung von Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen und 2. den Verlauf solcher Explosionen und die Mittel, um sie aufzuhalten.

Von den Betriebsmitteln des Bergbaus, die Schlagwetter und Kohlenstaub zur Entzündung bringen könnten, sind die Sprengstoffe und Zündmittel auch heute noch diejenigen, die uns immer noch die größten Rätsel hinsichtlich der eigentlichen Zündursache aufgeben, obgleich man sich gerade mit ihnen schon am längsten beschäftigt. Eine der wichtigsten Aufgaben der Versuchsgrube ist es daher, unter betriebsmäßigen Bedingungen nachzuprüfen, ob das Prüfverfahren der Versuchsstrecken richtig ist, d. h. ob es zu einer richtigen Beurteilung der Sprengstoffe auf ihre Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit führt.

Zu dem Zweck werden mit den zu prüfenden Sprengstoffen auf der tiefsten, 12. Sohle, die rund 900 m unter Tage und fernab von den übrigen Betriebspunkten der Versuchsgrube liegt, kurze Abzweigstrecken aufgefahren, die nach Abschluß durch einen Papierschirm mit Schlagwettern oder mit einer Wolke entzündlichen Kohlenstaubes angefüllt werden.

Die auf diese Weise durchgeführten Sprengstoffprüfungen ergaben, daß die Wetter-sprengstoffe, die auf Grund der Versuchsstreckenprüfungen in unserem deutschen Bergbau zugelassen sind und benutzt werden, unbedingt sicher gegen Kohlenstaub sind und Schlagwetter nur unter ganz besonders ungünstigen Bedingungen zu zünden vermögen. Neu und überraschend war jedoch das Ergebnis, daß diese ungünstigen Bedingungen andere sind, als man bisher angenommen hatte. Während man bisher glaubte, daß ein Schuß um so gefährlicher sein müsse, je höher seine Ladung ist, führten die beim Auffahren der Abzweigstrecken in Gegenwart von Schlagwettern abgetanen Schüsse zu dem Ergebnis, daß bei Verwendung unserer bisherigen Wettersprengstoffe, namentlich der gelatinösen Wettersprengstoffe, gerade die kleinsten Ladungen von 1 bis 3 Patronen die gefährlichsten sind, wenn sie in kurzen Bohrlöchern ohne Besatz abgeschossen werden. Wir haben dieses überraschende Ergebnis durch physikalische Überlegungen und durch eine große Reihe

von mehr laboratoriumsmäßigen Versuchen zu klären versucht. Über diese ist in Heft 4 der im Verlage Bertenburg, Gelsenkirchen, erscheinenden Berichte der Versuchsgrubengesellschaft eine eingehende Schilderung gegeben. Sie führten zu der Überzeugung, daß Sprengschüsse mit den üblichen Wettersprengstoffen dann Schlagwetter zünden, wenn Teile des Sprengstoffs in hoherhitztem Zustand in die umgebenden Schlagwetter hineinfliegen, ohne vorher vollständig detoniert zu sein. Diese Auffassung führte zu der Forderung, die Wettersprengstoffe sensibler zu machen als bisher, d. h. ihre Zusammensetzung so zu wählen, daß jedes einzelne Sprengstoffteilchen möglichst restlos schon im Bohrloch detoniert. Zwei auf dieser Grundlage von der Sprengstoffindustrie hergestellte Sprengstoffe erwiesen sich auch unter den vorhin genannten ungünstigen Bedingungen, d. h. in kurzen Bohrlöchern mit geringen Ladungen, als sicher. Sie sind inzwischen als Wettersprengstoffe zugelassen worden.

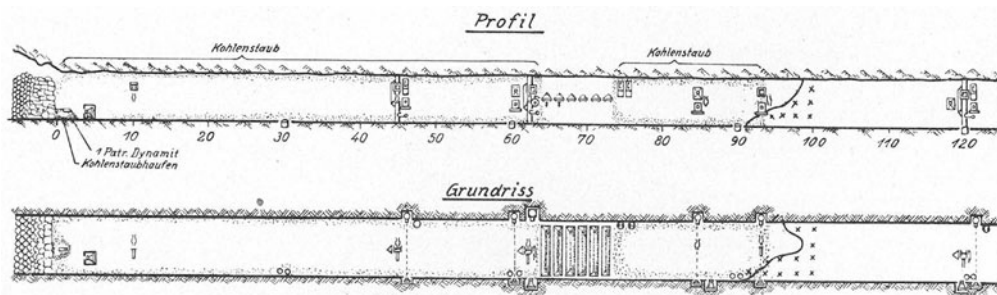


Abb. 1. Vorbereitung eines Explosionsversuches

Der Abteilungsquerschlag, der oben im Profil, unten im Grundriß dargestellt ist, ist in seinem hinteren Teil (im Bilde links) teilweise verbrochen, zum Schacht hin vollkommen offen. Vor der Bergemauer links ein Kohlenstaubhaufen, der durch eine Patrone Dynamit I zur Explosion gebracht wird. Von 0 bis 65 und 75 bis 93 Kohlenstaubstreuung (300 g/cbm). Bei 65 bis 75 Gesteinstaubsperrschicht. Zwischen 90 und 100 Ende der Explosionsflamme

#### Aufgestellte Meßgeräte:

⊥	Flammenanzeiger	⊞	Flammenzeitmesser	⊥	Schmelzleiste
⊞	Gasprobennehmer	⊞	Explosionsdruck-Indikator	⊞	Bleimembrandose
⊞	Blechschild	⊞	Winddruckmesser	⊞	Korkkette
⊞	Abhebekontakt	⊞	Photogr. Apparate		

Einige kleinere Schlagwetterentzündungen, die in letzter Zeit in Deutschland beim Schießen in Blindörter vorgekommen sind, sind offenbar auf eine andere Zündursache zurückzuführen. Hier scheint die adiabatische Kompression von in Spalten stehenden Schlagwettern die Entzündung herbeizuführen. Wir sind dabei, diese Frage näher zu klären und nach Mitteln zu suchen, um auch diese Zündungen zu verhüten.

Um den Verlauf von Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen unter betriebsmäßigen Bedingungen möglichst genau kennenzulernen, erzeugen wir solche Explosionen in der Grube absichtlich und lassen sie auf Meßgeräte einwirken, die teils an Ort und Stelle nach der Explosion aus ihrer Veränderung oder aus Aufzeichnungen, die sie hinterlassen, Schlußfolgerungen über den Verlauf der Explosion ziehen lassen, teils durch ein vieladriges Meßkabel mit dem über Tage befindlichen Laboratorium verbunden sind, wo sie auf einen Chronographen und einen Oszillographen aufzeichnen. Diese Meßgeräte sind in Heft 7 der Berichte der Versuchsgrubengesellschaft eingehend beschrieben. Wegen der Kürze der mir zur Verfügung stehenden Zeit muß ich wegen

Einzelheiten auf diese Beschreibung verweisen und mich jetzt darauf beschränken, Ihnen die Vorbereitung der Versuche und die Aufstellung und Auswertung der Meßgeräte an einem Beispiel zu zeigen.

In Abb. 1 sehen Sie zunächst die Versuchsanordnung, die bei vielen Versuchen die gleiche war. Im Bilde links ein Kohlenstaubhaufen, der durch eine vom Laboratorium aus gezündete Dynamitpatrone zur Explosion gebracht wird. Die Explosion greift über auf Kohlenstaub, der bis an die beim 65. bis 75. Streckenmeter angedeutete Sperre und hinter der Sperre bis zum 93. Streckenmeter gestreut ist, und zwar 300 g/cbm. Im vorliegenden Falle hat die Sperre die Explosion gerade eben noch gehalten. Die Flamme ist nach mehrmaligem Hin- und Herwogen beim 99. Streckenmeter erloschen. Wie weit die Flamme gekommen ist, geht aus den verbrannten Zelluloidstreifen hervor. Die Grenze ist in der Abbildung eingezeichnet.

Die Auswertung der Meßergebnisse ist in Abb. 2 dargestellt. In der Abbildung ist als Abszisse die Entfernung der einzelnen Punkte vom Explosionsherd, als Koordinate die Zeit nach dem Abschluß der Dynamitpatrone in Sekunden angegeben. Sie sehen hier zunächst die Auslösezeiten der Blechschirme und die sich daraus ergebende Geschwindigkeit des ersten Windstoßes. Durch den ersten Windstoß wird auch der erste Staub aufgewirbelt, und diese Staubaufwirbelung ist durch die Flammenzeitmesser aufgezeichnet (dunkle Bänder). Über den Verlauf und die Geschwindigkeit der Flamme geben die Aufzeichnungen der Flammenanzeiger und der Flammenzeitmesser Aufschluß, wobei die Flammenzeitmesser gleichzeitig die Dauer der Flamme anzeigen (helle Flächen). Man sieht, daß die Flamme erst etwa 1 Sekunde nach Abschluß der Dynamitpatrone auf den ausgestreuten Kohlenstaub übergegriffen und in die Explosionsstrecke hineingelaufen ist, daß sie dann in kurzer Zeit bis an die Sperre herangekommen ist. Hier ist sie mehrmals hin- und hergewogen, wie aus den Aufzeichnungen des Flammenzeitmessers bei 63 m zu ersehen ist, und schließlich bis zum 93. Streckenmeter geschlagen, wo sie nach kurzer Zeit erloschen ist. Der Verlauf des Winddrucks ist aus den nach rechts gerichteten, schraffierten Flächen zu ersehen. Die Höhe des Winddrucks gibt die kleine Sonderabszisse an, die diesen Aufzeichnungen zugeteilt ist. Der bei 63 m aufgestellte Indikator zeigt den Verlauf des statischen Drucks an. Sie sehen, wie der statische Druck in dem Augenblick sein Maximum hat, in dem die Flamme auftritt, während der Winddruck in demselben Augenblick von seinem Maximum schnell auf 0 zurückgefallen ist. Sie sehen außerdem, wie der Winddruck mit zunehmender Entfernung vom Explosionsherd größer wird. Die Kreuzchen bei 65 und 68 m beziehen sich auf die Gesteinstaubsperrre. Die Kreuzchen unten geben den Augenblick an, in dem die Bühne sich von ihrer Unterlage abgehoben hat, während die mit einem Kreis umgebenen Kreuzchen oben erkennen lassen, wann eine in den Staubhaufen eingebettete Korkkette auseinandergerissen, wann also der Gesteinstaub zu einer Wolke verteilt ist. Sie sehen schon hier die für uns zunächst überraschende Tatsache, daß die Korkkette wesentlich später angesprochen hat als der Anhebekontakt. Ich komme damit zu den bisher erhaltenen Ergebnissen unserer Explosionsversuche.

Schon bei den ersten Versuchen versagten die zur Beschränkung der Explosionen auf einen bestimmten Teil der Grube aufgestellten Gesteinstaubsperrren trotz vorschriftsmäßiger Bauart und Anordnung. Der Grund dafür lag, wie weitere Versuche ergaben, darin, daß die einzelnen Bühnen der Sperre, für deren Anordnung noch der Grundsatz maßgebend war, daß man den gesamten Staub auf ein möglichst kurzes Streckenstück zusammenballen müsse, zu schwer beladen waren. Es kam häufig vor, daß die Bühnen zwar als Ganzes angehoben und um etwa 10 cm vorangeschoben wurden, daß aber der Staub in hohen Haufen auf den Bühnen liegen blieb. Bei etwas kräftigerem Explosionsstoß oder geringerem Bühnengewicht wurden die Bühnen zwar abgeworfen, fielen aber mit den darauf liegenden Staubhaufen zusammen wie Mehlsäcke auf die Sohle, ohne zu wirken.

Diese Feststellungen veranlaßten uns, unser Augenmerk zunächst auf die richtige Ausgestaltung der Gesteinstaubsperrn zu richten; denn zur Vermeidung derartiger Versager in Ernstfällen erschien es notwendig, möglichst bald Sperrbauarten ausfindig zu machen, die Explosionen zuverlässig zum Stillstand bringen. Wir haben deshalb bisher

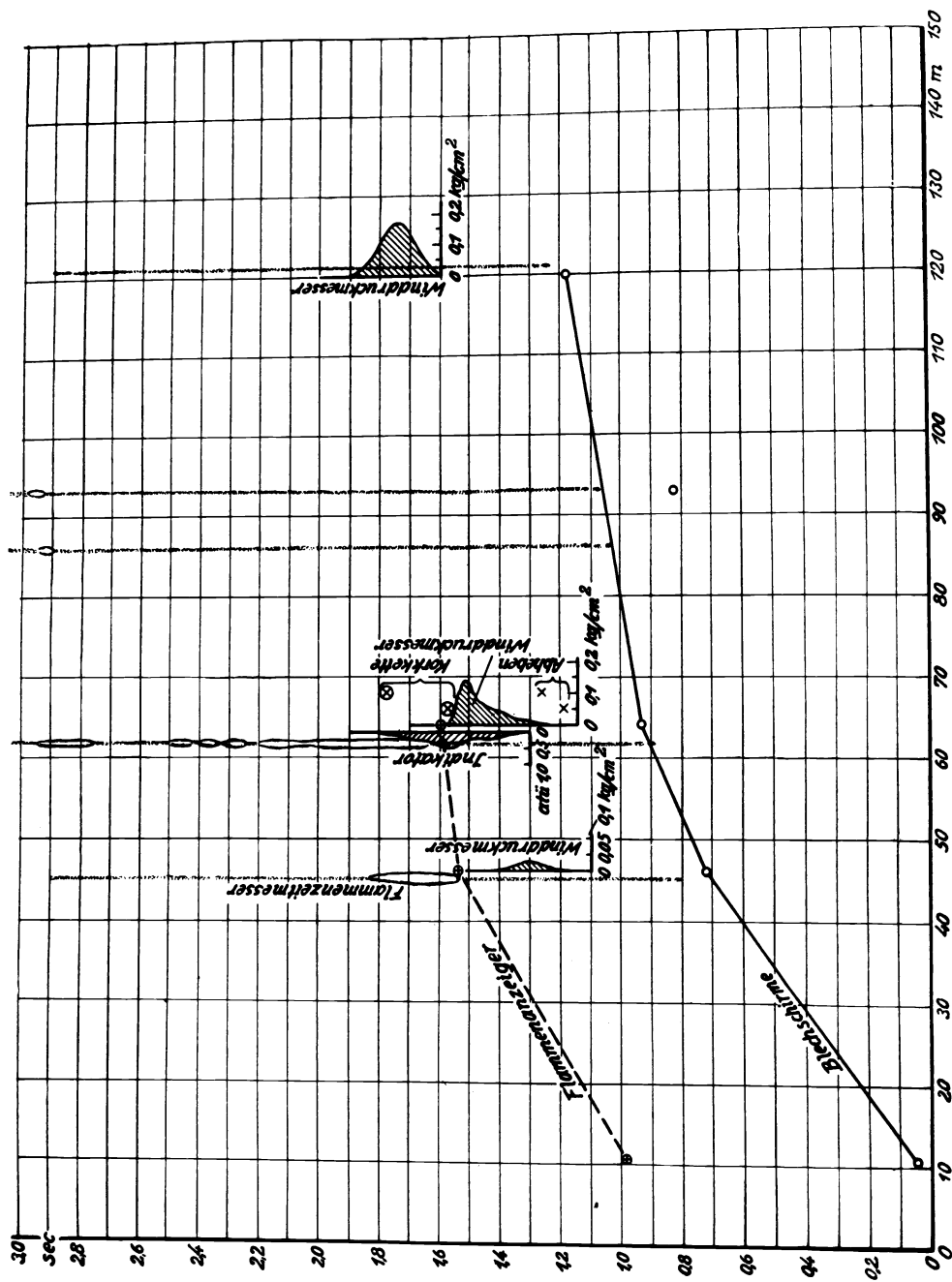


Abb. 2. Auswertung von Meßergebnissen bei einem Explosionsversuch

über 100 Schlagwetter-, Kohlenstaub- und gemischte Explosionen, in der Hauptsache aber reine Kohlenstaubexplosionen mit verhältnismäßig geringer Druckwirkung, hergestellt, um Gesteinstaubsperrn verschiedener Bauart auf ihre Wirksamkeit zu prüfen.

Um Ihnen eine Anschauung von der Wirklichkeitsnähe, aber auch von den Schwierigkeiten dieser Explosionsversuche zu vermitteln, zeige ich Ihnen hier einige



vor (Abb. 3) und nach (Abb. 4 und 5) der Durchführung von Explosionsversuchen gemachte Aufnahmen unserer Grubenstrecken.

Nach dem Ergebnis der Versuche waren die in Deutschland bisher üblichen Gesteinstaubsperrn im allgemeinen zu schwer. In Hauptstrecken, wo man schon mit einer kräftigeren Entwicklung einer etwaigen Explosion rechnen kann, sollte man nicht über



Abb. 3

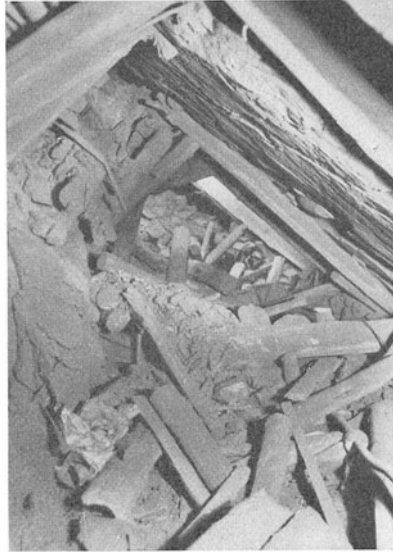


Abb. 4



Abb. 5

Abb. 3 bis 5. Bilder aus den Explosionsstrecken vor (Abb. 3) und nach (Abb. 4 und 5) Durchführung von Explosionsversuchen

400 bis 500kg Staubbelastung je Bühne gehen, in Abbau-  
strecken und sonstigen Grubenbauen in der Nähe der Arbeitspunkte jedoch unter 250 kg bleiben; je leichter man die einzelnen Bühnen einer Sperre macht, um so größer ist die Aussicht, daß die Sperre auch bei leichten Explosionen richtig anspricht. Danach ist es vor allem für solche Fälle, wo mit schwachen Explosionen zu rechnen ist, also z. B. bei

der Abriegelung von Vorrichtungsbetrieben von den übrigen Grubenbauen oder bei der Abriegelung mehrerer Streben gegeneinander, am besten, jede Bühne nur aus einem einzigen Brett bestehen zu lassen, wie Abb. 6 zeigt. Mit einer solchen Einbrettsperre haben wir bei weitem die besten Ergebnisse erzielt. Sie hat mehrfach unter Bedingungen einwandfrei gewirkt, unter denen alle anderen Sperrbauarten versagten, so z. B. als Wandersperre zwischen zwei Streben, wo die Explosionen im allgemeinen nur eine geringe Kraft entwickeln. Aber auch die kräftigste bisher hergestellte Explosion wurde von einer Einbrettsperre aufgehalten. Bei ihr waren 300 cbm Schlagwetter in einem langen Querschlag mit

großem Querschnitt durch eine Dynamitpatrone zur Explosion gebracht worden. Diese schon sehr heftige Explosion hatte weitere Nahrung in feinstem Fettkohlenstaub gefunden, der auf 250 m Länge in solcher Menge gestreut war, daß 500 g auf den Kubikmeter Streckeninhalte kamen. Die Sperre war vom 263. bis 299. Streckenmeter eingebaut und enthielt 300 kg Gesteinstaub je Quadratmeter. Um Ihnen einen Begriff von der Gewalt der Explosion zu geben, zeige ich Ihnen hier die Aufnahme eines I-Trägers vom Normalprofil 20 (Abb. 7), der zur Aufnahme von Meßgeräten mitten im Streckenquerschnitt aufgestellt war, nach der Explosion. Er ist, wie Sie sehen, durch den Explosionsstoß eingeknickt wie ein

Streichholz. Die vom Querschlag zum Schacht führende Richtstrecke, die in Eisen ausgebaut war, war auf 50 m Länge völlig zu Bruch geworfen. Trotzdem konnte einwandfrei festgestellt werden, daß die Flamme nicht über die Sperrzone hinausgegangen ist.

Es läßt sich jedoch nicht leugnen, daß die Anbringung der Einbrettsperrung wegen des geringen Fassungsvermögens der einzelnen Bühnen, das bei normalem Streckenquerschnitt etwa 50 kg beträgt, bei großem Streckenquerschnitt betriebliche Schwierigkeiten macht. Es wäre verkehrt, das Fassungsvermögen der einzelnen Bretter dadurch zu erhöhen, daß man Leisten ringsherum anbringt. Dadurch wird die rechtzeitige Verteilung des

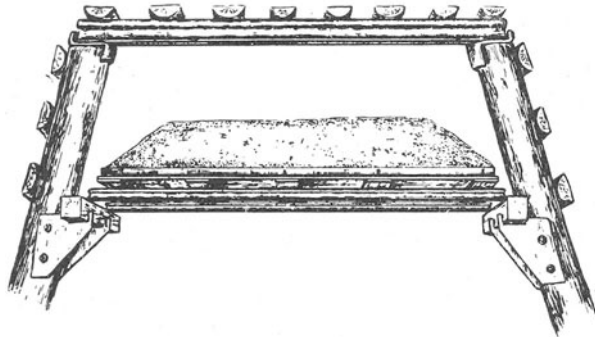


Abb. 6. Einbrettbühne

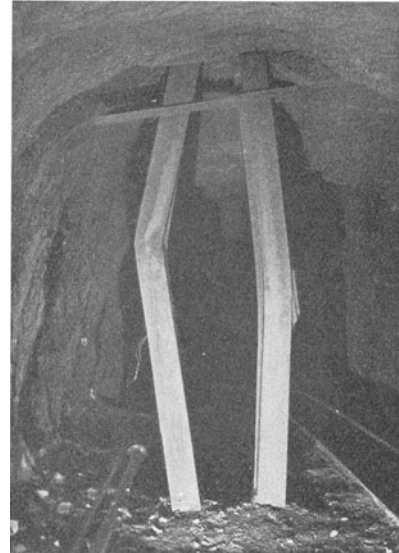


Abb. 7. Durch Explosionsdruck geknicktes Doppel-T-Eisen

Gesteinstaubes zu einer wirksamen Wolke in Frage gestellt, wie Versuche ergeben haben. Richtiger ist es vielmehr, im Bedarfsfalle die Bühnen etwas breiter zu machen und statt aus 1 aus 2 oder 3 Brettern bestehen zu lassen. Man nähert sich damit wieder der Form der vom Oberbergamt Dortmund im Jahre 1925 empfohlenen Bauart, sollte aber darauf

achten, daß die Bühnen nicht über 60 cm breit sind, in allen Teilen möglichst frei liegen und nicht pendelnd aufgehängt sind. Eine Bühnenbauart, die wir auf Grund unserer Versuche unseren Zechen empfohlen haben und die meines Wissens jetzt auch schon überall in deutschen Steinkohlengruben eingeführt ist, sehen Sie hier (Abb. 8). Eine solche Sperre spricht fast so leicht an wie eine Einbrettsperrung; sie wird für die meisten Fälle der Praxis genügen. Voraussetzung für die gute Wirksamkeit ist allerdings außer

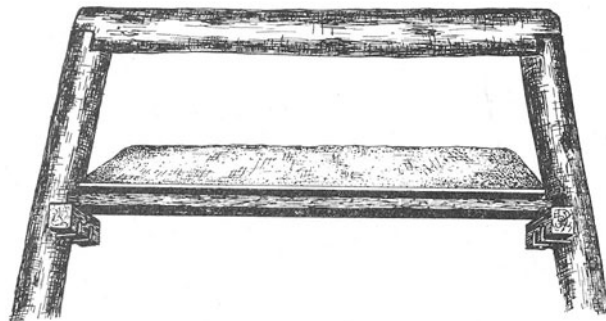


Abb. 8. Verbesserte Sperre, Dortmunder Bauart

den genannten Bedingungen auch noch, daß die einzelnen Bühnen nicht zu nahe hintereinander liegen. Der Bühnenabstand sollte wenigstens  $1\frac{1}{2}$  bis 2 m betragen, weil sonst die eine Bühne im Windschatten der andern liegt. Gelegentlich hat sich eine Vergrößerung des Abstandes bis auf 10 m als günstig erwiesen. Dagegen sind pendelnde, auch einseitig pendelnde Aufhängung und rollende Lagerung sowie Auslösung durch besondere Windklappen o. dgl. nicht zu empfehlen, weil alle diese Maßnahmen die rechtzeitige Auflösung des Staubhaufens zu einer wirksamen Wolke in Frage stellen.

Gruppe :

## Aufbereitung

### Über ein neues Aufbereitungsverfahren

Von Prof. Dr.-Ing. E. Bierbrauer, Leoben

Mit 2 Textabbildungen

Im Institut für Aufbereitung und Veredlung der Montanistischen Hochschule Leoben wurde ein neues Verfahren zur Trennung grobkörniger Mineralgemische entwickelt, mit dem der Versuch gemacht wird, die durch die Flotation bekannten Vorzüge des Grenzflächenprinzips auf die Grobkornaufbereitung zu übertragen.

Was die Grenzflächeneigenschaften in so besonderem Maße für die mechanische Trennung von Stoffgemischen wertvoll macht, ist ihre leichte Wandelbarkeit, wofür die in der Flotation erzielten Trennungsergebnisse Zeugnis ablegen. Nicht mehr wie früher hängt die Aufbereitbarkeit eines Mineralgemisches davon ab, daß die einzelnen Gemischbestandteile genügend große Unterschiede im spezifischen Gewicht oder in der Magnetisierbarkeit aufweisen. Solange nur die üblichen Schwerkraftverfahren und die Magnetscheidung als die hauptsächlichen Mittel zur mechanischen Stofftrennung zur Verfügung standen, mußten zahlreiche Vorkommen nutzbarer Mineralien brach liegen, weil sie den physikalischen Bedingungen der vorhandenen Verfahren nicht entsprachen und daher nicht angereichert werden konnten. Mit dieser starren Bindung der Aufbereitung an das Vorhandensein naturgegebener Unterschiede im spezifischen Gewicht oder in der Magnetisierbarkeit der Gemischbestandteile hat die Flotation in einer Weise aufgeräumt, daß man die Frage, ob bei diesem Hochstand der Entwicklung noch ein Bedürfnis nach einem neuen Verfahren besteht, nahezu verneinen möchte.

Bekanntlich hat aber auch die Flotation ihre Grenzen — weniger auf der stofflichen Seite als im Bereich der Korngrößenverhältnisse. Abgesehen davon, daß die Flotation bei der Annäherung der Feinheit der Mineralkörner an die Größenordnung kolloider Teilchen versagt, vermag sie ebensowenig bei Überschreiten der oberen zulässigen Korngröße von etwa 0,5 bis 1 mm Trennungen herbeizuführen. Und gerade dieser letzte Umstand kann vor allem aus wirtschaftlichen Gründen für die Anwendbarkeit der Flotation von ausschlaggebender Bedeutung sein. Es gibt viele natürliche Mineralgemische, insbesondere auf dem Gebiet der Nichterze, die in grober Körnung bereits aufgeschlossen oder doch aufschließbar sind, aber mangels entsprechender physikalischer Unterschiede ihrer Bestandteile nur auf flotativem Wege getrennt werden können. In solchen Fällen, wo die für die Flotation notwendige Feinmahlung nicht gleichzeitig dem Aufschluß dient, wo also ein bereits in grober Körnung aufgeschlossenes Material nur gemahlen werden muß, um es den Verfahrensbedingungen anzupassen, macht sich das Bedürfnis nach einem neuen Verfahren ganz besonders geltend. Denn jede nicht durch die Verwachsung bedingte Zerkleinerung bedeutet eine Verschwendung, und der alte Grundsatz der Aufbereitung: die Stoffe so grob wie möglich zu trennen, ist wohl nirgends so berechtigt, als wenn es sich beispielsweise darum handelt, ein bei etwa 20 mm Korngröße bereits aufgeschlossenes Material auf Flotationsfeinheit, also auf eine durchschnittliche Korngröße von etwa 0,1 mm zu vermahlen und damit die spezifische Oberfläche nur wegen der verfahrensbedingten Notwendigkeit auf etwa den 200fachen Wert zu vergrößern. Welche kostenmäßige Belastung dadurch entsteht, möge an einem Beispiel dargestellt sein, und zwar an einem Gemisch von Phosphoritknollen und Quarzgeröllen in der

Körnung von etwa 15 bis 30 mm, wie es in der Natur häufig auftritt, bzw. durch Auswaschen der sandigen Einbettungsmasse gewonnen wird. Ein solches Gemisch veranschaulicht die dargestellten Verhältnisse insofern besonders eindringlich, als es bei der Gleichheit der physikalischen Eigenschaften seiner Gemischbestandteile durch keines der bekannten Grobkornaufbereitungsverfahren getrennt und nur auf flotativem Wege zugute gemacht werden kann. Es sei angenommen, daß dieses Gemisch aus 30% Phosphoritknollen und 70% Quarzgeröllen besteht. Es müßten daher bei der Verarbeitung einer Tonne Rohmaterial 700 kg Quarz feingemahlen werden, deren Kosten als unnötiger Aufwand anzusehen sind. Die Vermahlung des Phosphorits dagegen bedeutet keine unnütze Ausgabe, da seine Weiterverarbeitung auf Düngemittel unter Umständen eine solche Feinheit verlangt. Bei durchschnittlichen Mahlkosten von rund RM 2,— je Tonne Durchsatz ergibt sich somit ein unnötiger Mahlaufwand von RM 1,40. Rechnet man das Phosphoritausbringen der Flotation mit etwa 80%, einem Wert, wie er beispielsweise auf den Phosphoritflotationsanlagen der Phosphorite Recovery-Corp. in Florida bei der Aufarbeitung der Abgänge aus der Läuterung erzielt wird, so ergeben sich rund 240 kg Reiphosphorite, die etwa einem Verkaufswert von rund RM 6,— entsprechen. Damit werden allein über 20% des Erlös Wertes durch den vom Standpunkt des Materials vollkommen unnötigen Mahlaufwand aufgezehrt.

Dieses Beispiel, das sich mit einer Reihe ähnlich gelagerter Fälle aus dem Mineralreich vermehren ließe, möge genügen, jenes Problem in der Grobkornaufbereitung zu zeigen, dessen Lösung das vom Verfasser entwickelte Verfahren anstrebt.

Wie eingangs mitgeteilt, geht auch dieses Verfahren von den künstlich leicht beeinflussbaren Grenzflächeneigenschaften aus. Von der Flotation unterscheidet sich die neue Methode im wesentlichen dadurch, daß die entsprechend vorbehandelten Körnergemische nicht mit Luftblasen verkettet, sondern mit Haftmassen in Berührung gebracht werden, von denen wesentlich stärkere Haftkräfte ausgehen. Da diese Haftvorgänge, genau wie das Zustandekommen der Luftmineralkomplexe in der Flotation, spezifischer Natur sind, also im wesentlichen von dem jeweiligen stofflichen Charakter der miteinander in Berührung tretenden Grenzflächen bestimmt werden, ergibt sich die Möglichkeit, auch grobe Stoffgemische bis zu 100 mm Korndurchmesser unabhängig von dem Vorhandensein natürlicher Unterschiede im physikalischen Verhalten der Gemischbestandteile zu trennen. Systematische Untersuchungen haben gezeigt, daß bei Verwendung von Eis als Haftmasse hydrophobe Körner nicht anfrieren, im Gegensatz zu hydrophilen. Wird dagegen eine hydrophobe, organische Haftmasse verwendet, tritt der umgekehrte Haftvorgang ein. Diese Erscheinung bildet die Grundlage des neuen Verfahrens, dem der Verfasser in Anlehnung an einen diesen Vorgang besonders kennzeichnenden Ausdruck des alpinen Sprachschatzes die Bezeichnung „Picken“ bzw. „Pickverfahren“ gegeben hat. Das geschilderte Prinzip weist bereits auf die innere Verwandtschaft mit der Flotation hin, bei der ebenfalls die Differenzierung im wesentlichen in einer Beeinflussung der Benetzbarkeit der Mineraloberflächen besteht. Die bei der Flotation gewonnenen theoretischen Erkenntnisse und Betriebserfahrungen kommen dem neuen Verfahren insofern zugute, als für die Vorbehandlung zur Differenzierung der „Pickfähigkeit“ eines Mineralgemisches weitgehend die in der Flotation zur Beeinflussung der Flotierbarkeit benutzten, als „Sammler“ bekannten organischen Reagenzien verwendet werden können. So ist beispielsweise bekannt, daß sich Erdalkalimineralien mit Ölsäure oder den wasserlöslichen, fett-sauren Salzen flotieren lassen. Der nachfolgende Versuch möge zeigen, daß Na-Palmitat oder Na-Oleat in gleicher Weise verwendet werden können, um ein grobkörniges Gemisch von Phosphoritknollen und Quarzgeröllen in der Körnung von 20 bis 60 mm nach dem Pickverfahren zu trennen. Behandelt man ein solches Gemisch mit einer etwa 1%igen wäßrigen Na-Palmitatlösung, der man zweckmäßig bis zu 2% Petroleum oder ein anderes Öl zugibt, und legt dieses Gemisch nach vorherigem Abspülen mit reinem Wasser auf eine Haftmasse, die etwa aus einem bei normaler Temperatur festen Erdölbitumen besteht,

so binden nach etwa 1 bis 2 Minuten die durch die Vorbehandlung unbenetzbar gewordenen Phosphoritkörner mit der Haftmasse ab, während die Quarzkörner nicht kleben und beim Umdrehen der Unterlage abfallen. Bei Verwendung einer Eisfläche als Haftunterlage binden dagegen die hydrophilen Quarzkörner ab. Wie bei der Flotation, verlangt die Vorbehandlung eine innige Berührung zwischen Lösung und Mineralflächen. Beim Handversuch ist daher ein inniges Reiben der Körner zwischen den Fingern notwendig. Ebenfalls bewährt hat sich die Verwendung eines kleinen Stauchsiebes, mit dem das Material stoßweise in die Lösung eingetaucht und wieder herausgehoben wird. In jedem Fall muß die Wirkung der Vorbehandlung derart sein, daß die bei der einen Stoffart erzielte Unbenetzbarkeit nach dem Abspülen des Materials mit Wasser sichtbar wird. Nur dann ist der infolge der orientierten Adsorption entstandene karbophile Überzug, der die Haftfähigkeit gegenüber der organischen Haftmasse bedingt, genügend dicht, um eine entsprechend intensive Haftung zu bewirken. Für die betriebsmäßige Durchführung der Vorbehandlung wurde eine Apparatur entwickelt, bei der durch einen kontinuierlich fortschreitenden Materialstrom die betreffende Lösung mit hoher Geschwindigkeit durchgetrieben wird.

Als Haftmasse können hydrophile Stoffe, wie Eis, oder hydrophobe, organische Massen verwendet werden. Für die betriebsmäßige Ausbildung des Pickvorganges haben sich vor allem wegen ihrer Billigkeit und leichten Handhabung die unter verschiedenen Handelsbezeichnungen als Straßenbaustoffe vertriebenen Rückstände der Erdöldestillation erwiesen. Diese bei gewöhnlicher Temperatur festen Stoffe zeichnen sich durch eine hohe Klebkraft gegenüber den mit einem karbophilen Überzug versehenen Mineralkörnern aus. Trotzdem überwiegt die Kohäsion, so daß ein Ablösen der haftenden Körner ohne Verschmutzung und ohne größere Verluste an Haftmasse möglich ist.

Die einfachste Lösung für die maschinelle, kontinuierliche Gestaltung des Pickprozesses schien zunächst ein mit solcher Haftmasse bestrichenes, umlaufendes Band, etwa nach dem Vorbild der gelegentlich in der Diamantgewinnung benutzten Fettherde, zu sein, auf das die vorbehandelten Körner aufgebracht werden und bei der Umkehr je nach ihrer Haftfähigkeit an der Masse kleben bleiben oder abfallen. Diese Möglichkeit erwies sich zwar als technisch durchführbar, sie konnte jedoch nicht befriedigen, weil die Abbindezeit zu groß war, um bei noch erträglichen Abmessungen der Betriebsapparatur den Forderungen hinsichtlich Durchsatzleistung gerecht zu werden. Zwischen Abbindezeit und Durchsatzleistung besteht der folgende Zusammenhang:

$$L = s \cdot b \cdot B \cdot \frac{3600}{t},$$

worin L die Durchsatzleistung in Tonnen je Stunde bedeutet. s ist der Kontaktweg in Meter, also die Weglänge, die die Körner bei der Abbindezeit t (sek) auf dem Band liegend zurücklegen. Um die Bandlänge wirksam auszunutzen, ist diese Weglänge naturgemäß gleich dem Achsenabstand der beiden Umkehrrollen des umlaufenden Bandes. b bedeutet die Bandbreite und B die Menge Haufwerk in Tonnen, die sich in einer Körnerlage auf 1 qm aufbringen läßt. Dieser Wert hängt von der Korngröße sowie dem spezifischen Gewicht des Haufwerks ab. Bei einem Phosphorit-Quarzgemisch in der Körnung 15 bis 30 mm gehen etwa 10 kg auf 1 qm. Um beispielsweise bei einem solchen Material 5 t in der Stunde durchzusetzen, müßte bei einer Bandbreite von 1 m und einer praktisch notwendigen Abbindezeit von 120 sek die Bandlänge, gemessen als Achsenabstand der beiden Umkehrrollen, rund 17 m betragen. Solche Abmessungen legen naturgemäß den Wunsch nahe, die Möglichkeit einer gedrängten Bauart zu prüfen. Außerdem zeigten die Versuche mit einer einfachen Bandapparatur, daß selbst bei sehr langer Abbindezeit die erzielte Haftfestigkeit teilweise nicht ausreicht, um bei der Umkehr des Bandes ein Abschlagen der haftenden Körnerart durch die nicht haftenden Körner zu vermeiden.

Die maschinelle Lösung des Haftvorganges machte aus diesen Gründen eine eingehende systematische Untersuchung des Haftvorganges, insbesondere jener

Faktoren notwendig, welche die Haftfestigkeit und die Abbindedauer beeinflussen. Vom praktischen Gesichtspunkt mußten dabei alle Vorgänge ausscheiden, die eine Verkürzung der Abbindedauer etwa mit einer Erniedrigung der Viskosität der mehr oder weniger festen Haftmasse erkaufen, da weiche bzw. zähflüssige Klebstoffe ein verschmutzungsfreies Arbeiten nicht gestatten. Bei den Versuchen wurde daher hauptsächlich mit einem Erdölbitumen gearbeitet, dessen Erweichungspunkt bei etwa  $40^{\circ}$  liegt. Unter Beachtung aller praktischen Gesichtspunkte erwies sich als günstigster Faktor zur Beeinflussung der Haftfestigkeit sowie der Abbindedauer der Druck, unter welchem die Körner mit der Haftmasse in Berührung gebracht werden. Zahlreiche Versuche über den Einfluß von Druck und Zeit führten zu der Erkenntnis, daß mit steigendem Anpreßdruck die Haftintensität in kurzen Zeiträumen Werte erreicht, die eine beschleunigte Durchführung des Haftprozesses gestatten. Ohne auf die Versuchsanordnung und die einzelnen Meßergebnisse einzugehen, sei hier lediglich der sich ergebende gesetzmäßige Zusammenhang an dem schematischen Schaubild, Abb. 1, gezeigt. Die dargestellte Kurve, der ein bestimmter Haftfestigkeitswert zugrunde liegt, zeigt, bei welchen zugehörigen Wertepaaren von Zeit und Anpreßdruck dieser Haftfestigkeitswert erreicht wird. Ist der Anpreßdruck gleich dem Gewicht des betreffenden Korns, wiedergegeben durch den Punkt G auf der Abszisse, so ist eine außerordentlich große Zeitspanne notwendig ( $GT$ ), um den der Kurve zugrunde liegenden Haftfestigkeitswert zu erreichen. Dagegen genügt zur Herbeiführung der gleichen Haftintensität ein Bruchteil der vorigen Zeitdauer, wenn die Körner mit zusätzlichem Druck mit der Haftmasse in Berührung gebracht werden.

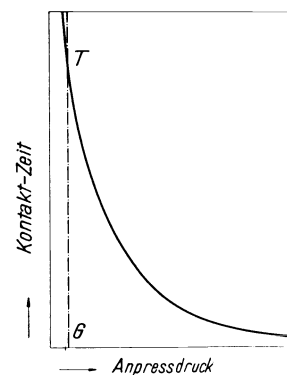


Abb. 1. Kurve gleicher Haftfestigkeit

Der zahlenmäßige Zusammenhang ließ erkennen, daß ein verhältnismäßig geringer Druck ausreicht, um die Abbindedauer auf weniger als eine Sekunde zu beschränken. Damit war die Grundlage für die Entwicklung einer Apparatur für große Durchsatzleistung bei gedrängter Bauart gegeben. Für die praktische Verwirklichung war noch die Aufgabe zu lösen, die nach Kornform und Größe ungleichen Körner gleichmäßig an die Haftmasse anzudrücken. Für die Überbrückung dieser Unterschiede erwies es sich als zweckmäßig, die Druckübertragung mit Hilfe elastischer Zwischenmittel durchzuführen.

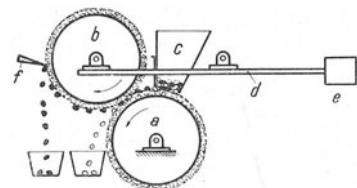


Abb. 2. Pickscheider

Das Ergebnis dieser systematischen Untersuchungen ist nun der in der Abb. 2 dargestellte Scheider. Er besteht im wesentlichen aus den beiden mit Schwammgummi überzogenen Walzen a und b. Die obere Walze dient als Aushebewalze und ihr Gummiüberzug ist demgemäß mit Haftmasse und zwar mit dem bereits erwähnten Erdölbitumen versehen. Zur Regulierung des Anpreßdruckes sind die Lager dieser Walze auf dem schwenkbaren Hebel d angebracht, an dessen einem Arm das verschiebbare Gewicht e angreift. Im übrigen ergibt sich die Arbeitsweise aus der Abbildung, in der die schwarzen Körner die durch die Vorbehandlung hydrophob gemachte und damit haftende Mineralart darstellen. An Stelle von Walzen könnten ebensogut entsprechend ausgestattete Bänder verwendet werden, wie überhaupt eine ganze Reihe von Ausführungsarten möglich ist.

Für die bisher durchgeführten Laboratoriumsversuche hat sich der Walzenscheider gut bewährt, und es seien im folgenden einige mit ihm erzielte Trennungsergebnisse mitgeteilt und zwar für das bereits erwähnte natürliche Gemisch von Phosphoritknollen und quarzigen Geröllen. Das natürliche Haufwerk wurde zunächst in die beiden

Körnungen 5 bis 15 mm und 15 bis 30 mm klassiert, dann mit einer wäßrigen Lösung, enthaltend 1% Na-Palmitat und 2% Petroleum, etwa 2 Minuten lang vorbehandelt und mit Wasser abgespült. Der Walzenscheider ergab folgende Trennung:

K ö r n u n g 5—15 mm			K ö r n u n g 15—30 mm		
	Gewichts- prozente	Phosphorit- gehalt Prozent		Gewichts- prozente	Phosphorit- gehalt Prozent
Konzentrat . . . . .	44,3	89,6	Konzentrat . . . . .	68,0	98,0
Berge . . . . .	55,7	4,5	Berge . . . . .	32,0	2,9
Aufgabe . . . . .	100,0	42,3	Aufgabe . . . . .	100,0	68,0
Phosphoritausbringen = 94,2%			Phosphoritausbringen = 98,6%		

Bei einem Walzendurchmesser von 460 mm, einer Breite der Klebefläche von 120 mm und 10 Umdrehungen je Minute beträgt die stündliche Durchsatzleistung über 1 t. Eine Betriebsapparatur mit einer Walzenbreite von 1 m, aber sonst gleichen Abmessungen, würde demgemäß in der Stunde bei gleicher Drehzahl rund 9 t durchsetzen.

Die mitgeteilten Trennungsergebnisse und die erzielbaren Mengenleistungen dürften dartun, daß die Nutzbarmachung der künstlich erzeugten Haftfähigkeitsunterschiede für die Trennung grobkörniger Mineralgemische eine Möglichkeit darstellt, deren praktische Verwirklichung allen Anforderungen eines betriebsmäßigen Prozesses gerecht wird. Zu erwähnen ist noch, daß im kontinuierlichen Betrieb eine gewisse Reinigung und Regeneration der organischen Klebmasse notwendig ist, wofür sich das Abwischen mit einer etwa 2%igen wäßrigen Erdölemulsion als besonders wirksam erwiesen hat. Bezüglich der Kosten, deren genaue Angabe erst nach längerer Laufzeit einer Betriebsapparatur möglich ist, seien nur einige allgemeine Hinweise gegeben. Zunächst ist gegenüber der Flotation der Reagenzienverbrauch wesentlich geringer, da infolge der groben Körnung die spezifische Oberfläche nur einen Bruchteil der für die Flotation notwendigen feinen Körnung ausmacht. Der Verlust an Haftmasse ist gering. Außerdem handelt es sich um verhältnismäßig billige Stoffe. Was den maschinellen Teil anbelangt, so dürfte die dargestellte Versuchsapparatur und die einfache Prozeßführung zu der Annahme berechtigen, daß sich die Verfahrenskosten auch in dieser Hinsicht durchaus in einer tragbaren und für die Aufbereitung normalen Größenordnung bewegen werden.

Die Anwendbarkeit des Pickverfahrens ergibt sich sinngemäß aus seinem Wesen. Zunächst kommen in Frage jene grobkörnigen Mineralgemische, die bisher überhaupt nicht aufbereitbar waren. Dahin gehören Gemische, wie das den mitgeteilten Versuchen zugrunde liegende Phosphorit-Haufwerk, ferner Magnesit-Serpentin, Kalkspat-Quarz, bitumenhaltige Schiefer und Nebengestein u. dgl., außerdem gewisse, schwer trennbare, unechte Zwischenprodukte. So gelang es beispielsweise, ein bisher nur durch Handscheidung weiter aufbereites Mittelgut einer Kohlensetzwäsche, bestehend aus Kohle und hoch kohlenstoffhaltigem Brandschiefer, mit Hilfe des Pickverfahrens zu trennen. Die gekennzeichneten Mineralgemische bilden das eigentliche Feld des neuen Verfahrens. Auf dem Gebiet der Erze dagegen tritt es in Wettbewerb mit vorhandenen Verfahren, und es ist daher eine für jeden Einzelfall zu prüfende Frage, welche Methode den Vorzug verdient. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Pickverfahren wesentlich gröberes Material zu verarbeiten vermag als die Setzmaschine, so daß sich auch aus diesem Umstand besondere Anwendungsmöglichkeiten ergeben können. Voraussetzung ist in allen Fällen: Aufgeschlossenes Haufwerk mit sauberen Kornoberflächen.

## Der Film in der Aufbereitung

Von Dozent Dr. Ing. habil. **W. Gründer**, Breslau

Mit 7 Textabbildungen

Die Bestrebungen, den Film als Hilfsmittel bei wissenschaftlichen Forschungsarbeiten zur Analyse von Bewegungsvorgängen zu verwenden, sind so alt wie der Film selbst. Die Entwicklung der Filmtechnik in den letzten Jahrzehnten brachte durch Zeitlupe, Zeitraffer und Röntgenfilm neue ungeahnte Einsatzmöglichkeiten. Trotz zahlreicher erfolgreicher Ansätze in früheren Jahren konnte sich das Laufbild als wissenschaftlicher Film erst in letzter Zeit durchsetzen. Das Arbeiten mit Normalfilmen war teuer, die Aufnahmetechnik schwierig, die Wiedergabemöglichkeiten begrenzt. Vor etwa einem Jahrzehnt wurde der Film in der Medizin, Biologie, etwas später in den technischen Wissenschaften zu einem wichtigen Hilfsmittel für Forschungsarbeiten. Neue wichtige Erkenntnisse brachte der ballistische Film mit Hilfe der Überzeitlupe der Wehrwissenschaft. Im Schlierenfilm wurden technologische Vorgänge im flüssigen oder gasförmigen Medium sichtbar. Der Röntgen- und Röntgentonfilm gab der Medizin neue Arbeitsmöglichkeiten.

Auch in der Aufbereitung ist das Laufbild zum eingehenden Studium der Bewegungsvorgänge einsatzberechtigt und notwendig. Als Helfer des technischen Fortschrittes wird der Film durch Zeitlupe und Mikroaufnahme schwierige aufbereitungstechnische Vorgänge klären können.

Die Anfänge des Forschungsfilms in der Aufbereitung sind wohl 1912 in Freiberg zu suchen. Schulz schreibt damals einleitend in seiner Doktordissertation „Neue Bestimmungen der Konstanten der Fallgesetze in der nassen Aufbereitung mit Hilfe der Kinematographie und Betrachtungen über das Gleichfälligkeitsgesetz“ folgendes:

„Von vornherein war beabsichtigt, die Rittingerschen Zahlen mit den modernsten Hilfsmitteln nachzuprüfen und dies auf kinematographischem Wege zu tun. Das jüngste Kind der Photographie, die Kinematographie, die schon so viele Vorgänge und Erscheinungen in der Natur enthüllt hat, sollte nun auch hier ein neues Arbeitsfeld finden.“

Schulz berichtet ausführlich von den großen experimentellen Schwierigkeiten bei den Aufnahmen, die damals noch im Freien durchgeführt werden mußten, und teilt mit, daß er im ganzen 4288 Filmbilder entziffern mußte, um seine filmische Arbeit auswerten zu können.

Vor einigen Jahren stellten dann einige Aufbereitungsfirmen, insbesondere das Krupp-Grusonwerk in Magdeburg, einige Forschungsfilme her, die durch Ausnutzung filmischer Arbeitsmöglichkeiten zur Klärung noch unbekannter Bewegungsvorgänge beitragen sollten und auch beigetragen haben. So konnte u. a. der Film „Die Bewegung der Mahlkörper in Kugelfallmühlen“ nicht nur die damalige Anschauung richtigstellen, sondern auch einen Patentstreit schlichten helfen. Auch der in der Zerkleinerungsversuchsanstalt des Friedr. Krupp Grusonwerks Magdeburg hergestellte Film „Symons-Kegelschleifer“, der in Groß- und Zeitlupenaufnahmen den Zerkleinerungsvorgang veranschaulicht, zeigt den zweckdienlichen Einsatz des Films zum Studium von Bewegungsvorgängen in der Zerkleinerungstechnik. Nicht nur bei der Zerkleinerung, sondern auch auf dem Gebiet der Klassierung und der stofflichen Trennungsvorgängen ist der Film zu einem wichtigen, unentbehrlichen Hilfsmittel bei unseren Forschungsarbeiten geworden.

Schließlich bleibt dem Film ein wichtiges Gebiet vorbehalten, und zwar der Einsatz des Laufbildes als Hilfsmittel im Unterricht. Schwer zu verstehende, im allgemeinen nicht sichtbare Bewegungsvorgänge bei aufbereitungstechnischen Vorgängen und Maschinen können durch den Film dem Bergstudenten besonders anschaulich und deutlich gezeigt werden. Zur Abrundung des Besprochenen und im Stehbild Gezeigten kann der Film in reichem Maße beitragen. Ich habe den Versuch unternommen, teils durch Umarbeitung bereits vorhandenen Materials, teils durch Neuaufnahmen in Zusammenarbeit



mit der in Deutschland vor einigen Jahren geschaffenen Reichsstelle für den Unterrichtsfilm in Berlin, einige Lehrfilme herzustellen. Es sind Kurzfilme, die ohne großen Zeitverlust in der Vorlesung gezeigt werden können und nur eng umgrenzte Vorgänge behandeln. Die Filme enthalten wenig Zwischentitel, da das zu Zeigende im allgemeinen ausführlich vorher besprochen ist und der Dozent beim Filmablauf die noch notwendigen Erklärungen geben soll. In der zur Verfügung stehenden Zeit ist es durch den Film möglich, den Hörern mehr zu bringen, da das Laufbild Bewegungsvorgänge viel anschaulicher zeigen kann, als es vielleicht durch lange Erklärungen, Zeichenarbeit und Stehbilder möglich ist. Der Film darf keineswegs irgendwelche Versuche ersetzen, sondern soll den Bergstudenten zur Vorbereitung für die eigene experimentelle Arbeit dienen. Er kann ferner die experimentellen Möglichkeiten anderer Hochschulinstitute zeigen und bringt dadurch eine willkommene Ergänzung zur eigenen Arbeitsmethodik.

Wir stehen erst am Anfang filmischer Arbeit, trotzdem halte ich den Einsatz des Filmes für Forschungs- und Lehrzwecke für wichtig genug, um auf dieses Hilfsmittel hinzuweisen. Anlässlich des Leobener Bergmannstages sollen erstmalig vor einem größeren Kreis von Fachleuten einige Lehrfilme gezeigt werden, und zwar aus dem Gebiet der Zerkleinerungstechnik:

1. Symons-Kegelbrecher.
2. Die Bewegung der Mahlkörper in Kugelmühlen.

Aus dem Gebiet der stofflichen Trennungen:

3. Der Setzvorgang.
4. Probesetzen von Steinkohle.
5. Druckluftflotation.
6. Rührwerksflotation.
7. Ausschäumen von Erzen im Unterluftapparat.

Der Film (Schmalfilm), der in der Zerkleinerungs-Versuchsanstalt des Fried. Krupp Grusonwerkes, Magdeburg, hergestellt wurde, zeigt die Bewegung der Mahlkörper bei vier Geschwindigkeitsstufen. Die Mühle (Durchmesser 1 m, Länge 1 m, Kugelfüllung:  $\frac{4}{10}$  des Inhalts) wurde zur Filmaufnahme an der Stirnseite durch ein weitmaschiges Drahtgitter abgeschlossen. Jede Geschwindigkeitsstufe ist zuerst mit Normalgeschwindigkeit und mit Zeitlupe (Abb. 1) gefilmt. Der Inhalt des Films ist aus nachstehender Zahlentafel 1 ersichtlich.

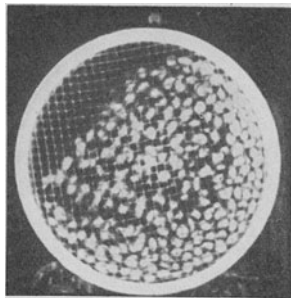


Abb. 1. Bewegung der Mahlkörper in Kugelmühlen

Zur Beurteilung der zweckmäßigen Aufbereitung einer Rohkohle geben Waschkurven, die die Abhängigkeit des Ausbringens vom Aschengehalt in jedem beliebigen Punkt anzeigen, geeignete Unterlagen. Zur Aufstellung dieser Kurven werden im Bereich des Feinkorns Schwimm- und Sinkanalysen durchgeführt. Bei größerem Korn können die experimentellen Unterlagen zur Aufstellung von Waschkurven zweckmäßig durch

Zahlentafel 1

Geschwindigkeitsstufe	Umdr./Min.	Umfangsgeschw. m/sec.	Bewegung der Mahlkörper
1	24	1,26	geringe Geschwindigkeit: rollende Bewegung der Mahlkörper
2	33	1,73	die Bewegungsbahn der Mahlkörper im freien Fall ist noch flach
3	40	2,09	günstigste Geschwindigkeit: die Mahlkörper werden hoch angehoben und können beim Fall gute Zerkleinerungsarbeit leisten (s. Abb. 1)
4	48	2,51	zu große Geschwindigkeit: die Fliehkraft hält die Kugeln an dem Umfang der Trommel fest. Eine Zerkleinerung findet nicht mehr statt

eine Versuchssetzmaschine — U-Setzmaschine genannt — erhalten werden, die etwa vor zehn Jahren im Aufbereitungslaboratorium der T. H. Breslau entwickelt wurde (s. auch „Kohle und Erz“ 1928, Sp. 425, „Glückauf“ 1931, S. 1399 und 1423). Beim Probesetzen einer Rohkohle tritt bei geeignetem Hub eine vollkommene Schichtung des Gutes nach dem spezifischen Gewicht ein (Abb. 2). Dieser Setz- und Schichtungsvorgang erfolgt in einem Glaszylinder und ist gut zu beobachten. Der Film zeigt die Bewegungsvorgänge des Setzgutes beim Probesetzen bei verschiedenem Hub. Aus filmischen Gründen wurde ein Gemisch von

Reinkohle.....	$\rho = 1,37$
Ziegel.....	$\rho = 2,13$
Quarzchiefer.....	$\rho = 2,53$



Abb. 2. Probesetzen von Steinkohle

als Setzgut aufgegeben.

Der Film über Druckluft-Flotation zeigt den apparativen Aufbau für die Durchführung von Kleinversuchen (Abb. 3). Als Druckluftapparat wird ein senkrecht gestelltes Glasrohr benutzt. Die feine gleichmäßige Verteilung der Luft in Wasser wird durch poröse Mittel, z. B. durchlochtes Gummi oder Filterstein geeigneter Porenweiten erreicht, die durch die am Glasrohr angebrachte Verschraubung fest eingespannt werden. Ein Kleinkompressor erzeugt die erforderliche Druckluft. Um während des Versuchsablaufs die Luftmenge in sehr engen Grenzen regeln zu können,

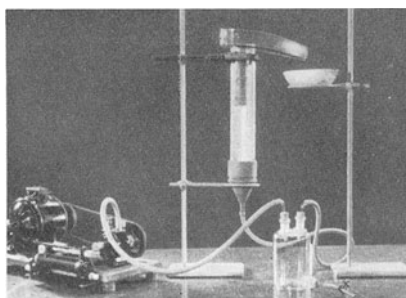


Abb. 3

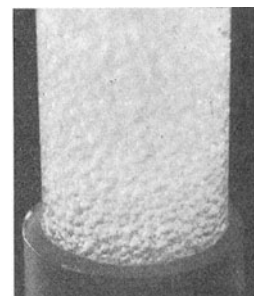


Abb. 4

Abb. 3 und 4. Druckluft-Flotation

ist die Einstellung eines Ausgleichsbehälters (Woulffsche Dreitubenflasche) zwischen Druckluftapparat und Kompressor zweckmäßig. In der Großaufnahme (Abb. 4) werden die bei Benutzung eines feindurchlochtes Gummibodens aufsteigenden Gasblasen deutlich sichtbar. Abschließend wird ein Gemisch von Bleiglanz und Quarz mit Steinkohlenteeröl flotiert.

Um dem Bergstudenten die Möglichkeit zu geben, bei der Rührwerksflotation die Schaumerzeugung, das Einschlagen der Luft durch einen Propellerrührer, die Höhe der Schaumschicht und das allmähliche Verarmen der Trübe beim Ausschäumen der Konzentrate beobachten zu können, wurden bereits vor einigen Jahren im Aufbereitungslaboratorium der T. H. Breslau kleine Flotationszellen aus Zellhorn gebaut. Für die Filmaufnahme wurde eine 250 g-Zelle benutzt, die in Anlehnung an das MS-Standardgerät aus Rührzelle und Spitzkasten besteht. Das Laufbild zeigt das Einschlagen der Luft, die Veränderung der Schaumphase nach Zugabe eines Schäumers, sowie das Flotieren eines Gemisches von Steinkohle und Quarz in den verschiedenen Phasen des Ausschäumens der Reinkohle (Abb. 5) mit einem Gemisch von Braunkohlen- und Buchenholzteeöl.

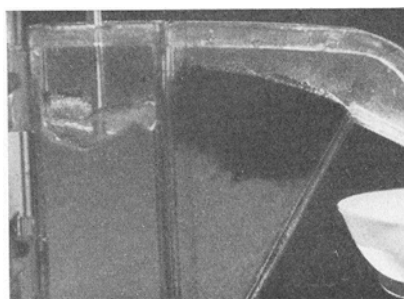


Abb. 5. Rührwerksflotation

In der Erzaufbereitung haben sich in den letzten Jahren besonders die MS-Unterluftapparate bewährt. Die für die Filmaufnahme benutzte Zelle ist ein im hiesigen Aufbereitungslaboratorium entwickelter Unterluftapparat, der besonders deutlich die Kombination der Druckluft- mit der Rührwerksflotation erkennen läßt. Das Laufbild zeigt



Abb. 6

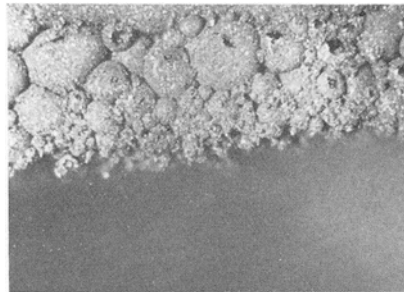


Abb. 7

Abb. 6 und 7. Ausschäumen von Erzen im Unterluftapparat

nun die Schaumerzeugung und die Veränderung des Schaumes nach Zugabe eines Schäumers. Sodann werden einige Erze im Gemisch mit Quarz, und zwar Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies (Abb. 6) mit Natriumamylxanthat und Pine-Oil im Unterluftapparat flotiert. Zur Kennzeichnung der verschiedenen Erzschaume wäre der Farbenfilm geeignet, jedoch ist er zur Zeit noch nicht kopierfähig. Ein Bildeinschnitt (Abb. 7) bei der Kupferkiesflotation (Mikroaufnahme) zeigt sehr anschaulich die traubenförmigen, mit Erz beladenen Luftblasen.

## Technische und wirtschaftliche Gegenüberstellung einiger Typen von Flotationsmaschinen

Von Ing. F. Kienzle, Laurium, Griechenland

Eine der umstrittensten Fragen auf dem Gebiete der Schwimmaufbereitung ist nach wie vor die Beurteilung der einzelnen Typen von Flotationsmaschinen bezüglich ihrer Anwendungsmöglichkeit und der Höhe ihrer laufenden Betriebskosten. Zur Lösung dieser Aufgabe wäre es erforderlich, für eine Reihe verschiedener Erze die in Betracht kommenden Maschinen parallel zu schalten und sie auf ihre Eigenschaften als Vor-, Nach- und Reichschäumer zu untersuchen. Aber selbst dann erscheint es ausgeschlossen, zu einer absoluten Ziffer zu gelangen, die diese oder jene Maschine als beste kennzeichnet, da eine Reihe von Faktoren, wie die jeweiligen Metallkurse, Transportverhältnisse der Konzentrate, Wasserwirtschaft und noch viele andere eine Rolle spielen, die bei der rein technischen Beurteilung von Flotationsmaschinen nicht einbezogen werden können.

Wenngleich die Entwicklung der letzten Jahre eine Reihe von Maschinentypen zum Aussterben gebracht hat und der Erbauer einer Neuanlage zwischen Denverzellen, M. S.-Unterluft, M. S.-Gegenstrom und Faggergreen als Maschinen mit mechanischem Rührwerk und den pneumatischen Forrester und Ekofzellen zu wählen hat, so findet man in manchen Anlagen, die nach beendeter Krise der letzten Jahre wieder in Betrieb genommen worden sind, einige ältere Maschinentypen, welche bei einer vergleichenden Untersuchung zu berücksichtigen sind, da ihr Ersatz durch modernere Maschinen in vielen Fällen zu erwägen ist.

Der Umstand, daß in fast allen Betrieben meiner Firma die Gesteungskosten jeder einzelnen Maschine bezüglich Kraftbedarf, Erhaltungskosten, Verbrauch an Verschleißstücken, Schmiermittel usw. getrennt berechnet werden, hat eine vergleichende Unter-

suchung wesentlich erleichtert, und wenngleich die Beobachtungen in verschiedenen Ländern mit ganz verschiedenen Arbeits- und Preisverhältnissen durchgeführt worden sind, so konnte mit Rücksicht darauf, daß sowohl sulfidische als auch oxydische Erze zur Untersuchung herangezogen worden sind, ein brauchbares Gesamtbild erhalten werden, sowohl was die Anwendungsmöglichkeit der einzelnen Typen betrifft als auch ihre laufenden Gesteungskosten.

Der eigentliche Zweck der Untersuchung war, eine Maschinentype zu finden, die den metallurgischen Anforderungen ganz verschiedener Erze genügt, die nach Erschöpfung einer Grube ohne wesentliche Reparaturkosten anderwärts aufgestellt werden konnte und deren laufende Betriebskosten die der in unseren Betrieben bereits vorhandenen Maschinen unterbieten sollte.

Auf Grund der äußerst günstigen Erfahrungen, die wir mit Denverzellen für schwer flotierbare karbonatische Bleierze gemacht hatten, wurden dieselben auch auf anderen Anlagen eingebaut, was erlaubte, mit bereits vorhandenen M. S. s. a. den sog. Hebbardzellen, ferner mit M. S. p. f. und Forrestermaschinen Vergleiche anzustellen.

Es liefert wohl jede neuzeitliche Flotationsmaschine, was Ausbringen und Höhe der Konzentrate anbelangt, günstige Ergebnisse, und ich kann die häufig vertretene Meinung nicht teilen, daß pneumatische Maschinen bessere Konzentrate ergeben, wogegen mit Maschinen mit mechanischem Rührwerk ein besseres Ausbringen erzielbar wäre, doch gibt es eine Reihe von Fällen, die die Anwendung mancher Typen als weniger geeignet erscheinen läßt, wobei der Vermahlungsgrad des Erzes vielleicht die wesentlichste Rolle spielt.

Während Maschinen mit mechanischem Rührwerk gegenüber grober Vermahlung des Erzes meist unempfindlich sind, findet bei pneumatischen Zellen nur zu leicht ein Absetzen grober Sande statt, besonders wenn die zuerst aufzuschwimmenden Komponenten von hohem spezifischen Gewicht und geringer Härte sind, wie dies bei der Flotation stark pyritischer PbZn-Erze manchmal der Fall ist. Nach Aufschwimmen des feiner vermahlenden Bleiglanzes und der Blende findet in den der Pyritflotation dienenden Zellen eine Verminderung des Anteiles an feinsten Kornklassen statt, so daß die Trübe ihre Eigenschaft als Flüssigkeit von scheinbar höherer Dichte einbüßt, so daß besonders in den Nachschäumerzellen des Pyritkreislaufes nur zu leicht ein Absetzen grober Kornklassen eintritt. So konnte in einer großen europäischen Schwimmaufbereitung, in welcher Bleiglanz und Zinkblende in Denverzellen flотиert wird, während ursprünglich für die Pyritflotation Forrestermaschinen zur Verfügung standen, diesem Übelstand nur durch Ersatz der letztgenannten Maschine mit Denverzellen energisch beige-steuert werden. In diesem Fall handelte es sich allerdings um äußerst grobe Vermahlung des Erzes, und in den Pyritkonzentraten betrug der Anteil an Korn von über 80 Maschen ungefähr 25 bis 30%.

Es sei jedoch erwähnt, daß nicht bei allen Arten von Flotationsmaschinen die Gefahr des Absetzens grober Sande in gleichem Maße auftritt und daß ich bei Maschinen mit direkt durchlaufendem Trübestrom diese Eigenschaft weniger feststellen konnte als bei solchen mit unterteiltem Zellenbau. In einer Grube in Griechenland stehen als Nachschäumer sowohl für den Blei- als auch für den Blendekreislauf sog. Shleretmaschinen in Verwendung, das sind durchlaufende Forresterzellen, die jedoch in ihrer Profilierung etwas von den Southwestern abweichen und in ihrer Konstruktion noch einfacher sind und bei denen ich ein Absetzen grober Kornklassen niemals beobachten konnte. Als Vorschäumer angewendet ist jedoch der Baulänge dieser Maschinen die größte Beachtung zu schenken, da bei übergroßer Bemessung der Unterschied in der Höhe der Schaumsäule von Ein- und Austragseite sich störend auswirkt. Für Fälle, in denen sich ein zweimaliges Nachschäumen der Konzentrate für das Ausbringen ungünstig auswirkt, wie dies bei sulfidierender Behandlung mancher oxydischer Erze vorkommt, ist es vorteilhafter, Vorschäumermaschinen kürzerer Baulänge oder direkt solche mit unterteiltem Zellenbau,

wie z. B. die Ekofzelle, anzuwenden, da diese Maschinen direkt hochangereicherte Konzentrate liefern, für die ein einmaliges Nachschäumen genügt.

Aber nicht nur pneumatische Maschinen sind für den Vermahlungsgrad des Erzes empfindlich, sondern auch gewisse Arten von Maschinen mit mechanischem Rührwerk, wie z. B. die ältere Bauart der M. S., die sog. Hebbardmaschine, der man in älteren Betrieben noch manchmal begegnet. Bedingt durch die Bauart der Maschine, durchläuft die Trübe dieselbe in waagrechter und nicht in zum Teil aufsteigender Richtung, wie dies bei Denverzellen und M. S. p. f. der Fall ist. Ich konnte in einer mit Hebbardzellen ausgestatteten Anlage, in welcher der Anteil des Haufwerkes an Pyrit etwa 13% betrug, feststellen, daß in der Rührzone, also im Teil, der unterhalb der Verbindungsschlitz liegt, eine Anreicherung von Pyrit auf etwa 40% stattfand, woraus zu schließen ist, daß die Maschine von der Trübe in horizontaler Richtung durchlaufen wird, ohne daß deren Hauptmenge in genügendem Maß mit den Propellern in Berührung kommt. In parallel geschalteten Denverzellen, die unter ganz gleichen Bedingungen arbeiteten, konnte diese Erscheinung nicht beobachtet werden, und es ist letztere von allen mir bekannten Maschinen jene, die gegenüber grober Vermahlung am unempfindlichsten ist. Ich habe versuchsweise Denverzellen mit einer Trübe von 70% Feststoffen beschickt, mit einer Korngröße bis zu 3 mm, ohne daß ein Versanden der Zellen oder auch nur eine Anreicherung von grobem Korn in denselben festgestellt werden konnte. Der beste Beweis für ihre Unempfindlichkeit mag wohl ihre Unempfindlichkeit beim Einschalten im Mühlen-Klassiererkreislauf als sog. Unit-cell sein, in welcher Eigenschaft sie das Ausbringen von 70 bis 80% des Gesamtmetallinhaltes gewährleistet.

Die Minerals Separation hat in letzter Zeit eine neue Flotationsmaschine herausgebracht, welche in ihrer Trübeführung von der P. F. abweicht und in etwas abgeänderter Form sich der alten M. S. Type anpaßt. Diese Maschine setzt sich aus einzelnen Zellen zusammen, die untereinander mittels eines in der Seitenwandung angebrachten Schlitzes in direkter Verbindung stehen, so daß der Vorteil eines zellenweisen Einstellens des Niveaus mit Hilfe von Staubrettchen, wie dies bei der P. F. der Fall ist, allerdings verlorengeht und durch Regulierung der unterhalb des Propellers zugeführten Druckluft erfolgt. Das Ansaugen der Trübe aus der vorhergehenden Zelle erfolgt durch einen kurzen geradlinigen Kanal, welcher unterhalb der Bodenplatten angebracht ist, eine Maßnahme, die sich gegenüber der P. F. nur vorteilhaft auswirken kann und sich in ihrer Einfachheit den Grundzügen der Denverzellen anschließt. Diese Maschine soll in mechanischer Hinsicht als auch bezüglich ihrer laufenden Betriebskosten günstigere Ergebnisse liefern als die P. F. und den Denverzellen gleichwertig sein. Sie weist entschieden gegenüber den P. F. manchen Vorteil auf, vor allem im System der Luftzuführung, das ein Verstopfen der Düsen ausschließt. In ihrer Eigenschaft als Nachschäumer vermag diese Zelle vielleicht bessere Ergebnisse zu liefern als die Denver, da die Luftmenge in jeder beliebigen Weise erhöht werden kann und von der Saugwirkung der Propeller unabhängig ist.

Ein weiterer Faktor, der bei der Wahl von Flotationsmaschinen zu berücksichtigen ist, wäre die Art der angewandten Reagenzien, und wenngleich hier der Unterschied in der Arbeitsweise der einzelnen Typen nicht so sehr zutage tritt wie bei grobem Vermahlungsgrad der Erze, so gibt es doch Einzelfälle, in welchen dieser oder jener Maschine der Vorzug zu geben ist. In den meisten Betrieben wird die Hauptmenge der Reagenzien in einem den Vorschäumerzellen vorgeschalteten Rührtank oder den Trübepumpen zugesetzt, doch hat es sich zur direkten Erzielung hochangereicherter Konzentrate für manche Erze als vorteilhaft erwiesen, die Hauptmenge der Sammler zwischen Vor- und Nachschäumerzellen aufzugeben, da auf diese Art ein kleiner ungewollter Überschuß durch frische Trübe adsorbiert wird, eine Maßnahme, die sich besonders bei der selektiven Flotation der Zinkblende als vorteilhaft erwiesen hat. Bei Verwendung von Xanthaten oder anderer leichtlöslicher Reagenzien wird mit Rücksicht auf die rasche Adsorption die Wahl der angewandten Maschinen ziemlich bedeutungslos sein und der

direkte Zusatz der Sammler in die Flotationszelle die Bildung des Schaumes nicht störend beeinflussen.

Ganz andere Verhältnisse wird man jedoch bei der Flotation mancher karbonatischer Bleierze vorfinden, und hier kann die Wahl der angewandten Maschinen von ausschlaggebender Bedeutung sein, ganz besonders dann, wenn der Anteil der Gangart an feinstverteilten Eisenoxyden primärer Herkunft ein großer ist.

In einer unserer Gruben, in der karbonatische Bleierze im Allflotationsverfahren zur Anreicherung gelangen, wurde das zur Sulfidierung erforderliche Schwefelnatrium und das Wasserglas in einem den Vorschäumerzellen vorgeschalteten, langsam laufenden Rührtank zugesetzt, wobei der Verbrauch an  $\text{Na}_2\text{S}$  zwischen 800 g/t und 8 kg schwankte, abhängig von der Menge des in der Gangart vorhandenen Limonites, doch unabhängig vom Anteil an Cerrusit. Nach Ersatz des langsam laufenden Rührtankes durch einen Turbomischer von hoher Tourenzahl, in welchem die Durchlaufzeit der Trübe nur zwei bis drei Minuten betrug, fiel der Verbrauch an  $\text{Na}_2\text{S}$  plötzlich auf ungefähr 1 kg, unabhängig vom Anteil der Gangart an Limonit.

Vermutlich wurden durch Schleuderwirkung die Cerrusitteilchen von mechanisch anhaftendem Limonit befreit und es konnte ein rasches und sofortiges Sulfidieren und Aufschwimmen des Bleikarbonats stattfinden, ohne daß der Limonit Zeit fand, eine wesentliche Menge von  $\text{Na}_2\text{S}$  zu adsorbieren.

Vor erfolgtem Einbau von Denverzellen war die Anlage zur Gänze mit Hebbardzellen ausgestattet und es wurde das  $\text{Na}_2\text{S}$  zweien, den Schaumzellen vorgeschalteten Rührzellen zugesetzt, doch hatte der Schaum in den ersten Flotationszellen, vermutlich infolge hoher Alkalinität, hervorgerufen durch nichtadsorbiertes  $\text{Na}_2\text{S}$ , seine Tragfähigkeit völlig eingebüßt und es konnten erst in der dritten Zelle Konzentrate erhalten werden. Hingegen war es nach Einbau von Fahrenwaldmaschinen ohne weiteres möglich, in derselben Zelle, in welcher das  $\text{Na}_2\text{S}$  zugesetzt wurde, Konzentrate zu erhalten, da infolge der kräftigen Rührwirkung ein sofortiges Adsorbieren des gesamten  $\text{Na}_2\text{S}$  stattfand und kein Überschuß desselben die Wasserstoffionenkonzentration ungünstig beeinflussen konnte.

Wenn man bedenkt, daß durch diese Maßnahme infolge der ungemein heftigen Rührwirkung der Denverzellen der Verbrauch an  $\text{Na}_2\text{S}$  um mehr als die Hälfte zurückgegangen ist, so kann man, ohne auf die laufenden Gesteungskosten der beiden Maschinen Rücksicht zu nehmen, erkennen, wie weit sich die Wahl der anzuwendenden Maschinentype auf den Verbrauch von Reagenzien und somit auf die Gesteungskosten auswirkt. Ich glaube, daß in diesem speziellen Fall der Einbau von pneumatischen Maschinen gänzlich verfehlt gewesen wäre, zumindest aber das Einschalten mehrerer rasch laufender Rühr tanks zur Folge gehabt hätte.

Die Kürze der Vortragszeit erlaubt ja nicht, auf die Eigenart der einzelnen Maschinentypen näher einzugehen, doch kann man aus den wenigen Einzelfällen erkennen, wie sehr beim Neubau einer Anlage oder Umbau eines veralteten Betriebes die Wahl von Flotationsmaschinen für den Erfolg maßgebend sein kann.

Wenn diese Wahl den metallurgischen Prozeß in manchen Fällen wesentlich beeinflussen kann, so wird nur zu oft übersehen, in welchem Maße sie sich auf die Gesteungskosten auszuwirken vermag und in welcher kurzen Zeit das für den Ersatz veralteter Maschinen aufgewandte Kapital amortisierbar ist. So betrug z. B. in einer zur Gänze mit Hebbardzellen ausgestatteten Anlage für sulfidische PbZn-Erze der für die Flotationsmaschinen plus zugehörigem Gebläse aufgewandte Kraftbedarf 53% des gesamten Energiebedarfs der Anlage. Nach Ankauf von Denverzellen Nr. 18 s. p. wurden dieselben mit den vorhandenen alten M. S. parallelgeschaltet, wobei es sich zeigte, daß zum Erzielen eines gleichen Trennungsgrades nur halb so viele Denver- als Hebbardzellen erforderlich waren. In Groschen ergaben sich pro Tonne durchgestzten Haufwerkes für 40 Hebbardzellen bzw. 20 Denverzellen folgende Werte:

	Hebbard	Denver Nr. 18
Löhne .....	10,28	5,14
Energie .....	86,80	22,70
Reparaturen .....	26,72	7,60
Zellenauskleidung + Turbinen .....	2,32	13,24
Schmiermittel .....	1,28	0,06
	<hr/>	<hr/>
	127,40	48,74

Das Verhältnis der Gesteungskosten Hebbard zu Denver betrug demnach 1 : 2,6 und die Amortisationsdauer für den Ersatz der veralteten Maschinen weniger als ein Jahr, wobei nach Abschreibung des zum Umbau verwandten Kapitals die Gesamtgestehungskosten der Aufbereitung um 20% erniedrigt werden. Erwähnt sei noch, daß je zwei Denverzellen mit einem 5-PS-Motor ausgestattet waren, wobei der Kraftbedarf pro Vorschäumerzelle für eine Trübe von 44% Feststoff 1,83 kW betrug, welche Ziffer sich für Reichschäumerzellen auf 1,35 kW erniedrigte. Bei Denverzellen wird der Kraftbedarf um 12 bis 15% erhöht, wenn der Feststoffgehalt der Trübe von 44 auf 60% zunimmt. Jedoch konnte ich bei verschiedener Korngröße keine meßbare Veränderung im Kraftbedarf feststellen.

In einer anderen Grube, in welcher sulfidische und karbonatische Bleierze im Allflotationsverfahren verarbeitet werden, betrug das Verhältnis der Gesteungskosten von Hebbard zu Denverzellen 1 : 1,63. Wenn hier der Unterschied in den Gesteungskosten ein weniger krasser ist als im ersten Fall, so ist dies auf den Umstand zurückzuführen, daß die Flotationsdauer eine kürzere ist und ganz verschiedene Arbeitsverhältnisse vorliegen; jedenfalls beträgt in zwei ganz verschiedenen Betrieben der durchschnittliche Verhältniswert der Gesteungskosten von Denverzellen und alten M. S.-Apparaten 1 : 2,1, und es kann daher in jeder Anlage, die noch mit letzteren Maschinen ausgestattet ist, bedenkenlos der Einbau modernerer Typen vorgenommen werden.

Analoge Versuche, wie die mit Hebbard- und Denverzellen durchgeführten, gelangten mit M. S. p. f. Denver- und Forrestermaschinen zur Ausführung. Es wurde hier eine sechszellige Gruppe von M. S. p. f. von 800 mm Zellenquerschnitt einer gleichzahligen Gruppe von Denverzellen Nr. 18, also von gleichem Zellenvolumen, gegenübergestellt sowohl für den Bleiglanz- als auch für den Blendekreislauf. Das Nachschäumen beider Kreisläufe erfolgte in mehreren hintereinandergeschalteten Forrestermaschinen. Die im Bleiglanzkreislauf erzielten Ergebnisse sollen mit Rücksicht auf die geringe Hältigkeit des Haufwerkes unberücksichtigt bleiben, da Fehlerquellen in der Musternahme zu Irrschlüssen führen könnten. Nach Durchlauf von 6 Denverzellen ergab sich für den Blendekreislauf ein Ausbringen von 45,4% bei Konzentraten von 45,3% Zn, während in der gleichen Anzahl von M. S.-Zellen ein solches von 33,5% erzielt wurde bei Konzentraten von 45,8% Zn. Bereits nach Durchlauf von 4 Denverzellen ergaben sich Berge von gleichem Gehalt als nach Verarbeitung in 6 M. S.-Zellen. Da die laufenden Betriebskosten beider Maschinen keinen wesentlichen Unterschied aufweisen und somit nur deren Wirkungsgrad zur Beurteilung maßgebend ist, so kann das Wertverhältnis beider Maschinen mit Rücksicht auf bestimmte örtliche Faktoren, auf die einzugehen es hier an Zeit mangelt, mit ungefähr 1 : 1,3 bis 1 : 1,4 angenommen werden.

Bedeutend schwieriger gestaltet sich, was die Gesteungskosten betrifft, ein Vergleich von Denver- und Forresterzellen, zumal letztere in diesem Betrieb ständig als Nachschäumer eingebaut waren und ihre Umstellung als Vorschäumer zum Zweck eines Parallelschaltens mit Denverzellen für den Betrieb störend gewirkt hatte, so daß der Versuch nur auf zwei Tage ausgedehnt werden konnte.

Die Erhaltungskosten dieser Maschine sind äußerst niedrig und beschränken sich auf das zeitweise Auswechseln der Luftzuführungsrohre. Bezüglich des Kraftverbrauches sind sie den Denverzellen ebenbürtig, so daß ein Betrieb mit Forrestermaschinen, wenn man von der Erhaltung der erforderlichen Hilfsmaschinen absieht, vielleicht billiger zu

stehen kommt als eine mit den neuzeitlichsten Agitationsmaschinen ausgestattete Anlage. Man darf aber nicht vergessen, daß bei mehreren hintereinandergeschalteten Forrestermaschinen oder solchen verwandter Bauart das Zwischenschalten von Trübeumpfen erforderlich ist, oder aber eine in einem modernen Betrieb nicht erwünschte kaskadenförmige Anordnung bedingt und daß zum Rückführen der Konzentrate der Nachschäumerzellen Trübeumpfen nicht zu umgehen sind, ein Umstand, der bei vielen Agitationsmaschinen wegfällt. Es ist schon schwierig, in einem einzelnen Betrieb eine Gegenüberstellung der Gesteungskosten von pneumatischen und Agitationsmaschinen vorzunehmen, sicher aber wäre es gänzlich verfehlt, die damit gewonnenen Erfahrungen auf andere Anlagen auszudehnen, da hier eine Reihe von Faktoren mitspielt, so daß eine in einem zweiten Betrieb erfolgte Gegenüberstellung ein geradezu gegenteiliges Bild ergeben konnte.

Die durchgeführten Untersuchungen haben die Denverzelle als weitaus wirtschaftlichste aller Agitationsmaschinen erkennen lassen, doch hat ihre Gegenüberstellung mit pneumatischen Maschinen keine allgemein gültige Schlußfolgerung erlaubt.

Wenn ich mich dennoch entschieden für die Denverzelle einsetze, so begründe ich dies mit ihrer unbegrenzten Anwendungsmöglichkeit, die jede beliebige Schwierigkeit, der man im Betrieb mit anderen Maschinenarten begegnen könnte, ausschließt. Es ist überflüssig, alle ihre Vorteile zu erwähnen, da dieselben in den verschiedenen Werbeschriften des Erbauers hervorgehoben werden, aber auf Grund meiner Erfahrungen kann ich die darin angegebenen Vorzüge nur unterstreichen.

Als Vor- und Nachschäumer sind sie einzigartig, doch habe ich beobachtet, daß die durch die Propeller angesaugte Luftmenge nicht ganz genügend ist, falls die Zelle als Nachschäumer verwendet wird. Versuche, Druckluft durch das zentrale Luftzuführungsrohr einzuführen, haben den Eindruck gegeben, daß in demselben Maß, als künstlich Luft zugeführt wird, die mittels des Propellers angesaugte Menge abnimmt.

Gegenwärtig wird von einer deutschen Aufbereitungsfirma eine den Denverzellen ähnliche Maschine gebaut, in welcher die Luftzuführung mittels einer eigenen Turbine geregelt wird, so daß dieselbe unabhängig von der mit dem Trübestrom angesaugten Menge erfolgt, wodurch diese Frage vielleicht ihre endgültige Lösung gefunden hat.

## **Neuere Erfahrungen beim Trocknen von Kohlen nach dem Verfahren Professor Fleißner**

Von Ing. Dr. Hermann Klein, Donawitz

Das Fleißnersche Kohlentrocknungsverfahren war auf Grund von Laboratoriumsversuchen und halb betriebsmäßigen Versuchen nach mehrjähriger Durchführung im Großbetrieb wissenschaftlich und technisch so vollkommen durchgebildet, daß sich die Erfahrungen der späteren Jahre, die sich teils aus den zahlreichen Trocknungsversuchen mit Braunkohlen der verschiedensten Herkunft, teils bei der Inbetriebsetzung zweier Trocknungsanlagen im Ausland ergaben, zum größten Teil aus Kleinerfahrungen zusammensetzen, die in der Folge zu Verbesserungen betrieblicher Art oder in der Konstruktion der Anlage ausgewertet werden konnten. Immerhin haben sich dabei noch verschiedene Beobachtungen ergeben, die noch tiefere Einblicke in das Wesen dieses wissenschaftlich, technisch und wirtschaftlich eigenartigen und interessanten Verfahrens ermöglichen haben.

Diese Erfahrungen beziehen sich im wesentlichen auf folgende Punkte:

1. Auf Versuche, die Abtrocknung der Kohlen durch chemische Hilfsmittel zu vervollkommen.
2. Auf den Einfluß der angewandten Dampfspannung auf die Abtrocknung und das Verhalten der verschiedenartigen Kohlen bei der Druckerhitzung.



3. Auf Beobachtungen über Drucksteigerungen in den Dämpfern während der Dämpfungsperiode.

4. Auf die Anwendung von Luft und Vakuum zur Nachtrocknung der Kohlen.

5. Auf Schrumpfung und Erweichung der Kohlen als Ursache von Brückenbildungen in den Dämpfern.

6. Auf auftretende Korrosionen.

7. Auf Entsalzung salzhaltiger Kohlen bei der Dampftrocknung.

Soweit diese Erfahrungen bei der Einrichtung neuer Kohlentrocknungsanlagen gemacht worden sind, verdanke ich sie zum größten Teil Herrn Ing. Herbert Klinger, der sie mir in bereitwilliger Weise zur Verfügung gestellt hat.

Da einmal erkannt worden war, daß die Wasserabgabe aus der Kohle bei der Druckerhitzung der Braunkohlen zum Teil auch auf chemische Veränderungen der kolloidalen Kohlenstoffsubstanz zurückgeführt werden muß, die eine Herabsetzung der Wasseraufnahmefähigkeit der Kohle bewirken, war es naheliegend, diese Wirkung durch Anwendung möglicherweise geeignet scheinender chemischer Mittel zu verbessern und damit eine weitergehende wirtschaftliche Entwässerung zu erreichen. So wurden z. B. chemische Verbindungen, die nach Versuchen von Prof. Berl und Immel [Berl u. Immel A.: Über die Verdrängung der Braunkohlenfeuchte durch Öle. Kolloidchemie (Beih.) 24, 181 ff. (1927)] die Wasseraufnahmefähigkeit (Hydrophilie) der kolloidalen Kohlenstoffsubstanz herabsetzen, wie etwa Anilin, verdünnte Säuren und andere Chemikalien anzuwenden versucht. Alle in dieser Richtung gemachten Versuche blieben ohne erkennbaren Erfolg. Meine Ansicht geht dahin, daß derartige chemische Einflüsse wegen der Kolloidstruktur der Kohle nicht zur Wirkung kommen können. Wirksame chemische und kolloidale Veränderungen können in einem Gel nur solche Reaktionen hervorrufen, die sich auf der inneren, kapillaren Oberfläche des Gels abspielen, an der die Bindung des Wassers stattfindet. Hierbei spielt die sichtbare äußere Oberfläche, z. B. der Kohle, fast gar keine Rolle, weil sie gegen die ungeheuer große innere vernachlässigt werden kann. Chemische Reagenzien, von außen auf die Kohle einwirkend, können höchstens nur in geringe Tiefe unter die sichtbare Oberfläche eindringen, während die innere Oberfläche unberührt bleibt. Anders ist die Einwirkung der hohen Temperatur des gespannten Wasserdampfes bei der Druckerhitzung. Diese Wärme wird durch Leitung auf das ganze Kohlenstück übertragen und kann die durch sie erfolgenden chemischen und physikalischen Veränderungen der ganzen inneren Oberfläche mitteilen. Es gibt daher kaum eine Möglichkeit, die Wirkung der hohen Temperatur des gespannten Dampfes wirksam durch ein anderes Mittel zu ersetzen oder wirksam zu verbessern.

Da man weiß, daß beim Fleißner-Verfahren die Abtrocknung der Kohle in der Hauptsache von der angewandten Sattdampf-temperatur abhängig ist und daß vor allem die aus der Kohle flüssig abgegebene Wassermenge, die für die günstige Wärmewirtschaft der Fleißner-Trocknung besonders maßgebend ist, mit steigender Dampf-temperatur stark zunimmt, ist das wirksamste Mittel für eine weitgehende Entwässerung eine möglichst hohe Dampfspannung. Die Grenze für die angewandte Dampfspannung nach oben wird durch den verlangten Abtrocknungsgrad und durch die Anlagekosten gegeben. Dampfspannungen von 20 atü bis höchstens 25 atü, entsprechend Sattdampf-temperaturen von 214° bis 225° C haben sich bisher am günstigsten und in allen Fällen ausreichend erwiesen.

Von größtem und entscheidendem Einfluß auf die erreichbare Wasserabgabe, und zwar auf die Menge des flüssig abgegebenen Wassers, ist die Beschaffenheit der Kohle, also ihre lignitische oder moorige Struktur, ihr geologisches Alter, ihre Härte usw. Der zu erwartende Grad der Abtrocknung läßt sich trotz der reichen Erfahrung bei Trocknungsversuchen mit den verschiedenartigsten Kohlen nur mit großer Unsicherheit voraussagen. Im allgemeinen zeigen bei Kohlen gleichen Anfangswassergehalts lignitische Kohlen eine geringere Abtrocknung als entsprechende moorige Kohlen; entscheidend kann jedoch stets nur der Versuch sein. Sehr junge Kohle, wie z. B. jene der Dordogne in Frankreich, mit

etwa 60% Wasser, die fast noch Torfcharakter hat, läßt sich zwar auch nach Fleißner trocknen, man erhält jedoch bei Anwendung von 20 atü Dampfspannung nach der Trocknung in der Anlage nur eine Restfeuchtigkeit von 28 bis 30%. Werden derartig getrocknete Kohlen jedoch nur 24 bis 48 Stunden ohne Beeinflussung an der Luft gelagert, verlieren sie weiter so erhebliche Mengen Wasser, daß die Restfeuchtigkeit auf 12 bis 14% zurückgehen kann. Betriebstechnisch sind für die Nachrocknung solcher Kohlen große Bunker erforderlich. Ich möchte diese Erscheinung damit erklären, daß einerseits diese weichen Kohlen beim Trocknen sehr porös werden und daß durch die Dampfdruckerhitzung die Benetzbarkeit, Wasserhaftfähigkeit (Hydrophilie) der Kohle so weit herabgesetzt wird, daß das nur locker in großen Kapillaren gebundene Wasser sehr leicht verdunsten kann. Dies entspricht vorzüglich den Beobachtungen Dr. Skutls, der bei Versuchen über die Dampfspannung ungetrockneter und getrockneter Kohlen ermittelt hat, daß die Dampfspannung der durch Druckerhitzung getrockneter Kohlen stets höher ist, als ihrem Wassergehalt entsprechend zu erwarten ist. Bei Kohlen genannter Struktur wirkt sich dieser Umstand besonders stark aus. Es wurde auch die unter Wärmeentwicklung verlaufende Oxydation der Kohle nach dem Trocknen als Erklärung herangezogen. Ein solcher Einfluß wird die Verdunstung wahrscheinlich unterstützen, ist sicher aber erst in zweiter Linie maßgebend.

Bei Versuchen auf der Kohlentrocknungsanlage in Ponholz (Bayern), die normal mit 25 atü Dampfspannung betrieben wird, wurde von Ing. Klinger die Erscheinung beobachtet, daß in den Dämpfern stets eine Drucksteigerung von 1 bis  $1\frac{1}{4}$  at auftritt, wenn nach Erreichung des vollen Dampfdruckes die Dampfzufuhr abgestellt und das System sich selbst überlassen wurde, während durch die gleichzeitigen unvermeidlichen Wärmeverluste bei Sattdampfbetrieb ein Druckabfall zu erwarten wäre, der nach etwa 20 Minuten dann auch wirklich eintritt. Diese Druckerhöhung entspricht einer Temperaturerhöhung von 2° C oder bei Ponholzer Verhältnissen einer Wärmezufuhr von 35.000 WE je Dämpferfüllung, ungerechnet der in dieser Zeit eintretenden Wärmeverluste. Diese Drucksteigerung deutet auf eine exotherme Reaktion hin, die nach erfolgter Erwärmung in der Kohle vor sich geht. Es wurde zuerst vermutet, daß es sich um eine Oxydation durch den im Dämpfer zurückbleibenden Luftsauerstoff handelt. Diese Annahme konnte durch Laboratoriumsversuche mit reinem Sauerstoff, die negativ verliefen, nicht nachgewiesen werden. Es kann sich also noch um eine exotherm verlaufende Inkohlungsreaktion handeln, die durch die Druckerhitzung eingeleitet wird. Eine befriedigende Erklärung der beobachteten Drucksteigerung konnte bisher nicht gefunden werden.

Die Anwendung von Luft oder Vakuum zur Nachrocknung der Kohle wird durch folgende Erfahrungen bestimmt: Die ersten großen Trocknungsanlagen nach dem Fleißner-Verfahren waren für Nachrocknung der Kohle und Kühlung mit Luft eingerichtet. Es zeigte sich merkwürdigerweise, daß die Verwendung von warmer Luft zur Nachrocknung für den erreichten Endwassergehalt im Vergleich mit kalter Luft gar keinen praktischen Vorteil bietet, daß jedoch die Kühlung mit kalter Luft besser ist, weil sie die Gefahr einer späteren Selbstentzündung der Kohle herabsetzt. Bei Anwendung von Dampfspannungen von 20 atü und darüber, kam es bei gewissen Kohlen gelegentlich bei der Nachrocknung mit Luft zur Entzündung der Kohlen. Diese trat meist an der Dämpferwand ein, weil sich die Eisenmasse des übrigens wärmeisolierten Dämpferbleches bei der Druckentlastung viel langsamer abkühlt als die Kohle selbst. Mit ihr in Berührung befindliche Kohlenteilchen, hauptsächlich Staub, sind beim Zutritt von Luft in den Dämpfer noch über den Entzündungspunkt der Kohle erhitzt und kommen zur Entzündung. Die bei Anwendung höherer Dampfspannung jetzt ausnahmslos verwendete Nachrocknung und Kühlung der Kohle durch Vakuum hat die Gefahr der Entzündung der Kohle in den Dämpfern gänzlich beseitigt.

Ausgedehnte Erfahrungen liegen bezüglich der bei der Trocknung auftretenden Brückenbildung in den Dämpfern vor. Bei manchen Kohlen, besonders bei sehr wasser-

haltigen jungen Kohlen bilden sich während der Trocknung in den Dämpfern so feste Kohlenbrücken, daß die Entleerung der Kohle nur mit großer Mühe und Betriebsstörungen möglich war. Diese Brückenbildung geht auf zwei Formveränderungsvorgänge zurück, denen die Kohle bei der Dampftrocknung unterworfen ist: nämlich auf die Schrumpfung und auf eine plastische Veränderung. Jede wasserhaltige Kohle ist als wasserhaltige kolloidale Substanz, als Gel, bei der Wasserabgabe einer Schrumpfung unterworfen, deren Größe vom Wassergehalt der Kohle, ferner von ihrer Struktur und noch anderen Faktoren (äußerer Druck, Entwässerungsgeschwindigkeit u. a.) abhängig ist. Moorige Kohlen schwinden meist stärker und gleichmäßiger als lignitische Kohlen mit ausgesprochener Holzstruktur, bei denen die Schrumpfung quer zur Faserrichtung stets größer ist als in der Längsrichtung. Manche sehr wasserhaltige Kohlen schwinden bei der Trocknung so außerordentlich stark, daß sich das Volumen der Kohlenschüttung in den Dämpfern um  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{4}$  vermindert. Die Schrumpfung der Kohle vollzieht sich nach den für die Entwässerung von nichtelastischen, irreversiblen Gelen bekannten Gesetzen, was durch die Aufnahme von Dampfdruckisothermen für wasserhaltige Kohle bewiesen wurde. Damit wurde auch ein direkter Beweis für die Kolloidnatur der Kohle erbracht. Hierbei geht die Schrumpfung nur bis zu einem bestimmten Wassergehalt vor sich (dem Erstarrungspunkt), bei dem das Gel unelastisch wird und erstarrt. Bei der Trocknung von wasserhaltigen Braunkohlen mit gespanntem Dampf findet auch eine mehr oder minder starke Erweichung der Kohlenstücke statt, in welchem Zustand plastische Verformungen möglich sind. So zeigten besondere Versuche, bei denen auf Kohlenstücke während der Druck-erhitzung mit einem belasteten Stempel ein bestimmter Druck ausgeübt wurde, dem Gewicht entsprechende tiefe Eindrücke. Ich bin in der Lage, Ihnen so behandelte Stücke zu zeigen, auf die bei einer Trocknung mit 20 atü Dampfspannung ein Druck von zirka 20 kg je Quardatzentimeter ausgeübt wurde. Auf der einen Seite sehen Sie den Eindruck des Stempels, auf der anderen den Abdruck einer Münze. Mit der Erreichung des Erstarrungspunktes geht die Fähigkeit der Kohle zu erweichen wieder verloren. Die Folge der gleichzeitigen Schwindung und Erweichung ist bei Kohlen, bei denen diese beiden Veränderungen in erheblichem Maß auftreten können, daß die Kohlen unter der eigenen Belastung so dicht zusammengelagert werden können, daß sich eben die früher erwähnten Gewölbe und Brücken bilden. Diese Zusammenlagerung wird dadurch begünstigt, daß die Formveränderung der Kohle nach und nach erfolgt. Das Vorhandensein von viel Staubkohle begünstigt die Brückenbildung. Daher wird meist eine Absiebung der Kohle vor der Trocknung durchgeführt. Durch bewegliche Einbaue in die Dämpfer ist es gelungen, die sich bildenden Brücken vor der Entleerung der Dämpfer zum Einsturz zu bringen und so eine glatte Entleerung zu erreichen. Eine noch bessere und verlässliche Behebung dieser Schwierigkeiten wird durch die Anwendung kipparer Dämpfer erreicht werden, weshalb solche für Neuanlagen vorgesehen sind.

Die Erfahrungen, die bezüglich Korrosionen in der Trocknungsanlage gemacht wurden, sind folgende: Wir müssen hier die durch chemische Einflüsse entstehenden Korrosionen und die durch rein mechanische Einwirkungen bedingten unterscheiden. Die ersteren kommen bei allen Apparate-teilen zur Wirkung, mit denen die entstehenden Wasser in Berührung sind, besonders in den Dämpfern und Kondensatsammelgefäßen; die mechanischen Wirkungen zeigen sich nur in den Rohrleitungen und Absperrorganen. Es wurde zuerst befürchtet, daß die in das Kondensat übergehenden Huminsäuren bei den verhältnismäßig hohen Temperaturen die Eisenteile der Apparatur, besonders Dämpfer und Kondensatsammelgefäße, erheblich angreifen würden. Bei keiner der bisher in Betrieb befindlichen Trocknungsanlagen hat sich ein solcher Angriff an den Dämpferwänden beobachten lassen. Dagegen wurden in Messing oder Bronze ausgeführte Sitze der Absperrorgane ziemlich stark angegriffen und es hat sich erwiesen, daß Ventilsitze, Dichtungsflächen der Schieber am dauerhaftesten aus gewöhnlichem Weicheisen herzustellen sind. Alle diesbezüglichen Sonderkonstruktionen können vermieden werden. Beim Trocknen

von Kohlen mit höherem Schwefelgehalt, wie in Varpalota und Ponholz, konnten bei jahrelangem Betrieb leichte Korrosionen beobachtet werden, die möglicherweise von der Wirkung gebildeter Schwefelsäure herrühren könnten. Die Bildung von Schwefelsäure wäre nicht ausgeschlossen, da die chemischen Bedingungen gegeben wären und die wasserhaltige Kohle eine kräftige katalytische Wirkung ausübt. Da sich bei der Trocknung schwefelreicherer Kohlen bei bis zu achtjährigem Betrieb keine Korrosion von gefährlichem Ausmaß zeigte, ist die Gefahr so geringfügig, daß auch in Zukunft keine unangenehmen Überraschungen bei der Trocknung S-haltiger Kohlen zu erwarten sind. Die Verwendung korrosionsfester molybdänlegierter Stahlbleche könnte übrigens unbedingte Sicherheit verschaffen.

In den Rohrleitungen der Anlagen tritt jedoch ein ständiger Verschleiß ein, der hauptsächlich durch die mechanische Wirkung des Dampfes und der Kondensate und der mitgerissenen Kohlenstaub- und Schlammteilchen verursacht wird; am stärksten zeigt sich dieser Verschleiß in den Leitungen, die das schlammhaltige Kondensat abführen, ferner in den Leitungen, in denen der Dampf von einem in den anderen Dämpfer überströmt. Am stärksten zeigen sich Durchscheuerungen in den Bögen der Rohrleitungen, die daher leicht auswechselbar angeordnet werden müssen. Starke Korrosionen zeigten sich in der Vakuumleitung der Ponholzer Anlage. Ihre Ursache konnte bisher nicht in befriedigender Weise geklärt werden. Da es sich bei Rohrkorrosionen stets nur um kurze, billige Teile handelt, sind diese nur als normale Verschleißteile anzusehen.

Salzabscheidung bei der Trocknung: Es ist bekannt, daß manche Kohlen einen erheblichen Salzgehalt aufweisen. So weisen Kohlen des Merseburger und Staßfurter Gebiets oft Salzgehalte von 2 bis 2,5% auf. Die Salze sind vorwiegend Natriumchlorid. Solche Kohlen lassen sich schwer brikettieren, die Briketts sind nicht genügend wasserbeständig und zeigen unangenehme Eigenschaften im Feuer. Deshalb sind sie schwer absetzbar. Die Trocknung solcher Kohlen nach dem Fleißner-Verfahren ließ eine teilweise Entsalzung solcher Kohlen erwarten. Durchgeführte Trocknungsversuche haben gezeigt, daß beim Trocknen mit 20 atü Dampfspannung etwa 35 bis 45% des in der Kohle enthaltenen Salzes entfernt werden können, indem es mit dem flüssig aus der Kohle austretenden Wasser weggeht. In Prozenten ausgedrückt, hat dann die Trockenkohle einen ungefähr gleichen Salzgehalt wie die Naßkohle. Diese Entsalzung reicht für die praktischen Erfordernisse nicht aus. Durch Waschen solcher Kohlen mit salzsäurehaltigem Wasser gelingt es bei nachheriger Fleißner-Trocknung 75 bis 85% des Salzes aus ihnen zu entfernen. Diese Vorbehandlung verteuert jedoch den Prozeß nicht unerheblich, so daß eine Anwendung nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich gerechtfertigt sein wird.

Es ist im Rahmen dieses kurzen Vortrages natürlich nur möglich, eine Auswahl einiger der in letzter Zeit gemachten Erfahrungen in ihren wesentlichen Zügen zu umreißen. Sie mögen dazu beitragen, den Einblick in das Wesen des in so vieler Hinsicht neuartigen und interessanten Kohlentrocknungsverfahren nach Prof. Fleißner weiter zu vertiefen.

## **Beziehungen zwischen Kohlenmikrogefüge und Reinkohle**

Von Dr. Ing. **F. L. Kühlwein**, Bochum

Mit 18 Textabbildungen

Mit der Fortentwicklung der Kohlenveredelung machen sich in der Kohlenaufbereitung bei besonderen Verwendungszwecken hinsichtlich der Bereitstellung reinerer Kohle erhöhte Anforderungen geltend. Es handelt sich dabei um aschenarmen Koks, um Hydrierkohle, Treibkohle und Elektrodenkohle. Während die Herstellung der beiden ersteren Produkte schon betriebliche Umstellungen in manchen Kohlenaufbereitungen be-

dingt hat, befindet sich die Gewinnung der beiden letzteren Sorten noch im Stadium laboratoriumsmäßiger Prüfung.

Wie jedes Kohlenaufbereitungsproblem neben der technischen Lösung seine rohstoffliche Grundlage hat, so gilt dies für die Reinkohlanderstellung ganz besonders. Je nach der Verwendung solcher Reinkohle sind ganz bestimmte Voraussetzungen in bezug auf Aschengehalt und Aschenzusammensetzung zu erfüllen, etwa:

- 2 bis 3% Asche für Hydrierkohle bei möglichst wenig basischen Aschenbestandteilen,
- 1 „ 2% „ für Treibkohle, wobei der Mineralcharakter der Aschenträger entscheidend ist; wesentl. unter 1% „ für Elektrodenkohle, wobei gewisse Gehalte an Fe und Si zu unterschreiten sind.

Unter Reinkohle wird in aufbereitungstechnischem Sinn in der Regel eine auf ein bestimmtes spezifisches Gewicht bezogene Kohle — frei von den Fehlausträgen bei der Trennungsarbeit — verstanden. Diese Dichte muß dann je nach den Erfordernissen des

Einzelfalls entsprechend niedrig gewählt werden, wobei dann noch die jeweilige Aufschlußfeinheit eine Rolle spielt, um die gewünschten Aschengehalte einzuhalten.

Es ist nun zur Beurteilung der Reinkohlanderstellungsmöglichkeiten wichtig, zu wissen, wie tief man überhaupt im Aschengehalt der Reinkohle auf mechanischem Weg herunterkommen kann. Man wird bei Prüfung dieser Frage auf sehr verschiedene Verhältnisse stoßen, weil eben die Aschensubstanz innerhalb des Kohlengefüges recht unterschiedlich verteilt ist.

Zunächst sind die Mineralbestandteile in der Kohle ihrer Herkunft nach auseinanderzuhalten, so daß sich folgende Einteilung ergibt:

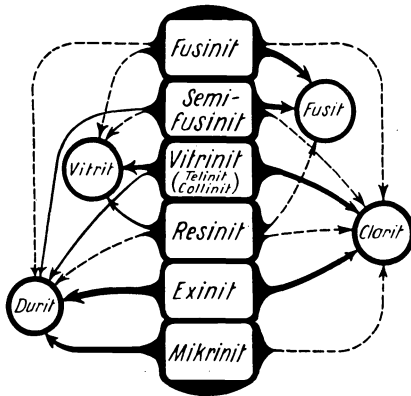


Abb. 1. Streifenarten und Gefügebestandteile  
 ——— Hauptbestandteile der Streifenarten,  
 — häufige Bestandteile der Streifenarten,  
 - - - - - Akzessorische Bestandteile der Streifenarten.

- a) freie Aschensubstanz,
- b) gebundene Aschensubstanz, die sein kann
  - 1. primär,
  - 2. sekundär syngenetisch,
  - 3. „ epigenetisch.

Erstere tritt ziemlich derb verwachsen auf in Form streifiger Einlagerungen oder vertikaler Absonderungen auf Klüften, Sprüngen und Schlechten.

Unter der primär gebundenen Aschensubstanz ist die Pflanzenasche zu verstehen, woraus sich der Mindestaschengehalt der Reinkohle ergibt, mit dem sie jedoch kaum dargestellt werden kann, weil meist noch die beiden anderen gebundenen Aschenformen auftreten. Die sekundär-syngenetische Aschensubstanz ist gleichzeitig bei der Ablagerung der Pflanzenmassen während der Kohlenentstehung eingeschwemmt oder eingeweht worden und befindet sich daher mit der Kohlenstoffsubstanz in einem äußerst innigen Gefügeverband. Bei stärkerer Aschenbeteiligung kann es zu brandschiefrigen Gebilden kommen. Die sekundär epigenetische Aschensubstanz ist nach der Flözbildung durch chemische Umlagerungen oder Materialzufuhr von außen während oder nach der Diagenese zum festen organogenen Kohlegestein in die Kohle geraten.

Da das Auftreten dieser Aschenarten engstens mit der Kohlenentstehung zusammenhängt, ist die Aschenführung einer Kohle kohlenpetrographisch bedingt. Nach dem Schema in Abb. 1 werden bei der Gefügezusammensetzung der Steinkohle die Streifenarten:

- Vitrit — Clarit — Durit — Fusit und die Gefügebestandteile Vitrinit { Collinit
- Semifusinit, { Telinit,
- Fusinit,
- Mikrinit,
- Resinit und
- Exinit unterschieden.

Dabei ist hinsichtlich der Textur eine vitritisch-claritische Kohle von zahlreichen Rissen durchsetzt und von mürber Beschaffenheit im Gegensatz zum dichten Durit, während der Fusit ausgeprägte, wohlerhaltene Holzzellen aufweist. Dementsprechend ist keine gleichförmige Aschenverteilung bei den Gefügebestandteilen zu beobachten. Am reinsten pflegt der Vitrit zu sein, der oft tatsächlich nur primäre Pflanzenasche führt, wenn nicht gelegentlich z. B. Toneinlagerungen sekundär-syngenetischer oder Mineralausscheidungen sekundär-epigenetischer Art den Aschengehalt erhöhen, von denen letztere als Imprägnationen oder Ausfüllung der Risse auftreten können. Der Durit ist in der Regel weniger aschenarm, weil in ihm die sekundär-syngenetische tonig silikatische Asche vorwiegt, während sonstige Mineralsubstanz infolge seines dichten Gefüges wenig eindringen kann. Dagegen bieten die Zellräume des Fusit in weitem Maße Gelegenheit zu mineralischen Ablagerungen aller Art meist sekundär-epigenetischer Natur wie Kalkspat, Eisenspat, Schwefelkies, Tonsubstanz usw., weshalb der Fusit oft als der aschenreichste Gefügebestandteil erscheint. In diesem Sinne kann auch Durit ungünstig beeinflusst werden, wenn sich im Duritverband der ebenfalls zellige Semifusinit stärker beteiligt. Immerhin ist festzustellen, daß jede Kohlenstreifenart durch eine der drei unterschiedlichen Aschenarten vornehmlich gekennzeichnet ist, was sich auch auf die chemische Aschenzusammensetzung auswirkt.

Vitrit enthält mehr die Elemente der Pflanzenasche,

Fusit in erster Linie Kalk und Eisen, dagegen

Durit besonders Tonerde und Kieselsäure.

Mengenmäßig kann daher der Vitrit am ehesten Aschengehalte von unter 1% erreichen, die bei Durit selten unter 2 bis 3% liegen, mitunter aber auch auf 5% und mehr steigen. Im Fusit stellen sich leicht Aschengehalte von über 10% ein. Clarit liegt zwischen Vitrit und Durit, seiner genetischen Stellung entsprechend. Diese Gesetzmäßigkeiten sind von zahlreichen Forschern, unter denen Lessing einer der ersten war, immer wieder beobachtet worden. Das Problem der Reinkohle stellt sich also vornehmlich kohlenpetrographisch dar und läuft in seiner Lösung darauf hinaus, namentlich den Vitrit anzureichern.

Das Auftreten der Aschenträger ist am besten durch Mikroaufnahmen von Anschliffbildern zu veranschaulichen (s. Abb. 2 bis 10).

Das Abtrennen von Vitrit, um zu einer wirklichen Reinkohle zu gelangen, gestaltet sich nun durchaus nicht einfach, weil durch Abschwimmen in einer Schwerelösung von entsprechend niedriger Dichte ein genügender Reinheitsgrad nicht ohne weiteres gewährleistet ist. Mit dem an sich vielleicht sehr aschenarmen Vitrit gerät nämlich leicht Durit in dieselbe Fraktion, der bei hohem Gehalt an pflanzlichen Bitumenkörpern spezifisch leichter wäre, wenn nicht sein höherer Aschengehalt ihn in die betreffende Dichtestufe brächte. Auch kann Fusit, der zwar spezifisch schwerer und aschenreicher ist, wegen seiner splittrig-fasrigen Form in feinsten Verteilung und seiner schwierigen Benetzbarkeit überaus störend wirken.

Die Tatsache der fehlenden Parallele zwischen Aschengehalt und spezifischem Gewicht bei Schwimm- und Sinkkurven ist außer durch den Verwachsungsgrad durch

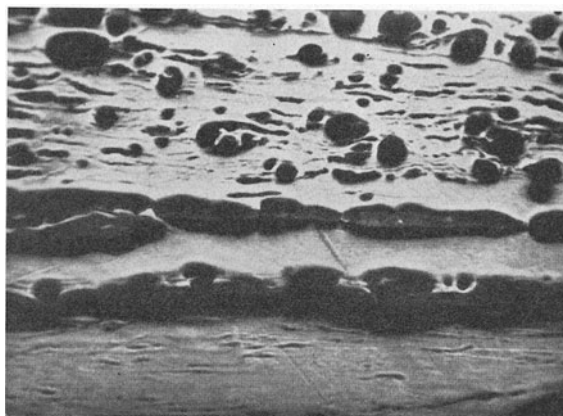


Abb. 2. Quarzkörner auf Kutikulen, Flöz Ida, Bank 2 (Vergr. 165fach, Ölimmersion)



Abb. 3. Schwefelkies und Kalkspateinlagerungen im Vitrit auf Schwundrissen und Schlechten (Vergr. 84fach, trocken)

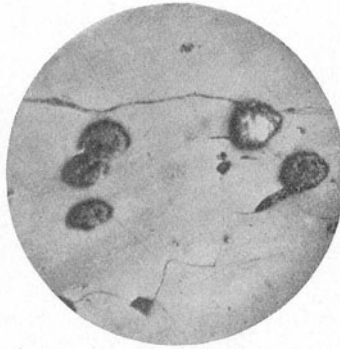


Abb. 4. Fettkohlenvitrit mit Einlagerungen, Flöz Albert (Vergr. 92fach, Ölimmersion)



Abb. 5. Eisenspatkonkretionen, Flöz Röttgersbank (Vergr. 17fach, trocken)

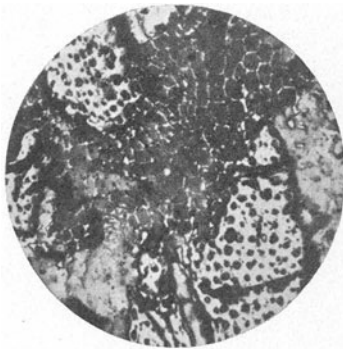


Abb. 6. Eisenkarbonat mit Fusit und Holzresten, halbgekrenzte Nicols (Vergr. 100fach, polarisiertes Licht)

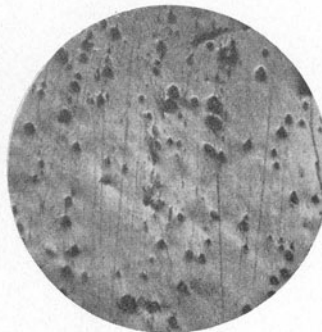


Abb. 7. Schwache Schwefelkies-einsprengungen, Flöz Katharina (Vergr. 67fach, trocken)



Abb. 8. Starke Schwefelkies-einsprengungen, Flöz Katharina (Vergr. 67fach, trocken)



Abb. 9. Pyritimprägnierter Brandschiefer, Flöz Albert (Vergr. 92fach, Ölimmersion)



Abb. 10. Brandschiefer mit mittelstarker Aschenführung, Flöz Mathilde III (Vergr. 92fach, Ölimmersion)

das kohlenpetrographische Gefüge bedingt. Betrachtet man solche Kurven, so findet man in den einzelnen Dichtestufen die verschiedensten Aschengehalte, was sich hierdurch erklärt. So bringt Zahlentafel 1 einige Beispiele für die beiden leichtesten Dichtestufen verschiedener Körnungen aus mehreren Kohlenwäschen. Die Aschengehalte unter 1,3 schwanken zwischen 1 und 2,5% und bewegen sich bereits in der Dichtestufe 1,3/1,4

Zahlentafel 1. Ausbringen und Aschengehalte niedriger Dichtestufen von Körnungen mehrerer Wäschen

Wäsche Körnung in mm		a		b			c		
		80/8	— 8	85/30	30/9	— 9	80/20	20/8	— 8
Aschengehalt in Prozent . . . . .	— 1,3	1,15	2,15	2,3	2,4	2,1	1,95	1,9	1,6
	1,3/1,4	6,1	8,1	2,4	5,7	6,8	5,25	5,8	6,3
Anfallmenge in Prozent . . . . .	— 1,3	59,1	62,6	8,3	37,9	60,2	30,2	42,6	65,6
	1,3/1,4	15,6	7,0	40,3	34,3	19,5	26,4	24,8	20,0

zwischen 2,5 und 8%. Dabei schwanken die Mengenanteile für die einzelnen Körnungen erheblich. Diese Unterschiede treten aber nicht nur beim Vergleich zwischen mehreren Wäschen — also Kohlen verschiedener Herkunft — sondern gemäß Zahlentafel 2 auch innerhalb eines Flözes auf. Die Aschengehalte bewegen sich hier

in der Dichtestufe unter 1,3

zwischen 1,5 und 2,5 bei Flöz X,  
zwischen 2,0 und 3,3 bei Flöz Y,  
zwischen 3,3 und 5,5 bei Flöz Z,

wobei sie mit zunehmender Feinheit abnehmen. Beachtlich ist im Fall des Flözes Z, daß das Feinkorn im Aschengehalt noch höher liegt als Nuß I beim Flöz X, die beim Flöz Z bereits 5,5% Asche aufweist bei minimalem Ausbringen. Diese eigenartige Erscheinung beruht auf der starken Duritführung dieses Flözes bei erheblicher Semifusinitbeteiligung. Die Ausbeuten an aschenarmer Kohle liegen überall beim Feinkorn wesentlich höher.

Vergleicht man nach Zahlentafel 3 die Flözkohlen aller Kohlenarten nach dem weitgehenden Aufschluß unter 1 mm bei 1,3, so erhält man schon außerordentlich niedrige Aschenwerte, die nur in wenigen Flözen dann noch über 1% liegen. In manchen Fällen ist dabei das Ausbringen niedrig, überschreitet jedoch meist 50%.

Aber auch bei gröberer Körnung lassen sich z. B. Magerkohlen noch befriedigend veredeln. So werden nach Zahlentafel 4 aus verschiedenen Sorten bei s 1,35 in der Körnung 5/0,5 mm Ausbeuten erzielt, die bei feinkörnigen Sorten zwar niedriger liegen, wobei man

Zahlentafel 2. Ausbringen und Aschengehalte der Dichtestufe 1,3 von Körnungen gasreicher Flöze

Flöze Körnungen in mm	X		Y		Z	
	Anfall	Asche	Anfall	Asche	Anfall	Asche
	in Prozent					
80/50	39,6	2,5	49,2	3,3	4,1	5,5
50/30	47,0	2,6	53,6	3,3	5,1	5,4
30/20	66,8	2,3	57,3	2,8	10,7	5,2
20/11	65,6	2,2	61,1	2,9	13,0	4,5
11/7	66,2	1,9	72,2	2,5	31,8	4,8
7/3	67,6	2,0	72,7	2,3	53,4	3,3
3/0,5	69,9	1,5	79,1	2,1	69,0	3,3

Zahlentafel 3. Ausbringen und Aschengehalte der Dichtestufe 1,3 von unter 1 mm zerkleinerten Flözproben aller Inkohlungsstufen

		Aus- bringen	Aschen- gehalt
		in Prozent	
Gasflammkohle	Hagen . . . . .	69	1,05
	Bismarck . . . . .	66	0,55
Gaskohle . . . . .	Zollverein 2 . . . . .	55	1,15
	„ 3 . . . . .	26	0,75
Fettkohle . . . . .	Anna . . . . .	84	0,7
	Hugo . . . . .	78	0,8
	Blücher . . . . .	57	0,55
	Sonnenschein . . . . .	37	0,40
	Präsident . . . . .	71	0,9
Magerkohle . . . . .	Mausegatt — 1,4..	82	0,95

Zahlentafel 4. Ausbringen und Aschengehalte der Dichtestufe 1,35 von Magerkohlenarten in der Körnung 5/0,5 mm

		Aus- bringen	Aschen- gehalt
		in Prozent	
Flöz Mausegatt . . . . .	Feinnüsse ..	40	0,96
	Feinkohle ..	45	0,7
	Feinnüsse ..	37	0,76
Flöz Kreftenscheer I . . . . .	Feinkohle ..	13	0,5
	Feinnüsse ..	51	0,7
Flöz Kreftenscheer II . . . . .	Feinkohle ..	28	0,47
	Feinnüsse ..	62	0,7
	Feinkohle ..	45	0,45
	Fettkohle ..	84	0,96



Zahlentafel 5. Gefügezusammensetzung der Roh- und Reinkohle von Magerkohlen

		Aschen- gehalt	Vitrit	Clarit Durit	Fusit	Brand- schiefer
		in Prozent				
Flöz Mausegatt . . . . .	Rohkohle . .	—	72	15	10	3
	Reinkohle . .	0,6	75	22	3	—
Flöz Geitling . . . . .	Rohkohle . .	—	71	16	10	3
	Reinkohle . .	0,55	79	17	4	—
Flöz Kreftenscheer . . . . .	Rohkohle . .	—	62	30	4	4
	Reinkohle . .	0,4	81	17	2	—
	Fettkohle . .	0,65	92	6	1,5	0,5

Zahlentafel 6.

Abschwimmversuche mit verschiedenen Kohlenarten auf gleichen Aschengehalt

		Aus- bringen	Aschen- gehalt
		in Prozent	
Mager- . . . . .	Feinnüsse . .	32	0,8
	Feinkohle . .	49	0,8
Flöz Mausegatt . . . . .	Feinnüsse . .	26	0,8
	Feinkohle . .	30	0,8
Flöz Kreftenscheer I . . . . .	Feinnüsse . .	56	0,8
	Feinkohle . .	50	0,8
Flöz Kreftenscheer II . . . . .	Feinnüsse . .	51	0,8
	Feinkohle . .	72	0,8
Flöz Geitling . . . . .	Feinkohle . .	37	0,8
Flöz Sarnsbank . . . . .	Feinkohle . .	7	0,8
Fettkohle Blücher a . . . . .		38	0,9
„ „ b . . . . .		46	0,7
Fettkohle Hugo a . . . . .		17	0,6
„ „ b . . . . .		26	0,6
Aachener Fettkohle . . . . .		40	0,7

allerdings im Aschengehalt weiter herunterkommt, zum Teil unter 0,5%. Am günstigsten liegt dabei unter den ausgewählten Beispielen Flöz Kreftenscheer II. Bei einer Fettkohle würde mengenmäßig ein gutes, im Aschengehalt ein jedoch weniger befriedigendes Ergebnis erzielt.

Die Beziehungen zwischen Aschengehalt und kohlenpetrographischem Gefüge werden aus der Zahlentafel 5 ersichtlich. Während die Rohkohlen außer hier nicht angegebenen reinen Bergen noch reichlich Brandschiefer und Fusit enthalten, zusammen 8 bis 13%, ist in den Reinkohlen mit 0,4 bis 0,6% Asche der Brandschiefer überhaupt verschwunden und der Fusitanteil auf 2 bis 4% gesunken. Die Vitritgehalte der Reinkohlen liegen zwischen 75 und 92%.

Es wurden nun in einer Reihe von Beispielen die Verhältnisse bei der Körnung 5/0,5 mm unter Abschwimmen auf einen durchschnittlichen Aschengehalt von 0,8% untersucht. Dabei ergaben sich die in Zah-



Abb. 11. Eisenspateneinsprengung in Magerkohlenvitrit (Vergr. 54fach, trocken)

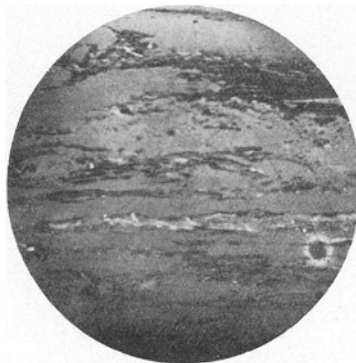


Abb. 12. Tonsubstanzstreifen in Magerkohlenvitrit (Vergr. 162fach, Ölimmersion)

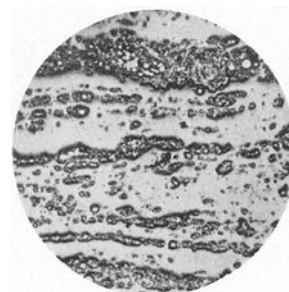


Abb. 13. Starke Pyriteinsprengung im Vitrit, Flöz Sarnsbank (Vergr. 70fach, trocken)

lentafel 6 vermerkten Ausbringen auf diese Körnung bezogen. Die Ausbringenwerte hängen von der Art der Mineralführung ab, ob es sich z. B. wie in Abb. 11 um derbe Eisenspateneinsprengung, wie in Abb. 12 um feinstreifige Einlagerung von Tonsubstanz oder wie in Abb. 13 um innige Pyritimprägnierung handelt.

Aus dem nebenstehenden Kurvenbild lassen sich in Abb. 14 die erreichbaren Aschengehalte entnehmen. Daraus geht die Überlegenheit der Kohle aus Flöz Mausegatt hervor. Bemerkenswert ist der Kurvenverlauf am Anfang, wo sich durch mit aufschwimmenden Fusit zum Teil höhere Aschengehalte einstellen. Die Wirkung der Fusitentziehung zeigt sich an den Beispielen der Flöze Hugo und Blücher in Abb. 15. Das Ausbringen stieg im letzten Fall erheblich von 30 auf 55%.

Für gasreichere Kohlen werden diese Verhältnisse in Abb. 16 dargestellt, wobei die Bismarck-Kohle sehr günstige Ergebnisse zeitigte (90% mit 1% Asche), während Zollverein-Feinkohle erst nach weitgehender Fusitentziehung brauchbare Werte liefert. Bei der Zollverein-Mattkohle zeigt sich die ungünstige Auswirkung ihres hohen sekundärsyngenetischen Aschengehalts. Die zahlenmäßige Ergänzung dieser Kurvenbilder findet sich in Zahlentafel 7, worin auch die kohlenpetrographische Zusammensetzung angegeben ist.

Zahlentafel 7. Analysenergebnisse von Reinkohlen

	Bismarck-Flözkohle	Zollverein-Feinkohle	Zollverein-Mattkohle
	in Prozent		
Aschengehalt ..	1,02	1,12	1,33
S-Gehalt .....	0,55	0,7	0,75
Flüchtige Bestandteile ...	35,2	30,5	24,8
Ausbringen ...	92	66	25
Vitrit .....	50	59	30
Clarit .....	34	21	15
Durit .....	11	11	37
Fusit .....	4,5	8,5	17
Brandschiefer .	0,5	0,5	1

Zusammenfassend ist festzustellen, daß man in zahlreichen Kohlen Aschengehalte von unter 1% erreichen kann, während 0,5% kaum zu unterschreiten sind. Am besten eignen sich für die Reinkohlearstellung die Magerkohlen, um so mehr als die Aschenanreicherung in verkoktem Zustand am geringsten bleibt.

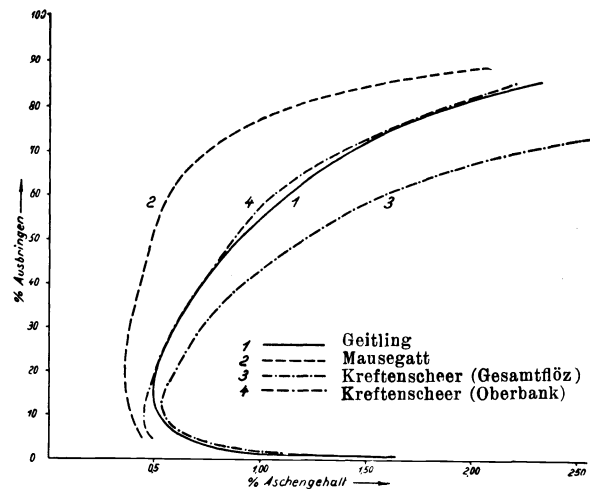


Abb. 14. Waschkurven für Körnung 5—0,5 mm

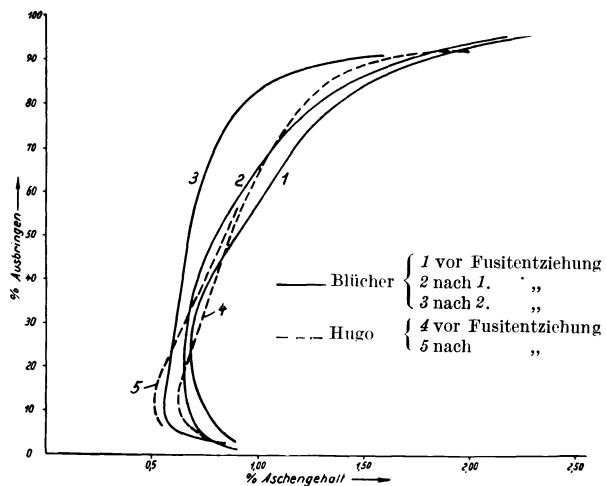


Abb. 15. Waschkurven für Körnung 5—0,5 mm

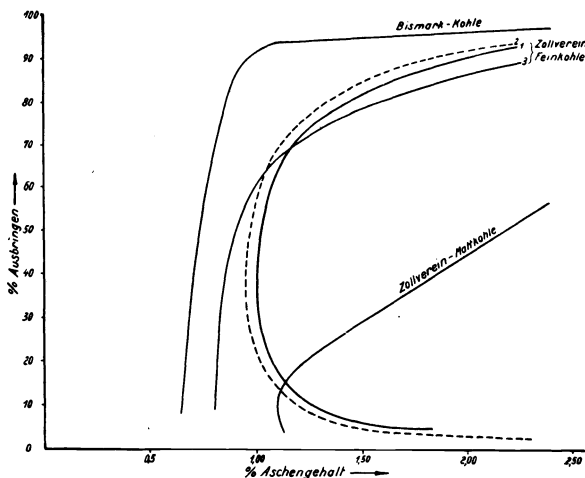


Abb. 16. Waschkurven für Körnung 5—0,5 mm  
1 unbehandelte Zollverein-Feinkohle, 2 nach der ersten Fusitentziehung, 3 nach der zweiten Fusitentziehung

Daß diese gefundenen Aschengehalte auch bei noch so weitgehender Aufschließung nicht mehr herabgesetzt werden können, bezeugten laboratoriumsmäßige Versuche durch Schleudern in Schwerelösungen beim Zerkleinerungsgrad unter 10 000 M/qcm (60 Mikron). Die hierbei ausgeschleuderten Mineralbestandteile lassen sich nach den Abb. 17 und 18 mikroskopisch noch einwandfrei erkennen. Hier handelt es sich in einem



Abb. 17. Reinkohlearstellung, Verunreinigung einer Gaskohle durch Eisenspat (Dichtestufe + 1,35 der Siebstufe — 0,06 mm) (Vergr. 208 fach, trocken)



Abb. 18. Reinkohlearstellung, Verunreinigung einer Fettkohle durch Tonsubstanz (Dichtestufe + 1,6 der Siebstufe — 0,06 mm) (Vergr. 208 fach, trocken)

Fall um Eisenspat, im andern um Tonsubstanz. Die ausgeschleuderten Reinkohlen wiesen auch dabei immer noch 0,4 bis 0,8% Asche auf, so daß hier tatsächlich die im Kohlengefüge gebundene Asche vorliegen muß.

Auf mechanischem Wege ist also noch aschenärmere Reinkohle nicht darstellbar, so daß man dann zu chemischen Verfahren übergehen müßte, die darin bestehen, daß man entweder im Wege der Säurebehandlung die Mineralbestandteile

löst oder aber durch Extraktion die Kohle in Lösung bringt, beides Wege, mit denen man sich bereits ernstlich beschäftigt.

Die chemische Aschenzusammensetzung von Reinkohlen weist nach Zahlentafel 8 in der Regel Eisenoxyd und Kieselsäure als vorwiegende Bestandteile auf.

Zahlentafel 8. Chemische Aschenzusammensetzung von Reinkohlen

Gehalt an	in der Asche			in der Reinkohle		
	Magerkohle	Bismarck-Flözkohle	Zollverein-Feinkohle	Magerkohle	Bismarck-Flözkohle	Zollverein-Feinkohle
	in Prozent					
SiO <sub>2</sub> . . . . .	33,3	28,9	40,0	0,225	0,289	0,540
Fe 2 O <sub>3</sub> . . . .	25,7	26,0	8,35	0,165	0,260	0,117
Al 2 O <sub>3</sub> . . . .	31,2	26,9	44,5	0,201	0,269	0,600
CaO . . . . .	4,4	4,95	2,0	0,025	0,050	0,026
MgO . . . . .	1,9	0,6	—	0,011	0,006	—
Alkali . . . . .	2,1	11,1	1,7	0,014	0,111	0,022
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1,4	0,60	1,75	0,009	0,006	0,023
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	0,32	0,5	—	0,003	0,006
SO <sub>3</sub> . . . . .	—	0,63	1,2	—	0,006	0,016
Asche . . . . .	100	100	100	0,65	1,0	1,35

bezug auf den Fusit an, der auch beim Arbeiten mit Schwerelösungen nach entsprechend feinem Aufschließen durch Sichten oder Vorentsclämmen wirksam entfernt werden muß.

Aus gasreichen Kohlen werden sich die für Hydrierzwecke und als Treibkohle im Staubmotor benötigten Reinkohlen angesichts der geringeren Aschenanforderungen hierbei ohne weiteres wirtschaftlich gewinnen lassen, während für Elektrodenkohle eigentlich nur Magerkohlen in Betracht kommen, was jedoch bei den auf diesem Gebiet immer schärferen Qualitätsansprüchen nach wie vor ein schwieriges Problem bleibt. In jedem Fall ist überhaupt nur bei rohstofflich sorgfältigster Kohlenauswahl ein Erfolg möglich.

Aufbereitungstechnisch lassen sich nun die Verfahren mit Schwerelösungen und Flotation zur Reinkohlearstellung beschreiben, wobei besonders der Lessing- und Bertrand-Prozeß in Betracht kommen. Alle diese Möglichkeiten werden auch bereits betrieblich angewandt. Bei der Flotation kommt es dabei auf Bekämpfung der Tonschwierigkeiten und selektive Arbeitsweise in

## Fortschritte auf dem Gebiet der Eisenerzaufbereitung

Von **W. Luyken**, Düsseldorf

Mit 1 Textabbildung

Es ist Ihnen wohl allen bekannt, daß wir im Reich mit großem Nachdruck bemüht sind, unsere nicht unerheblichen Vorräte an geringhaltigen Eisenerzen der Nutzbarmachung zuzuführen. Dazu können zwei Wege eingeschlagen werden. Der erste reichert die Erze durch Aufbereitung unter Abscheidung von Schlackenbildnern an, so daß der Hochofen Erzkonzentrate erhält. Der andere Weg verzichtet darauf, Schlackenbildner abzustoßen, und gibt sich, falls das rohe Fördererz für die unmittelbare Verhüttung zu ungünstig erscheint, damit zufrieden, das Erz durch Brennen oder Sintern für die Hochofenarbeit vorzubereiten. Im letzteren Falle tritt in der Regel durch Austreibung des chemisch gebundenen Wassers und der Kohlensäure zwar eine geringe Anreicherung im Eisengehalt auf, gleichzeitig tritt aber auch eine entsprechende Erhöhung der Gehalte an den Schlackenbildnern, wie Kieselsäure und Kalk, ein.

Als ein besonderes Kennzeichen der Aufbereitung wird häufig angesehen, daß sie mit den Schlackenbildnern einen Teil des Eisens in Verlust geraten lasse, was in volkswirtschaftlicher Hinsicht bemängelt wird. Mit der unmittelbaren Verhüttung — besonders bei Führung einer sauren, leichtschmelzenden Schlacke — sind nun aber ebenfalls gewisse Eisenverluste verbunden, denn die Hochofenschlacke nimmt alsdann auf 100% Schlacke je Tonne Roheisen etwa 3% Eisen auf, so daß bei geringhaltigen sauren Erzen, die beispielsweise 3 t Schlacke je Tonne Roheisen ergeben, die Eisenverluste 9% betragen. Zwar sind in der Regel die Eisenverluste bei der Aufbereitung höher, es ist mir aber anderseits ein Fall bekannt, in welchem für die Aufbereitung so geringe Eisenverluste zu erwarten sind, daß sie niedriger sein werden, als sie die unmittelbare saure Verhüttung erreichen könnte. Mithin kann man aus dem Gesichtspunkt der Eisenverluste zwischen den genannten Arbeitsweisen nicht etwa einen grundsätzlichen Unterschied herleiten.

Auf dem Gebiete der unmittelbaren Verhüttung der Erze sind nun in der letzten Zeit auf deutschen Hochofenwerken sehr umfangreiche und wertvolle Untersuchungen vorgenommen worden. Man hat dabei insbesondere den technischen und wirtschaftlichen Erfolg der sauren Verhüttung der armen Erze erprobt, d. h. einer Arbeitsweise, bei der dem Hochofenmüller nur so viel Kalkstein zugeschlagen wird, daß eine möglichst leichtschmelzende saure Schlacke entfällt. Die Folge dieser Arbeitsweise ist insbesondere ein verhältnismäßig schwefelreiches Vorschmelzeisen, das nach dem Abstich durch Soda oder ähnlich wirkende Stoffe entschweifelt werden muß. Die hierin bisher erzielten Ergebnisse waren nun zum Teil sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht recht günstig, haben aber bei Verarbeitung anderer Erzsorten zum Teil enttäuscht, so daß beabsichtigt ist, durch weitere großbetriebliche Erprobungen volle Klarheit über die Bedeutung des sauren Niederschmelzens, insbesondere im Vergleich mit Aufbereitungsresultaten, zu erhalten. Die Untersuchungen werden gleichzeitig dazu benutzt werden müssen, um die vom Hochöfner bisher benutzten Methoden zur Vorausberechnung des Koksverbrauches, des Koksdurchsatzes und damit der Hochofenleistung einer Nachprüfung zu unterziehen. Der Aufbereitungsfachmann wird diese Ergebnisse mit größter Aufmerksamkeit verfolgen, weil sie für seine eigenen Arbeiten von entscheidender Bedeutung sind. Diese Bemerkungen glaubte ich vorausschicken zu sollen, um zu zeigen, welcher besonderen Lage sich die Eisenerzaufbereitung in Deutschland gegenwärtig gegenübergestellt sieht.

Um die Fortschritte, die auf diesem Gebiet in den letzten Jahren erzielt worden sind, zu zeigen, mögen an erster Stelle die von der Studiengesellschaft für Doggererze ausgearbeiteten Verfahren besprochen werden, weil sie in der betrieblichen Anwendung am weitesten fortgeschritten sind. So wurde in Pegnitz in Oberfranken bis Ende 1936

eine Aufbereitungsanlage für oolithische, sandige Doggererze errichtet, nachdem in einer Versuchsanlage in Amberg das angewandte Verfahren betriebsmäßig erprobt war. Den Arbeitsgang,<sup>1)</sup> der im wesentlichen in einer Zerkleinerung, Trocknung, Sichtung und Magnetscheidung besteht, zeigt die Abb. 1, aus der die Einzelheiten über die Folge der verschiedenen Arbeitsstufen, die Mengenverteilung und den Anreicherungs-erfolg entnommen werden können. Einen wesentlichen Anteil an diesem Erfolge haben die von der Studiengesellschaft selbst entwickelten Starkmagnetscheider, die das sehr feinkörnige

Gut mit guter Durchsatzleistung bei verhältnismäßig geringem Kraft- und Strombedarf verarbeiten.

Die jährliche Durchsatzleistung dieser Anlage beträgt 250 000 t, und da sie den Erwartungen entsprochen hat, ist ihre Erweiterung auf die doppelte Leistung vorgesehen.

Nach den Plänen der Studiengesellschaft erhält zurzeit auch die Grube Fortuna auf dem Salzgitterer Erzlager eine Großanlage für eine jährliche Durchsatzleistung von 360 000 t. Da die oolithischen und bohnenförmigen Erze dieses Lagers hinsichtlich Eisengehalt, Festigkeit, Läuterbarkeit und Magnetisierbarkeit sehr ungleichmäßig ausgebildet sind, ist eine derartige Gliederung des Verfahrens vorgesehen, daß nach Freilegung der natürlichen Erzbestandteile durch geeignete Aufschließung auf naßmechanischem Wege ungefähr vier Fünftel der möglichen Konzentratmengen gewonnen werden; das dabei anfallende feinkörnige, überwiegend sandige Zwischengut wird dann getrocknet und erfährt auf Magnetscheidern der bereits erwähnten Bauart eine ergänzende Anreicherung. Der Eisengehalt der Gesamtkonzentrate wird bei Verarbeitung von Roherzen mit durchschnittlich 29% Fe bei etwa 7 bis 39% nicht besonders hoch liegen, jedoch wird das Eisenausbringen mit voraussichtlich 80% befriedigend sein.

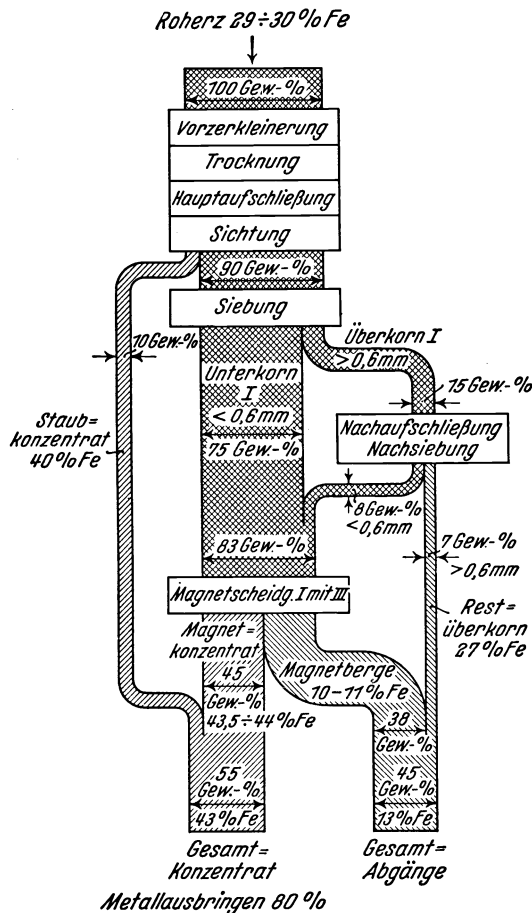


Abb. 1. Arbeitsgang der Eisenerzaufbereitung in Pegnitz

Im Eisenforschungsinstitut hatten wir schon im Jahre 1925 Untersuchungen an Erzen der Grube Fortuna ausgeführt, und wir kamen dabei zu der Feststellung, daß eine magnetisierende arme Erze bei Bildung der Eisenoxydulstufe verhältnismäßig sehr erfolgreich ist. So konnte beispielsweise bei Verarbeitung eines Roherzes mit 34% Fe ein Konzentrat mit 49,5% Fe bei einem Eisenausbringen von 86,4% erzeugt werden.<sup>2)</sup> Da aber die Röstung zur Erzeugung des Eisenoxyduloxydes darunter leidet, daß dieses Oxyd in der Reduktionsfolge eine Zwischenstufe ist, die bei Verarbeitung größerer Mengen bei hohen Durchsatzleistungen nicht mit hoher Sicherheit erzeugt werden kann, schlugen wir eine Röstung zur Bildung des starkmagnetischen Eisenoxydes ( $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) vor.<sup>3)</sup> Dieses Oxyd, dessen hohe magnetische Eigenschaften bereits bekannt waren, kann nämlich bei der Röstung leicht erzeugt werden, wenn das Erz etwa bis zum Eisenoxyduloxyd reduziert und dann wiederoxydiert wird. Durch eingehende Untersuchungen, die ich gemeinsam mit L. Kraeber an verschiedenen natürlichen und

künstlichen Eisenoxiden und -hydroxyden ausführte, konnten wir feststellen, daß die Temperaturen zur Erreichung günstigster Magnetisierungswerte recht niedrig liegen, nämlich bei 500 bis 600° in der Reduktionsstufe und etwa 500° bei der Wiederoxydation.<sup>4)</sup> Bei den Untersuchungen ergab sich dann auch die Erkenntnis, daß das ferromagnetische Oxyd durch eine dunkelbraune Farbe gekennzeichnet ist. Es unterscheidet sich daher im Aussehen sehr deutlich von dem tiefschwarzen Oxyduloxyd und dem roten  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, was eine sichere Beurteilung des Rösterfolges durch die Farbtonung des Erzeugnisses ermöglicht.

In einem 5 m langen Drehofen der Fried. Krupp-Grusonwerk A. G. konnte dieses Verfahren im Sommer 1936 in halbbetrieblichem Umfange an verschiedenen Erzen erprobt werden, und es ergaben sich dabei im Durchschnitt aller Magnetscheidungsversuche folgende Anreicherungsresultate:

1. Aus einem Salzgittererz mit 32,6% Fe i. Tr. wurden Konzentrate mit 45,4% Fe bei einem Eisenausbringen von 81,5% erhalten;
2. aus einem Salzgittererz mit 29,7% Fe wurden Konzentrate mit 45,6% Fe bei einem Eisenausbringen von 75,4% erhalten;
3. aus einem südbadischen Makrocephaluserz mit 24,0% Fe i. Tr. wurden Konzentrate mit 47,8% Fe bei einem Eisenausbringen von 77,1% erhalten.

Wie günstig diese Anreicherungsresultate trotz der schwierigen Verwachsungsverhältnisse der Erze sind, mag noch dadurch beleuchtet werden, daß bei diesen Trennungen gleichzeitig bis zu 78% der Kieselsäure mit den Bergen fortgeschafft werden konnte. Ein Vergleich der vielen Einzeltrennungen erbrachte ferner den Nachweis, daß die von der Röstung auf ferromagnetisches Eisenoxyd erwartete besonders hohe Gleichmäßigkeit der magnetischen Eigenschaften des Rösterzeugnisses voll erreicht worden war.

Nachdem sich so der Gedanke, durch zielbewußte Beeinflussung der magnetischen Eigenschaften der Brauneisenerze den Aufbereitungserfolg wesentlich zu verbessern als erfolgreich erwiesen hatte, waren wir darauf bedacht, auch diejenigen Bedingungen zu erforschen, die bei der Röstung karbonatischer Eisenerze zu gleichmäßig hohen Magnetisierungswerten des Röstgutes führen würden. Es gelang auch, diese Bedingungen zu erkennen und einen sehr einfachen Verfahrensgang auszuarbeiten. Wie günstig sich die entsprechend ausgeführte Röstung auf die Trennung eines Siegerländer Spateisensteins auswirkte, zeigt die Zahlentafel 1. Aus ihren Zahlenwerten geht klar hervor, daß das Anreicherungsresultat im Vergleich mit der üblichen Röstung und anschließender Trennung ganz wesentlich verbessert werden konnte. Aus der Zahlentafel 1 geht auch hervor, daß die Röstdauer keinen erwähnenswerten Einfluß auf den Aufbereitungserfolg hatte, woraus sich ergibt, daß das Verfahren betrieblich leicht ausführbar ist.

In der gleichen Weise wurden auch Erzproben des steirischen Erzberges geröstet und magnetisch geschieden. Die erhaltenen Resultate sind in der Zahlentafel 2 dargestellt und denjenigen Trennungsergebnissen gegenübergestellt, die bei Magnetscheidung der Roherze erzielt werden konnten. Ein Vergleich der einzelnen Zahlenwerte zeigt, daß neben einer Verbesserung der Konzentratgehalte eine ganz wesentliche Erhöhung

Zahlentafel 1

	Röstung in üblicher Ausführungsart	Röstung zur Erzeugung gleichmäßiger magnetischer Eigenschaften	
		Röstdauer 25 Minuten	Röstdauer 3 Stunden
Konzentrate .... Fe %	50,5	54,0	54,2
Berge ..... Fe %	30,7	8,7	6,9
Rösterz ..... Fe %	43,8	46,6	47,1
Eisenausbringen . %	76,1	96,9	97,8
Eisenverluste ... %	23,9	3,1	2,2

Trennungsergebnisse unterschiedlich gerösteter Spateisensteinproben

der Werte des Eisenausbringens erzielt wurde. Besonders groß sind die Unterschiede in der Anreicherung des Erzes „Wegstollen“, bei dem die Eisenverluste von 35,9% auf 5,9% gesenkt werden konnten.

Zahlentafel 2

	Magnetische Scheidung von Roherzen			Magnetische Scheidung nach Röstung zur Erzeugung gleichmäßiger magnetischer Eigenschaften		
	Vorauer	Frey	Wegstollen	Vorauer	Frey	Wegstollen
Konzentrate ..... Fe %	33,5	36,4	40,8	45,3	50,6	42,0
Berge ..... Fe %	14,0	12,0	13,5	16,5	15,5	4,6
Staub unter 0,12 mm ..... Fe %	27,3	31,6	25,5	—	—	—
Roherz oder Rösterz ..... Fe %	27,3	33,1	25,8	36,6	44,2	28,4
Eisenausbringen ..... %	76,8	88,4	64,1	86,4	93,6	94,1
Eisenverluste ..... %	23,2*)	11,6*)	35,9*)	13,6	6,4	5,9

Trennungsergebnisse bei der Magnetscheidung roher und gerösteter Proben des steirischen Erzbergs

Über die bei der Röstung karbonatischer Eisenerze einzuhaltenden Bedingungen und den Einfluß, den diese Bedingungen sowie Beimengungen von anderen Metallen oder Erdalkalien auf die magnetischen Eigenschaften des Rösterzeugnisses haben, laufen zurzeit im Eisenforschungsinstitut noch weitere Untersuchungen, so daß hierüber erst später berichtet werden kann.

Zum Schluß möchte ich auf Fortschritte eingehen, die in den letzten Jahren bei der Röstung des Siegerländer Spateisensteins erreicht worden sind, zumal ich annehmen darf, daß dieses Gebiet Ihre besondere Aufmerksamkeit finden wird. Ich muß dabei der Verdienste gedenken, die sich Fleißner<sup>5)</sup> erworben hat, indem er nachwies, welchen bedeutenden Einfluß die Erniedrigung des Kohlendruckes auf die Zersetzungsgeschwindigkeit und -temperatur und damit auf die Wirtschaftlichkeit der Röstung hat. Seine Untersuchungen haben im Siegerland das Streben nach weitestgehender Senkung des Brennstoffverbrauches neu belebt. Zu erwähnen sind hier vor allem die Arbeiten von A. Weyel<sup>6)</sup> sowie von W. Blum und H. Gleichmann.<sup>7)</sup> Die beiden letzteren konnten schon im Jahre 1932 über eine Steigerung der Durchsatzleistung von 38 t Rohspat in 24 Stunden in Öfen mit natürlichem Zug auf rund die doppelte Leistung bei gleichen Öfen mit künstlichem Zug berichten, wobei der Brennstoffverbrauch gleichzeitig von 3,1% Koks auf 1,7%, auf Rohspat gerechnet, herunterging. Aber auch diese Ergebnisse waren in einem 9,5 m hohen Druckluftofen — dem sog. Strecker-Ofen — noch wesentlich überschritten worden, indem bei Verarbeitung von nur Korn über 20 mm eine Tagesleistung von 165 t bei rund 1% Brennstoffverbrauch erreicht wurde.

Den so gewiesenen Weg der Entwicklung ging man insbesondere weiter, als im Jahre 1936 für eine Zentralaufbereitung auf der Kruppschen Grube Füsseberg eine neue Röstanlage zu errichten war. Die vorbereitenden Untersuchungen wurden von E. Plotzki<sup>8)</sup> durchgeführt; er ging dabei von dem Gedanken aus, daß es bei der positiven Wärmetönung der Spatzersetzung möglich sein müsse, den Brennstoffzusatz insbesondere dadurch weiter zu senken, daß eine Steigerung der Durchsatzleistung durch Einbau mechanischer Austragsvorrichtungen erreicht werde. Da die letzteren aber erfahrungsgemäß bei eintretender Schmolzbildung ungünstig arbeiten, ergab sich mithin die Bedingung, den Ofen so zu führen, daß jegliche Schmolzbildung vermieden würde. Diese Zielsetzung bildete dann die Veranlassung, daß neben den Betriebsversuchen mit einem 11 m hohen Versuchsofen laboratoriumsmäßige Untersuchungen einhergingen, die von Plotzki im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf ausgeführt wurden. Die Ergebnisse derselben waren folgende: Die Zersetzung des Siegerländer Spateisensteins

\*) Einschließlich des unangereicherten Staubes.

beginnt bei etwa 375<sup>o</sup>, ist zwischen 450 und 550<sup>o</sup> sehr lebhaft und bei etwa 650<sup>o</sup> nahezu völlig abgeschlossen. Mit bis 650<sup>o</sup> zunehmender Temperatur und mit abnehmender Korngröße nimmt die Röstdauer ab; für die Korngröße 0,5 bis 4,5 mm beträgt die Mindeströstzeit bei 650<sup>o</sup> etwa 4 bis 8 Minuten. Beschleunigt wird die Röstung durch schnelle Wegführung der Zersetzungsgase; es zeigte sich, daß die geringste Röstdauer benötigt wird, wenn je Gramm Einsatz 0,5 l Luft in der Minute der Röstung zugeführt werden. Damit läßt sich für die gewünschte Durchsatzleistung die in der Minute künstlich zuzuführende Mindestluftmenge berechnen.

Der Betrieb des Versuchsofens von 11 m Höhe und 4,5 m äußerem Durchmesser, dessen Temperatur- und Druckverhältnisse laufend genau überwacht wurden, ergab nun bei einer durchschnittlichen Temperatur des ausgetragenen Rostspates von 150<sup>o</sup> und einer Abgastemperatur von nur 75<sup>o</sup> und bei einem guten Wärmeschutz des Ofenmantels, daß er mit Spat I ohne jeden Brennstoff betrieben werden konnte, während die zweite Spatsorte noch eine Kokszugabe von nur 0,35% erforderte. Daraufhin sind die übrigen Öfen der Neuanlage in den Abmessungen des Versuchsofens errichtet worden. In ihnen stellte sich die tägliche Durchsatzleistung bei Spat I (mit etwa 5 bis 11% Feinspatanteil unter 18 mm) auf 162 bis 133 t und für Spat II (mit 8% bis 26% Feinspatanteil unter 6 mm) auf 134 bis 72 t in 24 Stunden. Für die Röstung des Spates I ohne Brennstoffzugabe ist von Plotzki folgende Wärmebilanz aufgestellt worden:

1. Einnahmen:	1000 kcal	%	2. Ausgaben:	1000 kcal	%
a) Reaktionswärme des Eisen-			a) Mangankarbonatzersetzung ..	4.226	30,0
karbonats .....	9.420	66,0	b) Wasserverdampfung .....	3.228	22,5
b) Wärme aus Schwefel- und			c) Wärme im ausgetragenen Rost	2.712	19,0
Kupferkies .....	4.750	33,4	d) Abgaswärme .....	2.942	20,5
c) Brennstoffwärme .....	—	—	e) Strahlungs- und Leitungsver-		
d) Bilanzfehler .....	83	0,6	luste .....	1.145	20,0
			f) Bilanzfehler .....	—	—
Zusammen ...	14.253	100,0	Zusammen ...	14.253	100,0

Diese Zusammenstellung belegt zahlenmäßig, wie es durch zielbewußte Verringerung der Wärmeverluste gelungen ist, die Brennstoffzugabe bei der Röstung des Spates I entbehrlich zu machen. Aber erst eine planmäßige Überwachung des Ofenbetriebes durch Einhalten der richtigen Rösttemperatur von 650<sup>o</sup> in der gewünschten Ofenhöhe und der damit erzielten völligen Vermeidung irgendwelcher Schmolzbildung konnte diesen guten Erfolg im laufenden Betrieb sicherstellen. Die größtmögliche Durchsatzleistung der Öfen konnte gleichzeitig dadurch erreicht werden, daß je Tonne Rohspat 0,5 bis 0,7 cbm Luft dem Ofen in der Minute zugeführt wurden.

Ich bin mir bewußt, daß die vorstehenden Ausführungen keineswegs eine vollständige Darstellung der neueren Fortschritte in der Eisenerzaufbereitung geben. So ist z. B. Abstand davon genommen worden, das Krupp-Rennverfahren, das als ein pyrotechnisches Aufbereitungsverfahren zu bezeichnen ist, zu behandeln. Im Rahmen meines kurzen Vortrags mußte ich mich aber darauf beschränken, eine Auswahl zu treffen, und ich schließe mit der Hoffnung, daß die getroffene Auswahl diejenigen Ergebnisse und Verfahrensvorschläge behandelt hat, für die in Ihrem Kreise besonderes Interesse vorhanden war.

#### Literatur

<sup>1)</sup> G. Sengfelder: Stahl und Eisen 57, 732/5 (1937). — <sup>2)</sup> W. Luyken: Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. Düsseldorf 7 25/41 (1925). — <sup>3)</sup> W. Luyken und E. Bierbrauer: Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. Düsseldorf 11 95/107 (1929). — <sup>4)</sup> W. Luyken und L. Kraeber: Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. Düsseldorf 18, 149/62 (1936). — <sup>5)</sup> H. Fleißner: Stahl und Eisen 45, 1373 (1925). — <sup>6)</sup> A. Weyel: Ber. Erzausschuß VdEh. Nr. 7 (1924); vgl. Stahl und Eisen 45, 2117 (1925). — <sup>7)</sup> W. Blum und H. Gleichmann: Stahl und Eisen 52, 582/87 (1932). — <sup>8)</sup> E. Plotzki: Arch. Eisenhüttenwes. Demnächst.



## Die Prinzipien der quantitativen chemischen Spurenbestimmung

Von **Erich Reichel**, Leoben

Die Bestimmung kleiner und kleinster Mengen eines Stoffes neben großen Mengen eines oder mehrerer Stoffe erfordert die Anwendung einer besonderen, von den üblichen quantitativen Trennungsv erfahren abweichenden Methodik, weil die spurenhafte Beimengung meistens nicht unmittelbar isoliert werden kann. Die Gründe hierfür sind folgende: Fast alle chemischen Trennungsv erfahren haben eine Überführung der Probesubstanz in eine Lösung, bzw. in seltenen Fällen in eine Schmelze zur Voraussetzung. Aus der Probelösung können dann, in Auswertung der unterschiedlichen chemischen Eigenschaften der Einzelelemente, die vorhandenen Komponenten nacheinander abgetrennt und durch Filtration von den noch in Lösung verbliebenen Stoffen abgetrennt werden. Die üblichen Abscheidungs- und Trennungsv erfahren der analytischen Chemie befriedigen die an sie gestellten Anforderungen solange vollauf, als erstens, die abzuschheidenden Stoffmengen nicht zu klein werden und zweitens das Mengenverhältnis der in der Probesubstanz enthaltenen Stoffe zueinander nicht zu extrem wird, also ein oder mehrere Bestandteile der Probe gegenüber den übrigen nicht mengenmäßig zur „Mikrokomponente“ oder „Spur“ entarten.

Man kann bei quantitativen Bestimmungen aus einem doppelten Grunde die zu bestimmenden Stoffmengen nicht unter einen gewissen Mindestwert herabdrücken. Einerseits ist zu beachten, daß kein Stoff absolut unlöslich ist, sondern auch die in der chemischen Analyse als Abscheidungsformen benutzten Verbindungen nur mehr oder weniger schwer löslich sind. Löslichkeiten von etwa 1 mg/l stellen schon recht günstige Fälle dar. Das bedeutet, daß bei den üblichen Lösungsvolumina von etwa 100 bis 400 ccm immerhin schon Mengen von einigen hundertstel bis zehntel Milligramm auch in günstigen Fällen nicht mehr abscheidbar sind.

Auch der in der quantitativen Analyse übliche Kunstgriff der Löslichkeitsverminderung der zu fällenden Verbindung durch Zugabe von einem Überschuß an Fällungsreagens bringt keine genügende Abhilfe, da die bei Abscheidung von Spuren immer in großer Menge vorhandenen Fremdstoffe stark löslichkeitsvermehrend auf die zu bildende Abscheidungsform der Spur einwirken. Dazu kommt noch die Unannehmlichkeit, daß sehr kleine Niederschlagsmengen nur sehr langsam ausfallen, da die Bildungsgeschwindigkeit der Primärteilchen oder Kristallkeime und deren Wachstumsgeschwindigkeit sowohl von der absoluten fällbaren Menge als auch von der Konzentration der zu fällenden Verbindung bzw. deren Ionen in der Lösung abhängig sind und, daß bei sehr kleinen zu fällenden Stoffmengen die Korngröße der ausfallenden Niederschlagsteilchen sehr klein ist und daher vielfach der üblichen Filtration durch Papierfilter Schwierigkeiten bereitet, die allerdings durch Anwendung besonderer Kunstgriffe bewältigt werden können, aber die Durchführung des Verfahrens komplizieren. Andererseits darf aber die zu bestimmende Stoffmenge aus einem meßtechnischen Grund nicht zu klein sein. Jede quantitative Bestimmung ist, wie jede andere Messung auch, mit einem Fehler behaftet. Wird nun eine bestimmte Meßgenauigkeit gefordert, so muß die zu bestimmende Stoffmenge mindestens, ein von der geforderten Genauigkeit abhängiges Vielfaches des zu erwartenden durchschnittlichen absoluten Fehlers betragen.

Den erwähnten Schwierigkeiten begegnet nun die Methodik der Spurenbestimmung auf folgende Weise:

1. Durch Ausbildung geeigneter Methoden zur Spurenkonzentration.
2. Durch Anwendung quantitativ-chemischer Bestimmungsmethoden sehr hoher Leistungsfähigkeit, welche auch noch sehr kleine Stoffmengen mit genügender Genauigkeit zu bestimmen gestatten.

Die Methodik der Spurenkonzentration beruht auf der Möglichkeit der Mitfällung der Spur mit einem in der Probelösung schon vorhandenen oder absichtlich zugesetzten

Stoff, der als „Spurenläger“ oder als „Spurenläger“ bezeichnet wird. Die wichtigsten Arten der Mitfällung der Spur, die alle darauf hinauslaufen, dieselbe von der großen Menge der Begleitstoffe abzutrennen, kann man etwa folgendermaßen kennzeichnen.

A. Die Spur wird mit Hilfe eines Spurenlägers in Form schwerlöslicher Mischkristalle gefällt.

B. Die Spur wird mit Hilfe eines Spurenlägers als Adsorptionsverbindung gefällt.

C. Die Spur wird durch Legierungsbildung mit dem Spurenläger konzentriert.

Die Fällung der Spur durch Mischkristallbildung setzt voraus, daß die Ionen der Spur und die Ionen des Spurenlägers von ähnlicher Größe sind, die Abweichung darf nach V. M. Goldschmidt etwa 15% vom Zahlenwert des kleineren Ionenradius betragen. Weiters müssen die beiden Ionenladungen gleichsinnig und gleich groß sein und auch die Polarisierungseigenschaften beider Ionenarten sollen möglichst ähnliche sein. Außerdem müssen Spurenlägerion und Spurenlägerion mit einem passend ausgewählten Ion entgegengesetzter Ladung schwerlösliche Verbindungen geben.

Das Mengenverhältnis Spurenläger : Spur hält man etwa in den Grenzen 10 : 1 bis 1000 : 1. Um einige Beispiele solcher Spurenlägerkonzentration durch Mischkristallbildung zu nennen, sei erwähnt, daß sich z. B. Spuren von Radiumion mit Bariumion als Spurenläger in Form des sehr schwer löslichen Mischsulfats niederschlagen lassen. Da das Radiumion nur etwa 8% größer ist als das Bariumion, ist diese Mischkristallbildung möglich. Ebenso lassen sich Spuren von Nickelion durch Zugabe von Zinkion als Spurenläger gemeinsam in Form der schwerlöslichen Ferricyanide oder auch der Sulfide fällen. Auch in diesem Falle ermöglicht der geringe Größenunterschied der Ionenradien, er beträgt bei diesem Paar etwa 6%, die Mischkristallbildung.

Nicht immer ist aber die Spurenlägerkonzentration nach dem Prinzip der Mischkristallbildung möglich, und zwar deshalb, weil nicht zu jedem Ion ein zweites Ion von den erforderlichen Eigenschaften als Spurenlägerion zur Verfügung steht. In einem solchen Fall muß man zur Spurenlägerkonzentration durch Bildung einer Adsorptionsverbindung greifen. Die Technik dieses Konzentrationsverfahrens besteht darin, das der Probelösung zuzusetzende Spurenlägerion in Form eines sehr fein verteilten, d. h. oberflächenreichen schwerlöslichen Niederschlags zu fällen und dem gefällten Niederschlag gleichzeitig einen bestimmten Ladungssinn zu erteilen. Der die Adsorption besorgende Niederschlag muß eine negative Aufladung erhalten, wenn das zu adsorbierende Spurenlägerion selbst positiv geladen ist, also ein Kation ist, umgekehrt muß der Niederschlag positiv geladen sein, wenn das Spurenlägerion ein Anion ist. Die gewünschte Art der Aufladung ist leicht erzielbar. Verwendet man weniger als die äquivalente Menge an Fällungsmittel zur Erzeugung des Niederschlags, so erhält der gefällte Niederschlag eine dem fällenden Ion entgegengesetzte Aufladung, wird dagegen ein Überschuß an Fällungsmittel angewendet, so erhält der gefällte Niederschlag den Ladungssinn des fällenden Ions. Man kann diese Gesetzmäßigkeit auch kurz so formulieren: „Reagieren zwei Ionenarten unter Niederschlagsbildung, so zeigt derselbe den Ladungssinn des nicht vollständig gefällten Ions.“ Damit nun das Spurenlägerion auch tatsächlich am Spurenlägerionniederschlag adsorbiert wird, muß dem Niederschlag eine dem zu adsorbierenden Spurenlägerion polar entgegengesetzte Aufladung erteilt werden. Außerdem muß aber das Spurenlägerion auch noch befähigt sein, mit dem fällenden Ion eine schwerlösliche Verbindung zu bilden. Einige Beispiele sollen auch diese Art der Spurenlägerkonzentration erläutern. Calciumion und Radiumion können miteinander wegen des zu erheblichen Größenunterschiedes kein Mischsulfat bilden. Trotzdem können aber Spuren von Radium an rasch, d. h. oberflächenreich ausfallendem Calciumsulfat gesammelt werden, wenn durch Zugabe von mehr als der äquivalenten Menge an Sulfation dafür gesorgt wird, daß der Calciumsulfatniederschlag eine negative Aufladung erhält. Unter diesen Umständen wird an der Grenzfläche Niederschlag—Lösung das elektropositive Radiumion in Form des sehr schwer löslichen Radiumsulfats niederschlagen.

Ebenso können Spuren von Nickelion bei Anwesenheit eines starken Oxydationsmittels mit Hilfe von Ferri- oder Aluminiumion als Spurenfänger bei einem Überschuß an Hydroxylionen in Form des schwerlöslichen Nickelhydroxyds gefällt werden.

Da in diesem Fall die Spur nur an der Oberfläche des Spurenfängerniederschlags gebunden wird, muß durch passende Fällungsbedingungen dafür gesorgt werden, daß der adsorbierende Niederschlag in feinverteilter, oberflächenreicher Form ausfällt. Aus demselben Grund wird man auch im allgemeinen das Mengenverhältnis Spurenfänger : Spur größer als bei der früher besprochenen Methode wählen müssen.

Die dritte, bereits erwähnte Möglichkeit der Spurenkonzentration ist die durch Legierungsbildung von Spurenfänger und Spur. Sie ist in Form der dokimastischen Edelmetallbestimmungen schon lange bekannt. Bei diesem Verfahren wird der im Probegut vorhandene, oft sehr kleine Edelmetallgehalt im Schmelzfluß von dem zugesetzten Probierblei, bzw. von dem aus zugesetzten Bleiverbindungen unter Mitwirkung reduzierender Substanzen erzeugten metallischen Blei aufgenommen, während gleichzeitig die Begleitstoffe durch besondere Zusätze verschlackt werden. Der erschmolzene Bleikönig enthält dann das in der Probe vorhanden gewesene Edelmetall. Statt das Edelmetall im Schmelzfluß mit Hilfe von Blei als Spurenfänger zu konzentrieren, kann das Edelmetall auch bei nassem Aufschluß der Probe aus der Lösung durch Amalgambildung konzentriert werden. Durch Zugabe eines Quecksilbersalzes zur Probelösung und darauf folgende Reduktion derselben mit Hilfe eines passenden Reduktionsmittels werden Edelmetall und Quecksilber gemeinsam reduziert. Die Edelmetallteilchen lösen sich dann in dem in Form feinsten Tröpfchen in der Lösung verteiltem Quecksilber auf.

Selbstverständlich müssen bei den erwähnten Fällen von Spurenkonzentrationen die Fällungsbedingungen für Spur und Spurenfänger so gewählt werden, daß sie gleichzeitig eine Trennung von den Begleitstoffen der Spur ermöglichen. In dieser Beziehung führt oft schon eine passende Auswahl des Spurenfänger- und besonders des fällenden Ions zum Ziel. Auch ist es oft möglich, die Begleitstoffe in leichtlösliche Komplexverbindungen überzuführen und so eine Trennung von denselben zu ermöglichen.

Außer den erwähnten drei Möglichkeiten der Spurenkonzentration, von denen in einem speziellen Fall jeweils mindestens eine zum Ziel führen wird, gibt es noch eine Reihe weniger allgemein anwendbarer Verfahren, deren Erörterung aber in diesem Rahmen zu weit führen würde.

Erwähnt sei noch, das, rein formal betrachtet, die Spur sowohl von den Begleitern als auch umgekehrt die Begleiter von der Spur abgetrennt werden können. Im letzteren Falle ist aber fast immer mit einem größeren oder kleineren Verlust an Spurensubstanz zu rechnen, da die verhältnismäßig sehr großen Niederschlagsmengen der Begleiter eine schwer zu vermeidende Adsorptionswirkung auf die Spur ausüben. Aus diesem Grunde wird man wohl immer trachten müssen, die Spur von ihren Begleitern abzutrennen und nicht umgekehrt.

Ist die Spur einmal konzentriert, so folgt als nächste Operation die Trennung von Spur und Fänger. In einigen besonders günstigen Fällen ist es allerdings möglich, diese Trennung zu ersparen, nämlich dann, wenn titrimetrische, kolorimetrische oder andere physikalische Verfahren zur Verfügung stehen, die eine Bestimmung des Spurenelements ohne vorangegangene Trennung gestatten. Die Trennung von Spur und Spurenfänger bietet meistens keine besonderen Schwierigkeiten mehr, weil die gebräuchlichen Trennungsvorgänge in mikroanalytischer Ausführungsweise fast immer zum Ziel führen können. Zudem sind dem Analytiker heute in einer Reihe von organischen, für die einzelnen Elemente mehr oder weniger spezifischen Reagenzien sehr wertvolle Hilfsmittel zur Durchführung von Trennungen an die Hand gegeben. Dimethylglyoxim, Kupferon, Anthranilsäure, Pikrolonsäure und Thionalid sind z. B. solche Reagenzien, die, um nur einige zu nennen, bei der Trennung von Metallionen sehr gute Dienste leisten. Da diese Fällungs- und Trennungsvorgänge mit Metallionen meistens äußerst schwerlösliche Verbindungen

von gut definierter Zusammensetzung geben, eignen sie sich auch gut als Wägungsform für gewichtsanalytische Spurenbestimmungen.

Nach der Trennung von Spur und Spurenfänger erfolgt die quantitative Bestimmung derselben. Wegen der meist sehr geringen Substanzmengen, welche bestimmt werden sollen, kommen für diesen Zweck nur sehr leistungsfähige Methoden, wie die mikroanalytischen, in Frage. Diese Methoden, deren Entwicklung Friedrich Emich in Graz seit dem Jahre 1909 in Angriff nahm und deren stete Weiterentwicklung heute schon von einer großen Zahl von Forschern gefördert wird, kommen für den vorliegenden Zweck in erster Linie in Betracht. Gleich wie in der Makroanalyse verfügt auch die quantitative Mikroanalyse über gewichtsanalytische, titrimetrische, kolorimetrische und noch andere Verfahren. Durch die Konstruktion sehr empfindlicher und zugleich relativ tragfähiger Waagen, die noch auf 1 bis 2 Tausendstelmilligramme genau zu wägen gestatten, durch die Schaffung entsprechend kleiner und leichter Fällungs- und Filtriergeräte wurde die Mikrogewichtsanalyse möglich. Durch Anwendung sehr enger feingeteilter Büretten von kleinem Tropfenvolumen, durch Gebrauch verhältnismäßig verdünnter Maßlösungen bei gleichzeitigem Maßnahmen zur Verbesserung der Endpunktanzeige der Titrationsreaktionen wurde die Mikromaßanalyse ermöglicht. Die kolorimetrischen Bestimmungen, die oftmals schon an und für sich Mikro- oder doch Halbmikromethoden sind, lassen sich durch Anwendung neuzeitlicher Kolorimeter, welche nur einer Menge an Probelösung von etwa 1 bis 20 ccm bei einer nutzbaren Schichthöhe von 50 bis 100 mm bedürfen, zu außerordentlich leistungsfähigen quantitativen Mikrobestimmungen gestalten. Als Maß dieser Leistungsfähigkeit, habe ich den reziproken Wert des Produkts von kleinster bestimmbarer Menge und dem prozentischen Fehler, der der betreffenden Methode bei dieser bestimmten Stoffmenge anhaftet, vorgeschlagen. Berechnet man nach dieser Formel die „Methodische Güte“ der üblichen makroanalytischen Verfahren, so ergeben sich Gütewerte, die etwa bei 40 bis 100 liegen. Für die entsprechenden Mikroverfahren ergeben sich nach derselben Berechnung etwa 100mal größere Güteziffern. In einzelnen Fällen lassen sich aber, besonders bei Anwendung physikalischer Meßmethoden, Mikroverfahren von noch weit höherer Güte entwickeln.

Hierzu sei als Beispiel erwähnt, daß die von F. Haber und J. Jänicke ausgearbeiteten Methoden zur Mikrogoldbestimmung im Rhein- und im Meerwasser noch Mengen von  $10^{-8}$  g Gold mit einem Fehler von 5% zu bestimmen gestatten. Die Güte dieser Methode beträgt demnach 20,000.000. Ermöglicht wird diese enorme Leistungsfähigkeit der Methode durch den Übergang von der Wägung des isolierten Goldkorns zur mikroskopischen Ausmessung desselben.

Was die Größe der für eine Spurenbestimmung notwendigen Probemenge angeht, so ist dieselbe von der Güte der zur quantitativen Bestimmung in Aussicht genommenen Bestimmungsmethode, von dem zulässigen Fehler und ferner von dem Gehalt der Probesubstanz an der zu bestimmenden spurenhafte Beimengung abhängig. Die für die Bestimmung notwendige Einwaage errechnet sich nach der Formel:

$$\text{Einwaage (g)} = \frac{1}{\text{Güte} \times \text{proz. Fehler} \times \text{Gehalt}}$$

Wäre z. B. in einer Probesubstanz eine spurenhafte Beimengung von der Größenordnung 0,001% entsprechend einem Gehalt von  $10^{-5}$  mit einer prozentischen Genauigkeit von 5 zu bestimmen und steht weiters eine Bestimmungsmethode von der Güte 10.000 zur Verfügung, so errechnet sich die Einwaage zu:

$$\text{Einwaage} = \frac{1}{10^4 \times 5 \times 10^{-5}} = 2 \text{ g}$$

Im allgemeinen wird man, falls mehrere Methoden verschiedener Güte zur Verfügung stehen, keine solche in Anwendung bringen, deren Leistungsfähigkeit wesentlich größer ist, als es zur Bewältigung der gestellten Aufgabe notwendig ist. Die Güte der anzu-

wendenden Methode muß in einem vernünftigen Verhältnis zur „Allgemeinkonzentration“ des zu bestimmenden Spurenelements stehen. In allen zur Durchführung der Analyse notwendigen Reagenzien, dann in der Laboratoriumsluft sind immer auch kleinste Mengen des zu bestimmenden Stoffs enthalten. Auch die bei der Analyse in Anwendung kommenden Gerätschaften können Spuren des zu bestimmenden Stoffs an die Probe abgeben. Je häufiger ein Element mengenmäßig in der Erdrinde vertreten ist, um so größer ist natürlich auch die Gefahr der Einschleppung desselben in die Probe. Aus diesem Grunde wird man bei der Bestimmung von Spuren häufiger vorkommender Elemente nicht zu Bestimmungsmethoden übertriebener Güte greifen. Auch wird es sich öfters notwendig erweisen, mit den angewandten Reagenzien Blindproben durchzuführen.

Zum Schluß kommend, möchte ich, die einzelnen Phasen einer Spurenbestimmung zusammenfassend, nochmals wie folgend kennzeichnen:

1. Aufschließen der Probe,
2. Konzentration der Spur mit Hilfe eines Spurenfängers,
3. Trennung von Spur und Spurenfänger,
4. quantitative Bestimmung der Spur mit Hilfe mikronanalytischer Methoden.

Gruppe :

## **Bergwirtschaft**

### **Gestehungskosten und Verkaufspreise der Steinkohle während der Weltwirtschaftskrise**

Von Bergdirektor Ing. **Hans Höfer**, Slezská Ostrava

Jedes Erwerbsunternehmens Streben muß dahin gerichtet sein, unter den gegebenen Verhältnissen und angemessener Bedachtnahme auf die Zukunft den größtmöglichen Nutzen zu erzielen. Die optimale Leistungsfähigkeit der Erwerbsunternehmung wird durch die Herstellung eines Höchstmaßes zu besten Verkaufspreisen absatzfähiger Produkte mit den erreichbaren niedrigsten Kosten gekennzeichnet. Der Punkt der niedrigsten Einheitskosten stellt den Wendepunkt in der Kostenentwicklung dar, er bildet die **Kostenkehre** in der Unternehmung (Prof. Dr. Auler). Dieser allgemeine betriebswirtschaftliche Grundsatz gilt selbstverständlich auch für den in seiner ganzen Tätigkeit auf lange Sicht eingestellten Steinkohlenbergbau.

Nachdem die Differenz des Verkaufspreises und der Gestehungskosten den Gewinn pro Gewichtseinheit des gewonnenen Produktes darstellt, sofern in ersterem sämtliche mit dem Verkaufe der Kohle verbundenen Spesen und darauf lastenden Abgaben und in letzterem alle mit der Erzeugung direkt und indirekt zusammenhängenden Ausgaben berücksichtigt sind, so sind diese beiden Gewinnkomponenten für den Erfolg der Tätigkeit des Erwerbsunternehmens von gleicher Wichtigkeit. Im folgenden soll gezeigt werden, daß in letzter Zeit während der kaum noch überstandenen siebenjährigen Weltwirtschaftskrise vielfach durch Veränderungen der Marktlagen und darauf abgestimmte Verkaufsorganisationen bedauerlicherweise Verkauf und Erzeugung jenen natürlichen inneren Zusammenhang zum guten Teil verloren, der im Interesse der gegenseitigen funktionellen Abhängigkeit dieser beiden Komponenten zum Nutzen des Unternehmens so vorteilhaft war.

Während beinahe alle industriellen Betriebe schon seit unvordenklichen Zeiten ihre Gestehungskosten durch Vor- und Nachkalkulation ständig verfolgen, begnügen sich die meisten Steinkohlenbergbaue vielfach noch mit den allmonatlich von der Betriebsbuchhaltung mit einiger Verspätung, aber um so größerer Genauigkeit ermittelten Selbstkosten. Hierbei weisen die **Kostenarten** meist eine gleiche Gruppierung in Gehalte, Löhne, soziale Lasten, Material (inkl. selbstverbrauchte Kohle), Kraft und sonstige Kosten auf, wogegen die **Kostenstellen** bei den einzelnen Unternehmungen meist ganz verschieden zergliedert und auch detailliert sind. Der Bergtechniker wird von mancherlei anderen Gruppierungen einer lokalen Trennung der Kosten nach Grube, obertags und Betriebsverwaltung, Administrations- und Gemeinkosten sowie Verkaufskosten als für die Betriebsüberwachung praktisch gerne den Vorzug geben, zudem diese Gliederung der Gestehungskosten Vergleiche zwischen den erzielten Betriebsergebnissen einzelner Betriebe und die Erfassung des Gewinnes vorteilhaft zuläßt. Für den Kohlenverkauf dagegen hat sich besonders in der Krisenzeit eine prompte Erfassung und scharfe Trennung aller fixen und der unmittelbar nur von der Gewinnung abhängigen variablen Kosten als zweckmäßig und notwendig erwiesen.

Die Bergbaubetriebskostenrechnung ist vor derartigen Abschlüssen anderer Industrien insofern im Vorteil, als man es nur mit einem Erzeugnis zu tun hat, so daß alle Kosten auf die Mengeneinheit desselben Förderergutes bezogen werden können. Eine gut brauchbare Betriebskostenrechnung muß sowohl den betrieblichen, administrativen als auch

kommerziellen Bedürfnissen Rechnung tragen. Die usuell halbmonatliche Ablohnung und monatliche Reinlohnung der Belegschaft, die monatliche Gehalts- und Prämienzahlung an die Angestellten, der monatliche Abschluß der Materialgebarung, die monatliche Abrechnung mit den verschiedenen Versicherungsanstalten und manche sonstige monatliche Abschlußarbeiten und statistische Ausweise machen den Monat zur gegebenen Rechnungsperiode. Die ungleichmäßige Beschäftigung der Betriebe in der Krise, die Schwankungen in den Materialeinkaufspreisen und besonders aber die nachhinkende Auswirkung der getroffenen Spar- und Rationalisierungsmaßnahmen haben ungewöhnlich große Schwankungen in den Gesteungskosten zur Folge, so daß eine Kalkulation auf längere Zeiträume zu Fehlschlüssen führen würde.

Die Aufgabe der Betriebsbuchhaltung ist die restlose und richtige Erfassung aller in dem betreffenden Berichtsmonate tatsächlich aufgelaufenen Kosten und Wertveränderungen. Da die Buchhaltung von der Einlieferung des seitens der Betriebsleitung nach Kostenstellen geordneten Verbrauches abhängig ist, welche wieder gewisse Abschlußarbeiten in den einzelnen Kostenarten seitens der Betriebsrechnungsführung zur Voraussetzung hat und welcher schließlich auch noch gewisse statistische und sonstige Zusammenstellungen vorausgehen müssen, reagiert sie auf alle Veränderungen mit ihrer Bergbaubetriebskostenrechnung viel zu spät. Trotz aller modernen Bureaubehelfe als Hollerith, Maschinen- oder Durchschreibebuchführung, Rechenmaschinen u. dgl. ist es den Buchhaltungen meist nicht möglich, die Gesteungskosten für einen Monat so rasch nach dessen Ablauf herauszubringen als der Betriebsleiter, die Verwaltung des Werkes und der Verkäufer dies brauchen würde. Hängen doch von dem materiellen Erfolge viele Betriebsmaßnahmen und verwaltungstechnische Neuorganisationen ab und muß, d. h. soll der Verkäufer zum mindesten die durch die Erzeugungskosten gezogenen Grenzen seiner Verkaufstätigkeit jederzeit kennen. Für rein praktische Zwecke der ständigen Betriebskontrolle und der Orientierung des Verkäufers bedeutet die möglichst prompte Berechnung der Gesteungskosten nach Monatsablauf, wenn auch nur mit annähernder Genauigkeit, demnach einen enormen Vorteil.

W. B. Reed, der erfahrene Geschäftsführer der National Coal Association von U. S. A., tritt schon in seinem 1922 erschienenen Buche Bituminous Coal Mine Accounting für die Normung der Betriebsabrechnung im nordamerikanischen Steinkohlenbergbau ein und sagt: Ein tauglicher Kostenplan ist so einzurichten, daß er von Tag zu Tag die Abweichungen von den normalen, in einem monatlichen Richtkostenplan präliminierten Kosten gibt. So kann der Unternehmer sozusagen den Puls des Betriebes ständig fühlen. Mit der laufenden Gesteungskostenrechnung, wie sie in U. S. A. üblich ist, konnte ich mich nicht befreunden, da bekanntlich in U. S. A. die Kohlengewinnung an Subunternehmer vergeben wird, so daß eine solche Rechnung auf ganz anderen Voraussetzungen basiert und für unsere Verhältnisse daher auch nicht anwendbar ist.

Bei dieser insbesondere auch durch die Verhältnisse während der Krise gegebenen veränderten Sachlage ist es begreiflich, daß die moderne Betriebswirtschaft sich intensiv mit dem Probleme der Kalkulation beschäftigt. Prof. Dr. Hellauer definiert in seinem Lehrbuch über die Kalkulation in Handel und Industrie das Kalkulieren als die Berechnung der Kosten von Leistungen oder des Preises oder des wirtschaftlichen Erfolges unter Berücksichtigung der Kosten oder einer sonstigen zusammenhängenden Größe. In der Ermittlung des optimalen Beschäftigungsgrades liegt eine besonders bedeutungsvolle Aufgabe der Kalkulation. Wenn man, wie z. B. im Steinkohlenbergbau, nach Abtrennung der Kosten der Verkokung, Brikettierung und Nebenproduktenerzeugung, der elektrischen Zentrale usw. für die gesamte Steinkohlen-Nettoförderung oder noch besser für die (nach Schmalenbach) absatzfähige Förderung während einer bestimmten Zeit zuerst die Gesamtkosten und dann mittelbar im Wege der Division die durchschnittlichen Kosten für eine Leistungseinheit, d. i. die Einheitskosten ermittelt, so nennt die Betriebswissenschaft diesen Vorgang Divisions- oder indirekte Kalkulation.

Die Betriebswissenschaft unterscheidet fixe und variable Kosten, deren letztere sich in proportionale, überproportionale (progressive) und unterproportionale (degressive) Kosten gliedern. Während erstere in ihrer Gesamthöhe vom Beschäftigungsgrad unabhängig sind, haben wir im Bergbau bei Steigerung der Erzeugung bis zur Erreichung der Kapazitätsgrenze es mit den letztgenannten (degressiven) Kosten zu tun.

Durch die Kenntnis der Kosten bei zukünftigen Produktionsgraden sind wir in der Lage, eine verbilligende und gewinnsteigernde Produktionsvermehrung vorzunehmen. Wir haben ferner in der ständig geführten Optimalkalkulation ganz besonders bei Aufstellung von Richtkosten ein Mittel, das ökonomische Arbeiten des Betriebes dauernd zu überwachen und etwaige Verschiebungen der Kostenkehre zu erfassen. In der planmäßigen Trennung und der steten Beobachtung des Verlaufes der einzelnen Kostenarten liegt eine Kontrolle der Wirtschaftlichkeit der Unternehmung wie sie wohl kaum eine andere Kontrollmethode in solcher Reinheit, Genauigkeit und Spezifizierung zu bieten vermag. Mit Hilfe der Optimalkalkulation ist der Verlauf der einzelnen Kostenarten dahin auszuwerten, daß alle progressiv verlaufenden Kostenfaktoren nach Möglichkeit eliminiert, auf der anderen Seite aber die degressiv wirksamen Faktoren verstärkt bzw. optimal ausgenutzt und die fixen maximal gesättigt werden (Prof. Dr. Auler).

Schon vor einigen Jahren führte ich der Not der Zeit gehorchend neben der allmonatlich von der Buchhaltung ausgearbeiteten genauen Betriebskostenrechnung, die fürderhin die Stelle einer Nachkalkulation einnimmt, bei den von mir geleiteten Graf Wilczekschen Bergbaubetrieben in Slezská Ostrava eine monatsweise Gestehungskostenkalkulation mit bestem Erfolge ein. Diese wird nicht von der Buchhaltung, sondern von den einzelnen Betriebsleitungen betriebsweise nach dem oben eingebauten Schema angestellt.

Einige Tage nach Monatsschluß liegen Lohnsumme sowie auf dieser basierend die sozialen Lasten, dann der Materialverbrauch summarisch vor, die übrigen Kostenarten können kalkulatorisch prompt bekanntgegeben oder ermittelt werden, so daß die gesamten Monatsausgaben und die Gestehungskosten prompt berechnet werden können und wenige Tage nach Monatsschluß vorliegen. Sehr interessant und geradezu verblüffend ist die erreichbare Genauigkeit dieser Kalkulation. Die Fehlergrenze, die sich nach Ausmittlung der buchhalterisch fundierten Gestehungskosten gegenüber den auf obige Weise kalkulierten ergibt, beträgt selten mehr als 0,25%, d. i. eine praktisch bedeutungslose Differenz.

Als während der letzten langjährigen Wirtschaftskrise die Kohlenförderung infolge der Absatzstockungen eine vordem kaum für möglich gehaltene Einschränkung erfuhr, wodurch die Belastung der Gestehung durch die fixen Kosten ungemein vergrößert wurde, da mußten die Veränderungen der Gestehungskosten den Betriebsleitungen jeweils den Wegweiser für alle ihre Eingriffe abgeben, um nicht ganz aus dem finanziellen Gleichgewicht zu fallen. An Hand der kalkulierten und betriebsweise miteinander verglichenen Gestehungskosten mußten in allen ihren Komponenten Ersparnisse erzielt werden, um die außerdem noch eingetretene sinkende Tendenz der Verkaufspreise zu paralisieren. Durch die rückgängigen Erlöse veranlaßte Verbilligungen der Erzeugungskosten in einem Ausmaße, das vor Eintritt der Krise zumal bei den ungeahnt rückgängigen Förderziffern einfach als unerreichbar und untragbar zu bezeichnen war, wurden durch die

Gehalte und Prämien der Beamten;  
Löhne und Zulagen der Belegschaft;  
Löhne der von werksfremden Unternehmern beigestellten Arbeiter;  
Soziale Lasten;  
Materialverbrauch;  
Verbrauchte Kohle;  
Bezogener Strom;  
Bezogener Dampf;  
Aufbereitungs- und Kohlenzubringekosten;  
Sonstige Auslagen (z. B. Rechnungen fremder Unternehmer);  
Anteilige Kosten, Hilfsbetriebe usw.;  
Zusammen;  
Ab Gutschriften;  
**Netto-Auslagen.**



strenge und straffere konstante Beobachtung der prompt erfaßten Gestehungskosten möglich gemacht.

Die modernen Betriebswirte (z. B. Prof. Dr. Hellauer), die sich erst in neuerer Zeit mit diesen mehr oder weniger durch die Weltwirtschaftskrise ausgelösten Veränderungen in der Betriebswirtschaft befassen, bezeichnen zwar jeden unter den Durchschnittskosten erfolgenden Verkauf an und für sich als Verlust. Wenn aber infolge des Verlustgeschäftes auf der anderen Seite ein Vorteil entsteht, den man höher einschätzt als den Verlust, wird man ihn nach betriebswirtschaftlicher Überlegung auf sich nehmen müssen. Prof. Dr. Hellauer analysiert weiter alle derartigen Fälle, wo dies zu erwarten steht, und kommt so auch der Situation des Ostrau-Karwiner Reviers in der Weltwirtschaftskrise näher, wo die Betriebe nicht voll beschäftigt waren, übersieht hierbei aber, daß der inländische Bedarf nicht so groß sein kann, daß selbst eine Preissenkung eine bessere Beschäftigung kaum zur Folge hätte. Ein Absatz ins Ausland auch unter den vollen Selbstkosten vermöge eine Steigerung des Gesamtgewinnes zu erzielen, wenn der Exportpreis wenigstens über den variablen Kosten liegt. In dieser Beziehung müssen nach Prof. Schmalenbach die Einheitskosten des Beschäftigungszuwachses über den variablen Kosten liegen.

Bei Dumping, d. i. bekanntlich nach betriebswirtschaftlichem Standpunkt ein Verkauf ins Ausland unter den vollen Selbstkosten (Durchschnittskosten) oder auch schon bei einem Verkauf auf neu zu erschließenden, frachtlich ungünstiger gelegenen, fernen Inlandsabsatzmärkten — auch eine der Krisenerscheinungen — hat demnach die Werksleitung den Standpunkt zu vertreten, daß die gesamten fixen Kosten durch die regulären Inlandverkäufe gedeckt werden müssen, wogegen die variablen Kosten die unterste Grenze des noch zulässigen Dumpingpreises zu bilden haben.

Die Überlegung, daß außer den entfallenden variablen auch alle fixen Betriebskosten von der regulär absetzbaren Kohlenmenge getragen werden müssen, so daß bei außergewöhnlichen Verkäufen mindestens nur die mit der Erzeugung dieser Mengen unmittelbar auflaufenden Kosten gedeckt zu werden brauchen, führte zu der Notwendigkeit, sich über die fixen und variablen Kosten stets am laufenden zu erhalten und dieselben so rasch als möglich nach Monatschluß zu ermitteln. Jeder über die variablen Kosten hereinbrachte Betrag dient zur leichteren Tragung der konstanten Kosten. Gerade derartige Verkäufe beweisen den engen Zusammenhang der Gestehungskosten mit den Verkaufspreisen und die Notwendigkeit einer nicht nur sehr raschen, sondern auch sehr scharfen Erfassung ersterer, soll die verspätete oder falsche Ermittlung der variablen Kosten nicht von uneinbringlichen Verlusten begleitet sein.

Wenn nun, wie gesagt, während der Krise die variablen Gestehungskosten den unteren Grenzwert für den Verkauf bildeten, mußte man in der Zergliederung der Gestehungskosten einen Schritt weiter gehen, um in der Betriebsorganisation wichtige Maßnahmen rasch und richtig treffen zu können. Nachdem der erzielbare Verkaufspreis meist eine gegebene Größe ist, so hat dieser das Kriterium für die Abbauwürdigkeit auch des einen oder anderen Flözes zu bilden. Wenn Betriebe, wie z. B. so manche im westlichen Teile des Ostrau-Karwiner Reviers, gezwungen sind, Flöze mit 45 cm und noch geringerer Mächtigkeit abzubauen, so muß die Rentabilität einer solchen Gewinnung schon sehr scharf erfaßt werden. Diese unangenehme Situation führte bei den von mir geleiteten Gruben weiters zu einer systematischen allmonatlichen möglichst prompten Kalkulation der flözweisen Gestehung nach folgendem Schema:

Am Kopfe einer Tabelle, welche allmonatlich unmittelbar nach Monatschluß von den Betriebsleitungen betriebsweise zusammengestellt wird, werden die einzelnen in Vorrichtung und Abbau befindlichen Flöze nebeneinander angeführt und wird für jedes Flöz angegeben:

die Monatsförderung in Zentnern;

prozentueller Produktionsanteil an der Gesamtförderung;

Leistung pro Grubenarbeiter- und Gesamtarbeiterschicht in Zentnern.

### Kalkulierte Flözgestehung pro l q, und zwar:

Lohn;  
 Zulagen;  
 Materialverbrauch;  
 Grubenmaschinen;  
 Geleuchte;  
 Summe der flözweisen variablen Gestehungskosten.

Aus dem Prozentanteil an der Gesamtförderung jedes Flözes ist zu ersehen, ob sich das betreffende Flöz in Vorrichtung oder bereits im Abbau befindet, bzw. inwieweit dasselbe die Gesamtgestehung beeinflußt. Fällt die Maschinenerhaltung und Amortisation auch außer den Rahmen der sonst üblichen Kostenarten, so erschien deren Aufnahme in dieses Kalkulationsschema aus rein praktischen Gründen am einfachsten (vgl. Professor Fritzsche).

Neben der Ermittlung der Kosten der eigentlichen Kohlegewinnung in den einzelnen Flözen werden aber auch sämtliche anderen Grubenkosten nach folgendem Schema allmonatlich kalkulatorisch erfaßt und zur Ermittlung der variablen Kosten teilweise herangezogen:

Hauptstreckenförderung;  
 Schachtförderung;  
 Schacht- und Querschlagserhaltung;  
 Wasserhaltung;  
 Grubengemeinsames;  
 Gesteinsarbeiten im aufgeschlossenen Felde;  
 Summe der unproduktiven Untertagskosten.

Die derart ermittelten Daten ermöglichen nicht nur interessante Vergleiche der in denselben Flözen arbeitenden Betriebe untereinander, sondern bieten auch überaus wertvolle Anregungen für Änderungen in der Organisation des ganzen Grubengebäudes. Bei Kenntnis der speziellen Verhältnisse lassen sich aus dieser kalkulativen Aufstellung die variablen Gesamtkosten für die Gewinnung der Kohle aus dem Abbau eines jeden Flözes wenigstens annähernd errechnen, wenngleich mit Rücksicht auf die angestrebte prompte Ermittlung dieser Flözkosten auf eine zu weit gehende Genauigkeit verzichtet werden mußte.

Wie ein Märchen aus längst vergangenen Zeiten mutet einen jener Vorkrisenzustand an, wo sich der Verkaufspreis der Steinkohle in erster Linie nach den Gestehungskosten richtete und der alte Grundsatz der klassischen Nationalökonomie noch uneingeschränkt Geltung hatte, daß der Preis einzig von Angebot und Nachfrage reguliert wird und höchstens auf die Höhe des erzielten Gewinnes variierend Einfluß nahm, sich aber nie bis hart an die Gestehungskosten heranwagte. Einer der bedeutendsten österreichischen Nationalökonomien zu Ende des vorigen Jahrhunderts, Prof. Philippovich, erklärte zwar Nachfrage und Angebot nicht als bloße Quantitätsbegriffe, sondern neben der Menge der Ware auch die Zahl der Personen, die Wertschätzung der Ware und des Geldes als Bedingungen, welche auf die Bestimmung der Höhe des Preises von Einfluß sind. Angebot und Nachfrage umfassen die inneren Beziehungen des Käufers und Verkäufers zu den Wirtschaftszwecken, ihren Bedürfnisstand und seine Intensität, ihre Gliederung in soziale Gruppen mit verschiedener Kaufkraft und Verkaufsnotwendigkeit, ihre Scheidung nach der Größe und Art der Unternehmungen. Von demselben Nationalökonomien wurde für die Preisbildung das „Produktionskostengesetz“ aufgestellt, welches lehrt, daß bei beliebig vermehrbaren Gütern der Preis auf die Dauer den niedrigsten Produktionskosten gleichkommen werde, welche zu ihrer Herstellung notwendig sind. Bei solchen Gütern, zu welchen natürlich auch die Steinkohle gehört, ist der Preis also nicht von dem Verhältnis der einzelnen Nachfrage- und Angebotsbedingungen, sondern von der Höhe der niedrigsten Produktionskosten abhängig. Diesen Gedankengang nahmen viele der älteren Volkswirtschaftler auf, so weitgehend, daß ein Sinken des Preises unter die Gestehungs-

kosten als zum sicheren Ruin führende volkswirtschaftliche Unmöglichkeit bezeichnet wird.

Erst die Wiener Schule (Wieser, Böhm-Bawerk usw.) baute zu Beginn unseres Jahrhunderts die schon im XVIII. Jahrhundert von italienischen Nationalökonomien aufgestellte Grenznutzentheorie mit dem subjektiven Grundgedanken aus, daß der Preis nicht, wie die klassische Volkswirtschaftslehre lehrte, unmittelbar von den Kosten abhängig ist, sondern daß die primären Bestimmungsgründe des Preises bei allen Gütern der Gebrauchswert und die Seltenheit, somit Wertschätzungen sind. Darnach wird sich auf der Seite der Produzenten eine nicht fest begrenzte, sondern bei steigenden Preisen wachsende Schicht von Anbietern, auf der Seite der Konsumenten eine mit steigenden Preisen fallende Schicht von Nachfragern ergeben. An dem Punkt, wo sich beide treffen, liegt der Preis (Grenzpaartheorie).

Wie die meisten Theorien der Nationalökonomie nicht Anspruch auf Exaktheit und dauernde Gültigkeit erheben können, so fechten auch besonders die modernen Volkswirte (z. B. Prof. Liefmann), und gar die Betriebswirte, die durch die Schule der Inflation, der zeitweisen Hochkonjunktur und der folgenden Weltwirtschaftskrise gegangen sind, diese Theorien für die Preispolitik als zu eng an. Immer schärfer tritt der Gegensatz zwischen Volkswirtschaftspolitik, die, wie schon der Name sagt, die Wirtschaftspolitik eines ganzen Volkes vor Augen hat, und der privaten Betriebswirtschaft in Erscheinung. Gerade die Weltkrise zeigte, daß die Marktlage für die Steinkohle sich sehr wenig um die Produktionskosten kümmerte und daß sie den Marktpreis einfach diktierte. Wollte der Unternehmer seine Betriebe überhaupt noch weiter aufrechterhalten, so mußte er sich in seinem Angebote dem zum Diktator gewordenen Marktpreis fügen.

Bei einer Massenerzeugung, wie dies bei der Steinkohle der Fall ist, sind die fixen oder nach Dr. Waldes vielleicht richtiger „unvermeidlichen“, von der Erzeugungsziffer unabhängigen Kosten verhältnismäßig derart hoch, daß zunächst getrachtet werden muß, die Erzeugung so hoch als möglich zu halten. Bei sinkender Konjunktur führte dies naturgemäß zur Aufsuchung neuer, nicht angestammter, von der Erzeugungsstätte entfernterer Märkte im Inland, hauptsächlich aber im Ausland, wo man auf Konkurrenzpreise stößt, die man, sofern man dies nur irgendwie erreichen kann, im Interesse der möglichsten Erhaltung der Erzeugungsziffer eben einfach hinnehmen muß.

Dieser Lehrsatz der modernen Betriebswirte, daß sich die niedrigsten Durchschnittselbstkosten in der Zone der Vollbeschäftigung ergeben (Prof. Dr. Schmidt, Prof. Dr. Hellauer), hatte sich in der Krise praktisch allerdings tot gelaufen. Nur zu bald mußten die Bergbauunternehmungen eines Reviers erkennen, daß die mangelnde Aufnahmefähigkeit der Märkte es ausschließt, nach dem alten Rezept durch bessere Beschäftigung der Betriebe eine Herabsetzung der Gesteigungskosten zu erzielen.

Als eine hervorstechende, nicht wenig selbstbewußte Eigenschaft fand ich bei vielen Kaufleuten und praktisch tätigen Betriebswirten die Ansicht, daß der Erfolg nur in der Erzielung günstiger Verkaufspreise liege, wogegen die Gesteigungskosten als etwas Gegebenes hingenommen werden, wenngleich auch andere, z. B. Prof. Dr. Schmidt, schon im Jahre 1930 auf die Wichtigkeit der Senkung der Selbstkosten aus betriebswirtschaftlichen Gründen hinweisen. Gerade in der Weltwirtschaftskrise zeigte es sich aber, daß das finanzielle Gleichgewicht meist nur durch Verbilligung der Gesteigungskosten zu erhalten war, und daß in dieser Hinsicht die Betriebstechniker vor sehr schwierige Aufgaben gestellt wurden, deren Lösung ihnen größtenteils überraschend gut gelang. Neue Organisationen im Betriebe, einschneidende Änderungen im Aufschluß, in der Vorrichtung und Abbauführung, leistungsfördernde Lohnpolitik, rationellere Ausnutzung der vorhandenen Grubenmaschinen, verschiedene Einschränkungen und erfindungsreiche Ersparnismaßnahmen müssen die Selbstkosten derart senken, daß sie sich dem erreichbaren

Preis möglichst anpassen. Kollektivverträge mit den Arbeitern und Angestellten, staatliche Eingriffe in Form von Beschränkungen in der Möglichkeit von Arbeiterentlassungen und der Einstellung von Schächten, die gegebenen Flözverhältnisse und die Anzahl von Angriffspunkten für die Abbautätigkeit usw. vermehren allerdings im hohen Maße die Schwierigkeiten in den Maßnahmen zur Herabsetzung der Gestehungskosten. Die Krise stellte den Bergingenieur und die Werksleitung vor eine schwere Aufgabe. Während sie an eine aufbauende technische Arbeit gewöhnt waren, müssen sie ihre Denkarbeit vollständig umstellen und mit beschränkten Mitteln im höchsten Maße auf die weitestgehende ökonomische Ausnutzung der ihnen zur Verfügung stehenden Einrichtungen und Auswertung der von Natur gegebenen Verhältnisse bedacht sein.

Die Erkenntnis, daß das Streben nach Vollbeschäftigung zu einem nutzlosen Kampf aller gegen alle führen muß, aus dem schließlich niemand Vorteile erlangen würde, daß aber andererseits eine planmäßige Aufteilung der Verkaufs- und damit auch der Fördermengen im Interesse aller Produzenten, nicht zuletzt aber auch der Arbeitnehmer liege, führte in den meisten Kohlenrevieren sehr bald nach Beendigung des Weltkrieges zu revierweisen Verkaufsvereinbarungen oder zu einer Vertiefung bestehender. Die Konkurrenz der einzelnen organisierten Steinkohlenreviere auf den verschiedenen Auslandsmärkten löste bereits seit langem den begrifflichen Wunsch einer internationalen Verständigung aus, die zum Teil in dem im Juni l. J. zustande gekommenen internationalen Kokskartell Ausdruck fand. Allem Anschein nach wird dem Kokskartell bald ein internationales Steinkohlenkartell folgen.

Der Kampf um die Gewinnquote (Unternehmereinkommen) tritt am sichtbarsten im Kampf um den Preis in Erscheinung (Prof. Leitner). Dieser Kampf richtet sich gegen die Mitbewerber und Abnehmer. Die Preise bestimmen den Kostenaufwand und den Unternehmererfolg. Der unorganisierte Kampf des einzelnen gegen alle anderen unterscheidet sich durch Intensität und Wirkung vom organisierten Koalitionskriege der Interessengemeinschaften gegen die anderen.

Daß unter solchen Verhältnissen und bei derartigen Erwägungen der Gedanke der Intensivierung des kommerziellen Zusammenschlusses der Bergbauunternehmungen eines Reviers zu einer dirigierten Wirtschaft allgemein fruchtbaren Boden findet, ist trotz der verschiedenen, vielleicht aber auch gerade wegen der verschiedenen Verhältnisse der einzelnen Schächte nur zu natürlich. Lösen auch in erster Linie rein kommerzielle Interessen einen solchen Zusammenschluß aus, die vielleicht bei weniger engem Anschluß auch zu befriedigen wären, so hat zunächst eine den jeweiligen Absatzverhältnissen angepaßte gleich- bzw. verhältnismäßige Einschränkung in der Ausnutzung der Förderkapazitäten in Hinsicht auf die heute von der Politik so sehr beherrschte Arbeiterfrage für alle Bergbauunternehmungen eine weitgehende Bedeutung. Der Einfluß der Ausnutzung der Fördermöglichkeit einer Anlage auf die Gestehungskosten ist so groß, daß man mit einer reinen Preiskonvention nicht das Auslangen finden würde und ein Mengenverteilungsübereinkommen unerläßlich ist. Die Gliederung der Kartelle in der Wissenschaft in Absatz-, Produktions- und Gewinnkartelle hat für die Steinkohlenpraxis an Bedeutung verloren, weil die hierdurch ausgedrückten einzelnen Kartellzwecke meistens ineinander übergehen.

Die Ausschaltung der Konkurrenz im eigenen Reviere, die Möglichkeit der günstigsten Verteilung der einzelnen Kohlenarten und -sorten auf die Verbraucher, die Ausnutzung der günstigsten Frachtlage, das geschlossene Auftreten auf ferneren Märkten und besonders im Auslande, die Möglichkeit von Abmachungen mit Konkurrenzrevieren und der Erzielung von Einfuhrkontingenten, die Erreichung von Frachtnachlässen oder Durchfuhrfrachten, die Möglichkeit einer Preispolitik mit differenzierten Preisen usw. sind Vorteile kommerzieller Natur, die besonders in Zeiten sinkender Konjunktur und Krisen vielfach geradezu die Existenzfähigkeit von Natur aus weniger reich bedachter und weniger vollkommen eingerichteter Betriebe zu erhalten imstande sind.

Wenn ich mich im allgemeinen auch einer Kritik der Zweckmäßigkeit der Kartelle in öffentlich-rechtlicher Beziehung enthalten will, da eine solche heute in den meisten Staaten zu einem Politikum wurde und übrigens auch außer den Rahmen meines Themas fällt, so kann ich aber doch den Hinweis nicht unterlassen, daß bei angemessener Preispolitik ein Kohlenverkaufskartell nicht in letzter Linie auch den Konsumenten und Arbeitnehmern bedeutende Vorteile bietet. Ein Steinkohlenrevier wie das Ostrau-Karwiner fördert nicht nur in chemischer, sondern auch in physikalischer Beziehung verschiedene Kohlenarten, die zu Sorten klassiert und sortiert werden, welche den Bedürfnissen der Verbrauchergruppen angepaßt werden, so daß nur ein fest gefügter, ein ganzes Revier umfassender Verkaufsapparat imstande ist, die weitestgehenden Wünsche der Kundschaft hinsichtlich Qualität der Kohle restlos zu erfüllen.

Ein Kartell schränkt durch seine strengen, durch Strafsanktionen gewährleisteten Maßregeln überall die geschäftliche Freiheit seiner Mitglieder ein, verweist sie auf ihren Anteil am gemeinsamen Willen und läßt ihnen nur die technische und administrative Selbständigkeit in ihren Betrieben übrig. Gotheins Auffassung, daß das Kartell keine Wurzeln in irgendeinem Gemeingefühl habe und nur ein Mittel des privaten Nutzens sei, kann ich als zu einseitig und eng allerdings nicht teilen. Ist aber auch die Reserve, die sich sehr leistungs- und entwicklungsfähige Betriebe in einem Mengenkartell auferlegen lassen müssen, für diese in der Zeit der Krise ein schwer tragbares Hindernis, so darf nicht übersehen werden, daß höhere staatliche volkswirtschaftliche Interessen die Erhaltung auch minder leistungsfähiger Anlagen im Interesse der arbeitenden Bevölkerung und der Bereitschaft für höhere Anforderungen des Staates oder bei Aufblühen der Konjunktur eine gewisse Rücksichtnahme erheischen und vor allem die Erhaltung einer disziplinierten Ruhe der Belegschaft in einem Reviere auch ihnen im hohen Maße zugute kommt.

Wir sehen also, wie jedes Kompromiß gewisse Opfer von jedem Kompasziszenten verlangt, daß auch der kommerzielle Zusammenschluß der Bergbauunternehmungen ohne solche nicht möglich ist. Die Organisation der Verteilung der Absatzmengen und des Verkaufs ist natürlich mit bedeutenden Kosten verbunden, die um so größer sind, je weiter die Expansionsbestrebungen gehen. Eine minder leistungs- und entwicklungsfähige Unternehmung wird ihr Tätigkeitsfeld nicht so weit erstrecken müssen und bei einiger Geschicklichkeit mit einem bescheideneren Apparat auch den erforderlichen Absatz finden, ohne die schlechtpreisigen Verkäufe in frachtlich ungünstigere Gebiete mitmachen zu müssen. Solche Expansionsbestrebungen, die vielfach die minderleistungsfähigen Unternehmungen nicht zu haben brauchen, wohl aber die entwicklungsfähigen nicht entbehren können, bringen letzteren beim Zusammenschluß einen Bundesgenossen, der, wenn auch mit Opfern, ihnen wertvolle Gefolgschaft und Unterstützung leistet.

Sind, so wie z. B. im Ostrau-Karwiner Revier, gerade die größten und leistungsfähigsten Unternehmungen als Hüttenzechen zum Teil Selbstversorger, so bietet ihnen schließlich ein solcher Zusammenschluß auch die Möglichkeit, ohne ängstliche Bedachtnahme auf die Erhaltung ihres Kundenstockes in Zeiten guter Konjunktur der Hüttenwerke ihre Kohlenerzeugung im eigenen Unternehmen verwerten zu können, dagegen bei Abflauen derselben bzw. gar in so schweren Krisenzeiten bei wesentlich verringerter Selbstentnahme ohne Mühe mit den ihnen quotenmäßig zustehenden Mengen auf den Markt zu kommen. Daß natürlich ein Kampf des einen gegen den anderen in einem Revier selbst den Mächtigsten schwere Opfer kosten würde, ist ja ebenso selbstverständlich, wie die Position eines einzigen Outsiders im Schatten einer festgefügten Verkaufsvereinigung geradezu zwar ein egoistischer, aus höheren volkswirtschaftlichen Interessen nicht zu rechtfertigender, aber immerhin beneidenswerter Idealzustand ist.

Die Preispolitik der Kartelle unterscheidet sich natürlich wesentlich und ganz besonders in Zeiten schwerer Wirtschaftskrisen von jener der Einzelunternehmung im freien Handel. Während die letztere in normalen Zeiten bestrebt sein mußte, wenigstens den sog. gerechten Preis zu erzielen, um das Gleichgewicht mit den Gestehekungskosten und ein angemessenes Einkommen zu erhalten und in Zeiten schwerer Krisen die Verluste wenigstens niedriger zu halten als sie bei einer Stilllegung der Betriebe entstehen würden, bildet in einem Kartell die Preisuntergrenze ein wesentlich niedrigerer Marktpreis, bei dem die wirtschaftlich reicheren, besser ausgestatteten und organisierten Betriebe gerade noch ohne wesentliche Substanzverluste durchkommen.

Bringt die Rücksichtnahme auf die Konkurrenzpreise schon gewissermaßen, wie ich früher ausführte, eine Entfremdung zwischen Verkaufspreisen und Gestehekungskosten zugunsten der ersteren mit sich, so löst ein solcher kommerzieller Zusammenschluß diesen Zusammenhang sozusagen beinahe vollständig. Verschieden leistungsfähige Betriebe haben naturgemäß auch trotz einheitlicher Lohnsätze in einem Revier, die in neuerer Zeit meist in den revierweisen Kollektivverträgen verankert sind, je nach den erzielten Durchschnittsleistungen und sonstigen Verhältnissen sehr verschiedene Gestehekungskosten. Die natürliche Flözablagerung, Vollkommenheit der Einrichtungen, die maschinelle Ausstattung, die Fördertiefe und Länge der Förderwege, die Kapazität der Förderanlage und viele andere ja füglich bekannte Umstände vermehren die unvermeidlichen Differenzen in den Selbstkosten. Es ist selbstverständlich, daß ein gemeinsamer Verkauf mit durchgerechneten Preisen individuelle Rücksichten auf den einzelnen nicht mehr kennen kann. Wie beneidenswert ist da doch die Einstellung des Kaufmanns, dessen Tätigkeit sich in der Erzielung der bestmöglichen Preise und Verkaufsbedingungen erschöpft und der eine weitere Verantwortung nicht zu tragen hat, gegenüber dem Betriebsleiter, der sich förmlich quälen muß, mit möglichster Beschleunigung einem erfolgten Preisabbau erfinderisch trotz vielfach gebundener Hände die entsprechende Senkung der Gestehekungskosten folgen zu lassen. Ungerecht und sogar moralisch verwerflich wäre es allerdings, bei einem kommerziellen Zusammenschluß von jedem Teilnehmer dessen Beteiligung an zu schlechtpreisigen, unter seinen variablen Kosten liegenden Verkäufen verlangen zu können, so daß hier in den Statuten jedem Teilnehmer die Abstinenz freisteht — ein letzter schwacher Rest der Beziehung zwischen Preis und Kosten.

Wenn ich die internen Vorteile und Nachteile eines solchen kommerziellen Zusammenschlusses gegeneinander kritisch abzuwägen versucht habe, so kann ich schließlich mein Urteil nicht unterdrücken, daß die kartellbedingte weitgehende Loslösung des Verkaufspreises von den Gestehekungskosten beim Verkäufer vielleicht zu sehr den Ansporn zur Erzielung besserer Preise nimmt, während beim Betriebsleiter eine gewisse Mißstimmung gegen die kaufmännische Tätigkeit und Unterschätzung derselben eintritt. Die Vereinigung beider Tätigkeiten, der Erzeugung und des Verkaufes, d. h. die Einflußnahme auf Kosten und Preis von einer gemeinsamen Stelle aus, erleichtert das Abwiegen aller Möglichkeiten und vermehrt unbedingt den verantwortungsbewußten Reiz und Ehrgeiz zur Erzielung einer möglichst großen Spanne zwischen beiden Gewinnkomponenten.

Die allgemeine wirtschaftliche Belebung in der Welt, an der wir im Ostrau-Karwiner Revier last not least durch eine bedeutende Steigerung unseres Exports seit Beginn dieses Jahres beteiligt sind, hat uns glücklicherweise nach sieben mageren Jahren wieder eine, wenn vielleicht auch nur Scheinkonjunktur gebracht, die uns von selbst über manche meiner obigen Reminiszenzen aus der Krisenzeit hinweghelfen mag. Im Interesse unseres Bergmannstandes will ich hoffen, daß wir jetzt recht lange wieder aufbauend tätig sein können und die Entfremdung zwischen Gestehekungskosten und Verkaufspreis wieder der wünschenswerten Verbundenheit weicht.

## Energiewirtschaft und Bergbau

Von Dipl.-Ing. Ernst Otto Koch, Berlin

Vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus versteht man unter Energie ganz allgemein einen eigenartigen, uns nur zum Teil vorstellbaren Zustand von festen, flüssigen oder gasförmigen Körpern, der „Arbeit zu leisten“ imstande ist. In der Natur stehen den physischen Körpern die Energien gegenüber. Die Körper haben die Eigenschaft, durch ihr Vorhandensein den Raum zu erfüllen, während die Energien als Triebkräfte der Natur den Raum oder die Körper als Feld benutzen und in ihm als Erscheinungen und Zustände wirken. Diese Zustände unterliegen einer fortwährenden Umwandlung in andere Formen, die sich schließlich der Mensch durch Gewinnung zum Verbrauch zu wirtschaftlichen Zwecken nutzbar macht.

Je nach dem Verhältnis ihrer Gebundenheit an den Körper unterscheidet man geleitete oder getragene Energien. Zu den geleiteten Energien gehören:

Elektrizität,	Magnetismus,
Licht,	Radioaktivität,

während man zu den getragenen Energien

den Schall,	die mechanische Energie,
die Schwerkraft,	und zwar potentielle und kinetische,
die Elastizität,	und die chemische Energie

rechnet.

Es würde zu weit führen, diese verschiedenen Energieformen im einzelnen näher zu beschreiben.

Unter dem Ausdruck Energie, wie er in dem volkswirtschaftlichen Begriff „Energiewirtschaft“ gebraucht wird, und wie er auch in den weiteren Ausführungen zugrunde gelegt wird, sollen nur Gas oder Elektrizität und unter dem Ausdruck Energiewirtschaft nur die Erzeugung, Fortleitung und Verwendung des elektrischen Stromes und des Gases verstanden werden, des elektrischen Stromes auch nur insoweit, als er nicht der Fortleitung und Übertragung von Zeichen dient.

In der Gesamtwirtschaft eines Volkes nimmt die Energiewirtschaft, obwohl sie das jüngste Glied darstellt und erst durch die neuzeitliche Kulturentwicklung ermöglicht wurde, eine sehr beachtliche Stellung ein. Wenn die Aufgabe der Wirtschaft ganz allgemein dahin umrissen werden kann, die Bedürfnisse der Menschen zu befriedigen, so ist die Aufgabe der Energiewirtschaft die Deckung des gesamten Energiebedarfs eines Volkes für Licht, Kraft, Wärme und sonstige Zwecke. Die Stellung der Energiewirtschaft innerhalb der Wirtschaft eines Volkes ist insofern eine besondere, als die Energie in irgendeiner Form allen Gebieten des menschlichen Schaffens dient. Dabei ist es gleichgültig, in welcher Form sie auftritt, ob sie als mechanische, elektrische oder Wärmeenergie gebraucht wird.

Die Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft ist in weitgehendem Maße von der vollen Einsatzfähigkeit ihrer Energieversorgung abhängig. Die Forderung nach wirtschaftlicher Sicherheit macht es daher notwendig, über Energiequellen und Struktur der Energieversorgung sowohl des eigenen Landes als auch anderer Länder Klarheit zu erlangen, um sich ein Urteil nicht nur über die tatsächlichen, sondern auch die potentiellen Kraftreserven einer Volkswirtschaft bilden zu können.

Der Fortschritt in der Auswertung der Energiebasis ist eine wichtige Voraussetzung für die Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Leistungsfähigkeit. Er bestand bisher in fortwährenden Verbesserungen im Bereich der Energieumwandlung und Fortleitung, die im wesentlichen mit der Erfindung der Dampfmaschine begannen und sich schließlich in einer ununterbrochenen Weiterführung des Elektrifizierungsprozesses und Vervollkommnung des Gasversorgungssystems fortsetzen.

Die Natur bietet nun ihre Energieschätze in mannigfaltiger Form dar. Grundlage einer jeden Energiewirtschaft ist es daher zunächst, die Energiequellen zu erforschen und den Nutzbarkeitsgrad der verschiedenen zur Verfügung stehenden Rohenergien zu erkennen. Das Arbeitsgebiet der Energiewirtschaft läßt sich dann ungefähr dahin umschreiben, daß die Gewinnung der Energieträger zu den primären Aufgaben gehört. Das zweite Betätigungsfeld liegt in der Bereitstellung der Energieträger. Es umfaßt sowohl den Prozeß der Energieumwandlung, welcher die Energieträger in die wirtschaftlich verwertbare Form (Dampf, Elektrizität, Gas oder Öl) bringt, als auch die Energieverteilung. Das von Seiten des Energieverbrauchs kommende Bestreben, eine möglichst rationelle Nutzung der in verschiedener Form zur Verfügung gestellten Energie herbeizuführen, schließt den Aufgabenkreis der Energiewirtschaft.

Die einzelnen Energiequellen, wie z. B. die Gezeiten, der Wind, das Wasser der Flüsse und Seen, das Holz, die Kohle, das Erdöl unterscheiden sich voneinander nicht nur durch die in ihnen enthaltene Energiemenge, also ihr Wärmeäquivalent und ihre chemischen Eigenschaften, sondern auch durch ihren Formwert, ihre Gewinnbarkeit und ihre Dauerhaftigkeit. Alle diese Merkmale bestimmten von Natur aus die Nutzungsmöglichkeiten der einzelnen Energiequellen.

Für die praktische Ausbeutung, d. h. für den Ansatz menschlicher Arbeit auf dem Gebiete der Energiegewinnung, kommt jedoch der Energiedichte entscheidende Bedeutung zu, denn, um Energie zu gewinnen, muß menschliche Arbeit, also wiederum Energie, eingesetzt und aufgewendet werden, und erst, wenn die neue gewonnene Energie mehr Menschenarbeit spart als eingesetzt worden ist, lohnt der Aufwand. Naturgemäß ist die Nutzungsmöglichkeit und dementsprechend auch die praktische Ausbeutung der gegebenen Energiequellen in jedem Lande nach Ort, Zeit, Menge und Güte verschieden.

Technisch können alle Energiequellen nutzbar gemacht werden. Selbst für die Verwertung der Sonnenwärme und der in den Gezeiten enthaltenen Energien bestehen Pläne. Wirtschaftliche Bedeutung haben bisher jedoch nur die Kohle, das Erdöl, ferner das Holz und die Wasserkraft, in geringerem Umfang auch Erdgas, Torf und Ölschiefer erreicht. Daneben spielt die Ausnutzung der Windkraft meistens noch in der überlieferten Form der Windmühle in der Energiewirtschaft einiger Länder eine gewisse Rolle.

Um sich die Bedeutung der Energiewirtschaft im Rahmen der gesamten Wirtschaft vor Augen zu führen, braucht man nur eine kurze Umschau auf verschiedene Gebiete der Gütererzeugung zu halten. Z. B. verdankt die Landwirtschaft einen großen Teil ihrer Düngemittel der Elektrizität oder dem aus der Kohle gewonnenen Gas und der Aktivierung des Stickstoffs der Luft zu Ammoniak und Salpetersäure. Das gesamte Berg- und Hüttenwesen, das man sich gemeinhin eigentlich nur an Kohle und Erze gebunden vorstellt, ist in Wirklichkeit, wie später noch auszuführen sein wird, in doppelter Hinsicht an der Energiewirtschaft interessiert. Im Verkehrswesen begegnen wir beinahe allen Energieträgern, so daß unser gesamtes Leben ohne Energiewirtschaft überhaupt nicht mehr vorstellbar ist. Dadurch, daß jeder einzelne von uns in irgendeiner Weise von der Energie abhängt und durch die Regelung der Energiewirtschaft betroffen wird, erwächst der Energiewirtschaft eine ungeheuer große Verpflichtung. Sie muß, damit der ungestörte Fortgang unseres heutigen Lebens gewährleistet wird, die benötigte Energie jederzeit sicher und so billig wie möglich zur Verfügung stellen. Dazu ist notwendig, daß sie für eine planvolle Ausnutzung der naturgegebenen Vorräte Sorge trägt, die sich nicht nur auf eine zweckmäßige Gewinnung und Verwendung beschränkt, sondern auch die Energieumwandlung in Richtung einer gesteigerten Ausnutzung der Energieträger und die wärmewirtschaftliche Rationalisierung des Verbrauchs betreibt.

In einem Referat über Energiewirtschaft und Bergbau können die Möglichkeiten der Energiegewinnung aus den Gezeiten, dem Wind und den Wasserkraften außer Betracht bleiben. Außerdem können, da die Vorkommen der Energiequellen in den einzelnen Ländern verschieden sind, statistische Zahlen über die Vorräte in den einzelnen Ländern



weggelassen werden. Es sollen nur die den Bergbau besonders betreffenden Fragen und die Richtung, in denen sich die Entwicklung der Energiewirtschaft bewegt, in den Vordergrund gestellt werden.

Den Bergbau interessiert in erster Linie die Förderung der Energierohstoffe: Erdöl, Stein- und Braunkohle. Im engsten Zusammenhang mit der Förderung steht der Verbrauch. Das natürliche Vorkommen der Rohenergien und die wirtschaftliche Nutzung der Energieträger fallen in der Regel örtlich auseinander. Aus dem Bestreben nach möglichst sicherer, schneller und wirtschaftlicher Bereitstellung der Energieträger entstand daher das Energietransportproblem, das im wesentlichen zu zwei Lösungen geführt hat:

1. Transport stofflicher Energieträger, also der Rohenergien durch die Verkehrsmittel,
2. Energieumwandlung und Fortleitung veredelter Energieformen.

Der Transport der Brennstoffe zu den Stellen ihrer Verwendung stellt nicht nur eine wichtige Aufgabe der Verkehrswirtschaft dar, sondern bedeutet in sich wieder ein neues Energieproblem.

Die zweite Lösung, welche die stofflichen Energieträger durch Umwandlung in neue Formen wirtschaftlich besser nutzbar machen will, ist die eigentliche Grundlage der technischen und ökonomischen Fortschritte in der Energiewirtschaft und der primäre Anlaß für die Erfolge in der Veredelung fester Brennstoffe. Der Bedarf der Wirtschaft an veredelter Energie, d. h. an Stoffen mit möglichst hohem Energiegehalt, wurde verstärkt durch die Notwendigkeit, Energie in leicht teilbarer Form für den Antrieb der stark spezialisierten, modernen maschinellen Betriebseinrichtungen bereitstellen zu müssen. Hierdurch wurden Fernstromversorgung durch die Netze der Großkraftwerke und Ferngasversorgung durch die Verbundwirtschaft zwischen Kokereien und örtlichen Gaswerken ständig gefördert und die Grundlage geschaffen, für eine nach einheitlichen Gesichtspunkten zu leitende Energiebewirtschaftung. Andererseits führt der natürliche Mangel an für die Kraftverkehrswirtschaft unentbehrlich gewordenen Treibstoffen, vor allem in den europäischen Ländern, über die schon bekannten Verfahren zur Veredelung fester Brennstoffe hinaus zur Auffindung von Verfahren, die eine Verflüssigung der Kohle ermöglichen.

Bezüglich des Anteils der vom Bergbau geförderten Rohenergien Stein- und Braunkohle an der Erzeugung der Energieträger Gas und Strom lassen sich, beeinflusst durch außerhalb des Bergbaues liegende Momente, gewisse Entwicklungslinien herauschälen, die im folgenden skizziert werden sollen:

Das ausgehende 18. und das ganze 19. Jahrhundert sind energiewirtschaftlich gesehen uneingeschränkt als das Zeitalter der Kohle zu bezeichnen. Der Aufschwung der Kohlenwirtschaft wurde von den damals gegebenen Voraussetzungen getragen, nämlich von dem Aufbau der Industriewirtschaft, die ihrerseits durch ihre fortschreitende Produktionstechnik dem Bergbau erst wieder die Möglichkeit gab, in größere Teufen gehen zu können, um die dort liegenden Flöze auszubeuten. An der Entwicklung waren weiter beteiligt die zunehmende Verdichtung des Weltverkehrs und schließlich hat durch weitere Fortschritte der Technik die Zurückdrängung der alten Energieträger Holz, Wind, Pflanzenöl und mechanische Wasserkraft die Zunahme der Kohlenförderung begünstigt.

Die Steinkohlenförderung ist vor dem Krieg ganz allgemein gestiegen, und zwar in der ersten Zeit mehr als es kurz vor dem Krieg der Fall war. In der Nachkriegszeit, vor allen Dingen zwischen 1924 bis 1935, hat die Steinkohlenförderung der Welt von Jahr zu Jahr um 0,4% abgenommen. Diese Feststellung schließt nicht aus, daß in einigen Ländern die Förderung trotzdem zugenommen hat, doch sind es dann meistens Länder, die vorher ihren Steinkohlenbergbau noch nicht intensiviert hatten, wie das bei den alten Steinkohlenbergbauländern geschehen war.

Im Gegensatz zur Steinkohle ist die Braunkohlengewinnung in der Nachkriegszeit allgemein rascher gestiegen als vor dem Kriege. Deutschland, auf das etwa 70% der Weltbraunkohlenförderung entfallen, hat von 1925 bis 1935 im Jahresdurchschnitt un-

gefähr zwei Drittel mehr gefördert als 1913. In einigen Ländern, z. B. Kanada und Rumänien, die erst nach dem Kriege ihren Braunkohlenbergbau zu entwickeln begannen, wird gegenwärtig mehr als das Zehnfache von 1913 gefördert.

Die stärkere Bevorzugung der Braunkohle und damit die Steigerung der Braunkohlenförderung ist vor allen Dingen infolge der Kohlennot während des Krieges und der Nachkriegsjahre hervorgerufen worden. Die Verwendung der Braunkohle hat auch durch die Entwicklung der Wärmewirtschaft eine Förderung erfahren, vor allen Dingen durch die Bestrebungen, die auf eine stärkere Verwendung von Brennstoffen niederen Heizwertes abzielen, da vor der Steinkohle die Braunkohle die größere Billigkeit voraus hat.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts begann der Aufschwung der Erdölgewinnung, die durch den Krieg und die nachfolgenden Jahrzehnte erst recht zur vollen Blüte gebracht worden ist. Im Jahre 1860 betrug die Weltförderung an Erdöl rund 80.000 t, bis 1900 war sie auf ungefähr 20 Mill. t gestiegen und um 1930 wurden etwa 200 Mill. t gewonnen. In den 50 Jahren von 1880 bis 1930 hat sich die Erdölförderung von Jahrzehnt zu Jahrzehnt verdoppelt.

Aus dieser kurzen Schilderung ist zu ersehen, daß die Entwicklung der Förderung der drei Energierohstoffe Steinkohle, Braunkohle und Erdöl durchaus nicht einheitlich war.

Dieser Umstand hängt mit den Fortschritten der Wärmewirtschaft und mit der Wandlung des Energieverbrauchs in unmittelbarem Zusammenhang, beides Momente, die den Bergbau unmittelbar berühren.

Die Entwicklung der Wärmewirtschaft, wie z. B. die Verbesserung des Meßwesens, die Einführung einer planmäßigen wärmewirtschaftlichen Überwachung der Anlagen, Fortschritte im Bau von Dampfkesseln und Feuerungen und Anpassung der Ofenbauart an die verschiedensten Zwecke der industriellen Verwendung, Erhöhung des gesamten Wirkungsgrades durch Zusammenfassung kleinerer Anlagen, Kupplung von Kraft- und Wärmeanlagen usw., hat den spezifischen Energieverbrauch für die verschiedensten Zwecke niedriger werden lassen. Schon von der Mitte des vorigen Jahrhunderts an ist der Brennstoffverbrauch je Erzeugungseinheit alle 20 Jahre um 15 bis 20% durch wärmewirtschaftliche Verbesserung gesenkt worden. Die Kriegs- und Nachkriegszeit mit ihrer Kohlenknappheit hat diese Entwicklung beschleunigt, so daß in der kurzen Zeit von 1920 bis 1930 der Brennstoffverbrauch je Erzeugungseinheit um 15 bis 30% niedriger gehalten werden konnte. An praktischen Beispielen werden diese Zahlen deutlicher. Um 1820 wurden für die Erzeugung einer Pferdestärke in Kraftmaschinen 4 kg Kohle, heute werden 0,5 kg verbraucht. Für die Erzeugung von 1 kg Rohstahl waren früher rund 4 kg Kohle, heute ist etwa 1 kg Koks erforderlich. Die Gasausbeute je Tonne Kohle ist von 300 bis 350 cbm im Jahr 1913 auf 450 bis 500 cbm im Jahre 1930/31 gestiegen. Der Kohleneinsatz in den Elektrizitätswerken sank von 10.500 bis 14.000 WE/kWh im Jahre 1913 auf 2800 bis 4900 WE/kWh im Jahre 1935.

In den seltensten Fällen, meistens nur noch auf früheren Stufen einer energiewirtschaftlichen Entwicklung, werden die Energieträger in dem Zustand verbraucht, in dem sie vom Bergbau gefördert werden. Je weiter die technische Entwicklung vorwärts geschritten ist, desto mehr werden die Energierohstoffe vor dem endgültigen Verbrauch einer Verfeinerung oder Veredlung unterzogen. Sie werden hierbei in Energieformen umgewandelt, die im Hinblick auf die praktische Verwendung von höherem Wert sind. Während um die Jahrhundertwende etwa drei Viertel der dem Verbrauch bereitgestellten Energiemengen in roher Form verbraucht, also als Rohkohle oder Holz einfach verfeuert wurden, wird gegenwärtig mehr als die Hälfte von diesen in veredelter Form, d. h. als Gas, Elektrizität, Koks oder Öl dem Verbrauch zugeleitet. Bei dieser Entwicklung im Verbrauch der Energie ist der übergeordnete Gedanke leitend gewesen, daß Energieveredlung in der Regel auch Energieersparnis bedeutet.

Dies ist für den Bergbau insofern von Bedeutung, als eine wirtschaftliche Belebung bezüglich der Fördermengen bei der Kohle in der Regel langsamer oder später vor sich

geht als eine Aufwärtsentwicklung bei anderen Wirtschaftszweigen, weil eben infolge des steigenden Wirkungsgrades beim Energieverbrauch die wertvolle Kohlenenergie eine viel wirtschaftlichere Ausnutzung erfährt als früher.

Angesichts dieser Tatsache und in der Erkenntnis, daß die Vorkommen an Kohle und Erdöl mengenmäßig und auch örtlich begrenzt sind, wenn auch für die jetzige und die nachfolgenden drei oder vier Generationen die Mengen als unerschöpflich bezeichnet werden können, hat sich der Bergbau fast ganz allgemein der Veredlung der Rohenergieträger zugewandt. Schon seine innige Verbundenheit mit der Hüttenindustrie, für die der Koks erzeugt werden mußte, ließ die Frage nach einer wirtschaftlichen Verwendung des zwangsläufig anfallenden Gases brennend werden. Hinzu kam, daß durch Verheizen der schlecht absetzbaren Kohlsorten unter den Kesseln von Kraftanlagen eine teilweise Lösung des sog. Sortenproblems erreicht werden mußte.

Wie schon erwähnt, stand der Anfang der energiewirtschaftlichen Entwicklung im Zeichen der Kohle, und insbesondere der Steinkohle. So ist auch der älteste Träger der Elektrizitätswirtschaft der Steinkohlenbergbau gewesen. Solange nämlich die Möglichkeit, elektrischen Strom auf Hochspannungsleitungen über weite Strecken fortzuleiten, noch nicht bestand und der Strom deshalb unmittelbar am Ort des Verbrauchs erzeugt werden mußte, kam für die Erzeugung ganz überwiegend Steinkohle in Betracht, da nur sie als hochwertiger Brennstoff mit durchschnittlich 7200 WE/kg einen Transport zu den verschiedenen, weit über das ganze Land verstreut liegenden Verbrauchsstellen verträgt. Braunkohle, die wegen ihres hohen Wassergehalts wirtschaftlich nicht transportiert werden konnte, fand nur in den wenigen Kraftwerken Verwendung, die in unmittelbarer Nähe der Braunkohlengruben lagen.

Als aber die Fernleitungstechnik im letzten Jahrzehnt die bekannten großen Fortschritte machte und die wirtschaftliche Fortleitung elektrischer Energie über Hunderte von Kilometern gestattete, wurde damit eine für den Bergbau bedeutungsvolle Entwicklungsperiode eingeleitet. Jetzt konnten Erzeugung und Verbrauch örtlich getrennt und die Stromerzeugung für weite Gebiete in einzelnen größeren Kraftzentralen zusammengefaßt werden, die wesentlich wirtschaftlicher arbeiten als zahlreiche kleine Kraftwerke. Die wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine Elektrizitätsverbundwirtschaft waren gegeben.

Gleichzeitig wurde dadurch, wenigstens in Deutschland, auch eine Verwertung der Braunkohle für die Elektrizitätserzeugung in wesentlich größerem Maße als bisher möglich. Betrug noch im Jahre 1926 der Anteil der Stromenergie aus Braunkohle 33,7% gegenüber 38,5% aus Steinkohle, so hat die Braunkohle mit 46,6% Anteil an der aus festen Brennstoffen erzeugten Strommenge der Steinkohle mit nur 30,8% im Jahre 1935 den ersten Platz in der Elektrizitätserzeugung strittig gemacht. Nach der Statistik des Reichskohlenverbandes bezogen in Deutschland die Elektrizitätswerke im Jahre 1935 rund 4,5 Mill. t Steinkohle und 23,6 Mill. t Braunkohle gegenüber 5,6 bzw. 24,1 Mill. t im Jahre 1929.

Anders liegen die Verhältnisse auf dem Gebiete der Gaserzeugung. Die Gaswirtschaft stützt sich, abgesehen von ganz wenigen Ausnahmen, fast vollständig auf die Steinkohle. Vorderhand spielen die aus Braunkohle erzeugten Stadtgasmengen noch eine untergeordnete Rolle. Dabei darf man jedoch nicht übersehen, daß für die Erzeugung von Stadtgas aus Braunkohle in letzter Zeit eine ganze Reihe von Verfahren bekannt geworden sind. Gerade in Mitteldeutschland ist man z. B. in viel stärkerem Maße bemüht als gemeinhin bekannt ist, Braunkohle als Ausgangsrohstoff für die Stadtgaserzeugung zu erschließen, nachdem das Braunkohlengas in der industriellen Verwertung bereits eine beachtliche Stellung eingenommen hat. Man wird in nicht allzuferner Zukunft mit der Braunkohle als Rohstoff für die Gaswerke rechnen müssen. Es wird Rohbraunkohle nicht nur in unmittelbarer Nähe der Gewinnungsstellen verarbeitet werden, so daß neben den großen mitteldeutschen Elektrozentralen einmal ebensolche Gaszentralen entstehen, sondern

man stellt auch Versuche an, in Mischung mit Gaskohle, Braunkohlenbriketts durch besondere Verfahren in den in der Nähe der Gruben liegenden Gaswerken zur Vergasung zu bringen. Weiterhin werden die durch die Aufnahme der Braunkohlenschwelung anfallenden Gasmengen zur Erhöhung der Gaserzeugung aus Braunkohle beitragen.

Im engsten Zusammenhang, sowohl technisch als auch wirtschaftlich, mit der Gaserzeugung steht die Erzeugung der Nebenprodukte, vor allen Dingen des Kokes. Es haben sich in der Steinkohlenveredelung durch Hochtemperaturvergasung zwei Systeme herausgebildet, die von den technischen Erfordernissen diktiert waren, sich aber heute zur Zusammenarbeit gefunden haben, und zwar das zentralisierte System der Zechenkokereien, bei denen ursprünglich der Koks das Hauptprodukt darstellte, und das dezentralisierte System der Gaswerke, deren Zweck zunächst auf die Erzeugung des Gases gerichtet war. Beide Systeme haben sich im Laufe der Zeit mehr und mehr angeglichen, einmal durch den Umstand, daß die bei der Kokserzeugung anfallenden Gasmengen einer volkswirtschaftlich vernünftigen Verwendung zugeführt wurden, zum anderen durch die Tatsache, daß die Koksversorgung des jeweiligen Verteilungsgebietes durch die Gaswerke mehr und mehr die gleiche Bedeutung wie die Gasversorgung selbst erlangt hat.

Der Ausbau einer Gasverbundwirtschaft ist für den Bergbau insofern von weittragender Bedeutung, als das Zechengas mehr als es bisher der Fall war, in den Haushalt- und Kleingewerbeabsatz, vor allen Dingen aber in die nicht im Gebiet der Kohle beheimatete Industrie, vordringt und sich dadurch eine breitere Grundlage und damit auch eine krisenfestere Abnehmerschaft sichert. Bekanntlich muß sich der Bergbau in weit größerem Maße als andere Industrien in seiner Arbeitszeit und damit auch in dem Lohn, den die Gefolgschaft verdient, der Absatzlage anpassen. Je mehr es dem Bergbau gelingt, sich in die Gaswirtschaft einzugliedern, desto mehr werden sich die Absatz- und damit Beschäftigungsschwankungen im Bergbau ausgleichen lassen. Gleichzeitig gewinnt der Bergbau dann aber auch weitere Bedeutung als Erzeuger der zwangsläufig anfallenden Nebenprodukte Koks, Teer, Benzol usw., die für umfangreiche Industrien die notwendigsten Rohstoffe darstellen. Es liegt also durchaus im Interesse des Bergbaues, wenn auch die neuen Kohlenveredelungsverfahren, wie z. B. Benzinsynthese, Schwelung usw. weitgehende Förderung erfahren.

Zusammenfassend läßt sich also feststellen, daß der technische Fortschritt, der seinen Ausdruck fand im Bau und Betrieb von Großkraftzentralen und Hochspannungsnetzen, die relative Zurückdrängung der Steinkohle dadurch beschleunigt hat, daß die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft und geringwertigen Brennstoffen wie Braunkohle und Torf ermöglicht wurde. Großkraftzentralen und Hochspannungsstraßen haben die Entwicklung solcher Wirtschaftsgebiete gefördert, die vorher mangels eigener Energiequellen und infolge ungünstiger Verkehrslage wirtschaftlich wenig erschlossen waren. Die Großkraftwerke wirkten selbst wieder standortbildend und zogen eine Reihe neuer Industrien, die elektrochemische und die elektrometallurgische Produktion, an sich. Für einige junge Industrieländer sind gerade diese Produktionszweige von verhältnismäßig hoher Bedeutung, da sie sich in ihrer Entwicklung im wesentlichen auf die Ausnutzung von Wasserkraft-, Erdöl- und Braunkohlenvorkommen stützen müssen. Der Anstieg des Steinkohlenverbrauchs hat sich dadurch gegenüber anderen Energiequellen ständig verlangsamt.

Es ist ganz natürlich, daß vom Steinkohlenbergbau alles getan wird, um eine verstärkte Wiedereinschaltung der Steinkohle herbeizuführen. In seiner Rede am 5. August 1937 in Königsberg hat auch Herr Direktor Krecke, der Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft, dieses Problem aufgegriffen und kommt u. a. zu der für den Steinkohlenbergbau sicherlich erfreulichen Feststellung, daß alle leistungsfähigen Zechenkraftwerke in die Verbundwirtschaft der öffentlichen Versorgungsunternehmen eingegliedert werden müssen.

Für eine weitere Wiedereinschaltung der Steinkohle sind daneben noch andere Möglichkeiten gegeben. Neuerdings weist auch die andere Energieform, das Gas, beachtliche

Tendenzen zum universalen Energieträger durch den Ausbau der Ferngasversorgung und durch die Fortschritte in der Kohlenveredelung auf.

Die Gasverbundwirtschaft soll nicht nur die restlose wirtschaftliche Verwertung der in Kokereien und Gaswerken erzeugten Gasmengen sicherstellen, sondern sie soll auch in Zukunft Absatzmöglichkeiten schaffen für Reichgase, die bei der Benzinsynthese gewonnen werden, sowie für die Restgase, die bei der Stickstoffsynthese anfallen. Die Gasfernversorgung ist also wirtschaftlich eng mit der Kohlenveredelung und auf diese Weise wiederum mit dem Bergbau verknüpft. Andererseits erfährt die Gasverbundwirtschaft hierdurch eine weitere Stärkung ihrer Leistungsfähigkeit und ist auf Grund der verfügbaren Gasmengen in der Lage, die größten Aufgaben innerhalb der Energiewirtschaft zu erfüllen. Der gesamte Kohlenbergbau ist damit an einer beginnenden Entwicklung beteiligt, die sich von der verschwenderischen Verwendung der Brennstoffe mehr und mehr abwendet und die bei der bisherigen unmittelbaren Verbrennung zum größten Teil verlorengehenden Energiemengen nutzbar macht.

Es ist eine unbestrittene Tatsache, daß das große Gebiet der Energiewirtschaft in seiner heutigen Bedeutung keine Privatangelegenheit mehr ist, sondern daß vielmehr Volk, Gesamtwirtschaft und Staat ein Lebensinteresse an allen Belangen der Energiewirtschaft haben. Diese Erkenntnis ist an und für sich nicht neu, sondern der Gedanke, von Staats wegen auf die Energiewirtschaft Einfluß zu nehmen, ist schon früher in den verschiedensten Ländern aufgetaucht. Jedoch sind die Methoden, mit denen der Staat versucht, die Energiewirtschaft zu lenken, mitunter verschieden. Auch werden nicht immer alle Energieträger erfaßt, meist haben sich irgendwelche Vorschriften nur auf die Elektrizitätswirtschaft beschränkt.

So hat England z. B. das Central Electrical Board eingesetzt und das bekannte große Sammelschienenetz in Angriff genommen, das die leistungsfähigsten Erzeugerstätten miteinander verbindet. Außerdem schlägt die Regierung heute vor, um eine Vereinheitlichung zu erreichen, daß die großen Versorgungsunternehmen die kleineren aufkaufen sollten. Gleichzeitig ist in einem Gesetzesentwurf Vorsorge getroffen, daß die Unternehmen verbrauchssteigernde Tarife einführen, daß sie für bestimmte Verwendungszwecke Höchsttarifpreise einhalten, und daß sie zur Erschließung bisher nicht versorgter Gebiete angehalten werden können. Die Bestrebungen der englischen Regierung, durch eingreifende Zwangsmaßnahmen eine grundlegende, Elektrizitätswirtschaftliche Neuordnung zu schaffen, sind um so bemerkenswerter, als gerade England auch heute noch als das Mutterland einer liberalen Wirtschaftsauffassung gilt.

Auch in Frankreich hat der Staat durch verschiedene Gesetze, z. B. die vom 16. Juli und 30. Oktober 1935, einen Einfluß auf die Energieversorgung genommen. Die Grundsätze der französischen Regierung können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

Der Staat hat die Energiewirtschaft, vor allem die Elektrizitätswirtschaft, durch eine Reihe besonderer Gesetze seiner Aufsicht und Regelung unterstellt. Er hat weiter, teilweise gemeinsam mit anderen öffentlichen Körperschaften, den Elektrizitätswirtschaftlichen Ausbau, vor allem in ländlichen Gebieten, durch Gewährung erheblicher finanzieller Mittel gefördert und schließlich hat er sich, jedoch nur in ganz besonderen Ausnahmefällen, als Elektrizitätswirtschaftlicher Unternehmer betätigt. Außerdem ist in Frankreich, verschiedentlich sogar von Regierungsmitgliedern, die Verstaatlichung der Elektrizitätsgesellschaften gefordert worden.

In Italien beschäftigt sich die Italienische Korporation für Wasser, Gas und Elektrizität zusammen mit anderen zuständigen Stellen mit grundsätzlichen Fragen der Energiewirtschaft. Durch Gesetz wurde auch ein Ausschuß zur Überwachung der Elektrizitätswirtschaft geschaffen.

In Österreich hat sich ebenfalls ein gewisser Staatsinterventionismus herausgebildet dadurch, daß der Staat als fördernder und regulierender autoritärer Faktor auftritt.

In Polen und Rumänien sind Verordnungen in Vorbereitung, durch die die Energie-

versorgung geregelt werden soll. Das neue Berggesetz in Rumänien enthält u. a. die Bestimmung, daß die Organisation des Vertriebs von Ölprodukten im Inland durch den Staat erfolgen kann und daß Öltankanlagen künftighin nur mit Genehmigung des Industrieministeriums errichtet werden dürfen.

Angesichts der unterschiedlichen Maßnahmen in den einzelnen Ländern lassen sich in der Behandlung des Verhältnisses von Staat und Energiewirtschaft in einfacher Formulierung drei verschiedene Methoden feststellen:

1. der rein privatwirtschaftliche Weg unter Desinteressement des Staates,
2. der Weg der Beteiligung des Staates an den Energieversorgungsunternehmen mit dem Endziel des Staatsmonopols, und
3. der Weg planwirtschaftlicher Regelung durch Einflußnahme der Staatsverwaltung auf die einzelnen Vorgänge in der Energiewirtschaft.

Unter Verzicht auf allzuvielen Einzelheiten soll nur noch kurz auf das deutsche Energiewirtschaftsgesetz eingegangen werden.

Das deutsche Energiewirtschaftsgesetz wählt keine von den oben erwähnten Methoden. Da es die Anpassungsfähigkeit der staatlichen Einflußnahme auf die nicht vorher bestimmbare und absichtlich nicht in eine bestimmte Richtung gedrängte Entwicklung von Wirtschaft und Technik gewährleisten soll, macht es den Versuch, die Vorzüge der verschiedenen Handhabungen zu nützlicher Gesamtwirkung zu vereinigen. Im Sinne einer solchen Lösung werden Selbständigkeit und Handlungsfreiheit der Unternehmer grundsätzlich gewahrt. Es wird weder in die Besitzverhältnisse eingegriffen, noch werden die einzelnen Maßnahmen der Unternehmen, von wenigen Fällen abgesehen, an eine staatliche Genehmigung gebunden. Die Kontrolle der Energieanlagen wird lediglich durch ein Untersagungsrecht ermöglicht, das dem Reichswirtschaftsminister zusteht und das durch eine gesetzliche Befristung der Anwendung eine Einengung und Hemmung der geschäftlichen Beweglichkeit möglichst vermeidet.

Für das deutsche Energiewirtschaftsgesetz war der Gedanke maßgebend, daß die Unternehmerinitiative das treibende und befruchtende Element des Wirtschaftens ist, und gesundes kaufmännisches Denken in der Energiewirtschaft sowohl im Interesse des Erzeugers als auch des Abnehmers nicht entbehrt werden kann. Daher erachtet es der Staat grundsätzlich als seine Aufgabe, die Wirtschaft zu ordnen und zu beaufsichtigen, aber nicht selbst Wirtschaft zu betreiben. Soweit sich jedoch der Staat auf Grund der bisherigen Entwicklung in der Energiewirtschaft betätigt, sind seine Betriebe den übrigen Unternehmen völlig gleichgestellt. Die Staatsführung steht allen Unternehmen, gleichgültig ob staatseigen, städtisch, gemischtwirtschaftlich oder privat, in derselben Weise regulierend und fördernd zur Seite und greift ohne Rücksicht auf die Besitzverhältnisse nur da ein, wo es das Allgemeininteresse erfordert.

Das Gemeininteresse steht auch im Vordergrund, wenn es in der amtlichen Begründung zum Gesetz wörtlich heißt:

„Die Aufgabe der Energiewirtschaftsführung besteht in der Erfüllung von drei Grundforderungen der Volkswirtschaftspolitik:

- möglichst wirtschaftliche Produktion,
- möglichst soziale Verteilung des Produktionsertrages,
- und möglichste Sicherstellung der Energieversorgung.“

Diese Grundsätze können wohl in jedem Lande zur Forderung erhoben werden. Darum soll auch der Wille:

„Mitzuarbeiten zum Wohle des Volksganzen“

für die Weiterarbeit der Energiewirtschaft und des Bergbaues richtungweisend sein.

## Der Freischurf im österreichischen Rechte

Von Ing. Dr. jur. Fritz Mautner, Wien

Der Wettbewerb der Bergleute bei der Aufsuchung von Minerallagerstätten hat seit jeher zu Interessengegensätzen zwischen den Bergbautreibenden selbst geführt. Diese Gegensätze in die Bahnen der Rechtsordnung zu leiten, gehört schon frühzeitig zu den Aufgaben des Bergrechts und berührt ein Grenzgebiet zwischen Bergbau und Recht, das gleichermaßen für den Bergmann wie den Juristen von Interesse ist. Das mag es rechtfertigen, wenn hier vor einem Kreis praktischer Bergleute der Versuch unternommen wird, aus dem Kapitel des Schurfrechts jene, von anderen Berggesetzgebungen abweichende Lösung zu behandeln, welche die österreichische Berggesetzgebung in der Form des Freischurfs gefunden hat.

Die Tätigkeit als Schürfer bringt den Bergmann zunächst in Gegensatz zu dem Staat oder den Landesherrn, die die Bodenschätze und namentlich die Erze als ihr Privateigentum erklären, aber auch in Gegensatz zu dem Grundbesitzer, der sich gegen das Betreten seines Grundes wehrt und als dritter Konkurrent im Kampf um die Bodenschätze auftritt.

Für den das deutsche Sprachgebiet bekanntlich weit überragenden Bereich des deutschen Bergrechts hat der Wettbewerb zwischen Landesherrn, Grundeigentümer und Bergbautreibendem nahezu überall mit dem Sieg des Bergbaues geendet. Dieser Sieg findet als sog. „Bergbaufreiheit“ in den verschiedenen Berggesetzen seinen Ausdruck. Der Staat oder Landesherr begnügt sich damit, für den Eigentumserwerb an den Bodenschätzen gesetzlich bestimmte Bedingungen aufzustellen, deren Erfüllung aber den Anspruch auf die Überlassung des Eigentums begründet. Der Grundeigentümer muß sich mit dem Recht an der Tagesoberfläche und dem Eigentum an den häufiger vorkommenden Mineralien bescheiden.

Der Kampf des Bergbaues mit Landesherrn und Grundbesitz kann mit Beginn des 19. Jahrhunderts im wesentlichen als beendet gelten. Um die Wende des vorigen Jahrhunderts verschärft aber das wachsende geognostische Verständnis, das Vordringen des Bergbaues in größere Tiefen und vor allem die steigende Bedeutung des Kohlenbergbaues den Kampf zwischen den Bergbaulustigen selbst, die der gleichen Lagerstätte ihr Interesse zuwenden und sich gegenseitig von der gefundenen Lagerstätte verdrängen wollen. Damit wird die Berggesetzgebung vor neue Aufgaben gestellt, die sie nur schrittweise zu lösen vermag.

Bis tief in das 18. Jahrhundert ist der Bergbau vorwiegend Gangbergbau. Die aus früheren Jahrhunderten stammenden Bergordnungen — wie die Joachimstaler (1520), die Kaiser Maximilians I. (1517) und Ferdinands I. (1553), die wichtigsten Vorläufer der neueren deutschen und österreichischen Berggesetzgebungen — räumen ausnahmslos dem Finder, als demjenigen, „der den Gang aufgespürt und entblößt hat“, eine bevorzugte Stellung ein. Der Finder kann die Verleihung des „Bergwerks“ an einen Dritten verhindern, wenn er nachweist, daß er dieselbe Lagerstätte früher an der gleichen oder einer anderen Stelle erschürft hat und dies durch einen Fund, das „Wahrzeichen“, belegt. Er verliert aber das ihm auf Grund des Fundes zustehende Vorrecht, neben der Fundgrube weitere Felder zu muten, wenn er nicht kurzfristig, meist binnen drei Tagen, Streichen und Verflächen der Felder anzugeben vermag, um hierdurch die Voraussetzungen für die Annahme der Mutung, d. i. die Verleihung zu erfüllen.

Für die Verleihung ist nur das Alter im Felde entscheidend; nach den älteren Bergordnungen gilt der Satz: „Der erste Finder, der erste Muter.“ Der ältere Schürfer muß dem jüngeren Schürfer, der mehr Glück hatte und früher fündig wurde, weichen; als nun jüngerer Muter verliert er unter Umständen seine eigenen Baue an den Finder, da er gegen den Älteren im Felde keinen Einwand erheben kann.

Für das Alter im Felde ist der Zeitpunkt des Fundes entscheidend; es macht sich

daher begreiflicherweise das Bestreben geltend, die Anforderungen für die Anerkennung des Fundes formloser zu gestalten und den Zeitpunkt möglichst vorzuverlegen. Bei der Schwierigkeit, einen früheren Fund nachträglich zu beweisen, wird es üblich, sich mit der Anzeige des Fundes zu begnügen, die sofort unter Vorlage des Wahrzeichens erfolgen kann und mit der Mutung verbunden wird. Diese zunächst unvollständige Mutung wird erst später, häufig erst bei Auftreten eines Nachbarmuters, durch die fehlenden Angaben über das Verhalten der Lagerstätte ergänzt. Da auch die unvollständige Mutung das Vorrecht gegen jede später eingelegte Mutung wahrt, die Fristen für die Ergänzung der Mutung verlängert oder erstreckbar erklärt werden, verliert das Finderrecht mit der Zeit seinen ursprünglichen Charakter als Rechtstitel für den Eigentumserwerb an der Lagerstätte und verwandelt sich in ein Ausschließungsrecht gegenüber den Nachbarschürfern. Nicht der erste Finder im Sinne der alten Bergordnungen, sondern der erste Schürfer wird als erster Muter anerkannt. An Stelle der Verleihung auf den Gang und damit ein bestimmtes Mineral tritt weiters — zumindest in Österreich — die Verleihung eines allseits begrenzten kubischen Feldes und damit folgerichtig der Erwerb aller innerhalb dieses Raumes vorkommenden Mineralien.

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ist der Rechtszustand der, daß ein Schürfer, der ein Wahrzeichen, wenn auch nur aus einer Bohrung, einem verworfenen Trum oder unbauwürdigen Ausbisse vorgelegt hat, den Fund sofort zur Einlegung einer Mutung verwerten kann. Für die Maßenlagerung bleibt ihm — seit 1819 nach den Bestimmungen des Grubenmaßpatentes — zunächst eine dreimonatige, aber oftmalig verlängerbare Frist, innerhalb deren er gegen jeden späteren Muter ein Grubenfeld von 224 Klafter (1 Klafter = 1,897 m) in beliebiger Richtung strecken kann; damit ist — ohne ausdrücklich im Gesetz festgelegt zu sein — praktisch ein Ausschließungsrecht für einen Umkreis von 425 m Halbmesser gegeben.

Das a.B.G. des Jahres 1854 hat diesen ausschließlichen Schurfkreis von 425 m Halbmesser übernommen und als „Freischurf“ bezeichnet. Es knüpft den Erwerb des Ausschließungsrechts aber nicht mehr an den Bestand eines Schurfbaues und den Nachweis des Fundes, sondern bloß an die erklärte Absicht des Freischurfwerbers, zu schürfen, die durch die Angabe der Lage des beabsichtigten Schurfbaues und des Mittelpunktes des Freischurfs zum Ausdruck kommt.

Mit der Einführung des Freischurfs bezweckte der Gesetzgeber zweierlei: einmal sollte den verworrenen Rechtsverhältnissen bei der Mutung ein Ende gesetzt werden, die durch den schwankenden Fundbegriff verursacht wurden und zu endlosen Rechtsstreiten geführt hatten; zum anderen sollte der Freischurf zur Sicherung der mit der Planung und dem Beginn der Schurfarbeiten verbundenen Kosten die Möglichkeit geben, schon vor Aufnahme dieser Arbeiten ein Ausschließungsrecht zu erwerben; gleichzeitig aber sollte auch die Gefahr einer Feldessperre vermieden werden, die ein solches Ausschließungsrecht bei einer bloßen Scheintätigkeit des Schürfers anzunehmen drohte. Der Gesetzgeber glaubte, der Gefahr einer Scheintätigkeit ausreichend dadurch zu begegnen, daß er die genaue Angabe der Lage des Schurfbaues und des Schurfzeichens forderte, in der Annahme, daß diese Angabe in der Regel erst bei genauer Kenntnis der Lagerstätte, also nach Aufnahme der Schurftätigkeit, erfolgen werde. Mit der Verpflichtung zur Aufstellung eines Schurfzeichens im Mittelpunkt des Freischurfkreises sollte erreicht werden, daß ein jüngerer Schürfer sich seinem Nachbarn nicht auf mehr als 425 m, es sei denn auf eigene Gefahr, nähere. Der Gefahr einer Untätigkeit der Schürfer sollte überdies noch § 174 a.B.G. begegnen, der den Freischurfbesitzer verpflichtet, jeden Bau während der normalen Schichtzeit mit der erforderlichen Belegschaft in Betrieb zu halten.

Bei einem Halbmesser von 425 m beträgt die von einem Freischurf gedeckte Fläche 56,7 ha, also über  $\frac{1}{2}$  qkm. Wegen der Kreisform des Freischurfs erfordert die Deckung eines bestimmten Gebiets nahezu die  $1\frac{1}{2}$ fache Anzahl von Freischürfen, eine Fläche von 40 qkm beispielsweise mindest 100 Freischürfe.



Selbst ein durch Freischürfe lückenlos gedecktes Gebiet ist aber weit davon entfernt, ein geschlossenes, gegen Eingriffe Dritter absolut geschütztes Feld zu bilden. Das ist schon deshalb nicht der Fall, weil das Revierbergamt, bei dem die Anmeldung zu erfolgen hat, weder verpflichtet noch in der Lage ist, die Anmeldungen auch in der Richtung zu prüfen, ob sie nicht bereits angenommene Freischürfe überlagern. Der vom Gesetz gewährte Schutz wird also nur wirksam, wenn der Freischurfbesitzer von seinem Recht, dem Inhaber jüngerer Freischürfe das Schürfen zu untersagen, Gebrauch macht. Während dieses Untersagungsrecht sich auf die ganze Fläche des Freischurfs erstreckt, besteht die Möglichkeit, einen Verleihungswerber abzuwehren, nur für ein wesentlich verengtes Gebiet. Gegen den benachbarten Verleihungswerber steht auch dem Inhaber eines älteren Freischurfs nur das Recht zu, ein Vorbehaltsfeld nach den Bestimmungen des § 34 aBG. zu strecken; das Vorbehaltsfeld hat die Form und Größe eines einfachen Grubenmaßes, bei Steinkohlen und Erdöl eines Doppelmaßes, erhöht sich bei einem Schurfbau von mehr als 94 m Tiefe auf das Doppelte und fällt mit dem Schnittpunkt seiner Diagonalen in den Mittelpunkt des Freischurfs. Die schmälere Seite des 45.116 qm großen einfachen Grubenmaßes muß mindestens 106 m betragen.

Da das Vorbehaltsfeld in beliebiger Richtung gestreckt werden kann, genießt der Freischurfbesitzer wohl für den Innenkreis von 220 bis 300 m Halbmesser einen gegen jeden Verleihungswerber wirksamen Schutz, dagegen entbehrt er dieses Schutzes für den dem restlichen Halbmesser von 125 bis 205 m entsprechenden äußeren, das Vorbehaltsfeld überschreitenden Kreisring. Das hat dazu geführt, daß am Rand geschlossener Freischurfgebiete sog. Rand- oder Deckfreischürfe zur Anmeldung gelangen, die mit ihren Mittelpunkten gerade noch in eigene Freischürfe, mit ihrer Fläche aber größtenteils bereits in ältere Freischürfe fallen und somit als Schurffeld für den Besitz bedeutungslos sind. Ihr Wert liegt ausschließlich darin, daß aus ihnen dem Nachbar ein Vorbehaltsfeld entgegengestreckt und sein Eindringen in das eigene Schurfgebiet verhindert werden kann.

In diesem Zusammenhang dürfte es angezeigt sein, auch zu der viel umstrittenen Frage Stellung zu nehmen, ob und inwieweit das aBG. das Finderrecht aufrechterhalten hat.

Während über die rechtliche Natur des Freischurfs kein wesentlicher Streit besteht und anerkannt ist, daß der Freischurf — da er auf einer rechtsgültigen Schurfbewilligung ruhen muß und mit deren Bestand steht und fällt — nur die Privilegierung eines bestehenden Schurfrechts mit einem gewissen Vermögenswert ist und nach Art der Bannrechte ein bloßes Untersagungsrecht zum Inhalt hat, ist gegen das aBG. ebenso der Vorwurf erhoben worden, daß es das Finderrecht gänzlich ausschließe, wie geltend gemacht worden, daß es versäumt habe, den Freischurf zu einem wirklichen Schutzfeld auszubauen, daher nur einen unzureichenden Schutz gewähre und auf die Schurftätigkeit hemmend gewirkt habe.

Keine dieser Auffassungen ist zutreffend.

Das aBG. knüpft die Verleihung nur an den Nachweis, daß eine abbauwürdige Lagerstätte an der angegebenen Stelle aufgeschlossen wurde, also ein „Fund“ im Sinne der älteren Bergordnungen vorliege, ohne von dem Verleihungswerber auch nur den Besitz einer Schurfbewilligung oder eines Freischurfs zu fordern. Von einer grundsätzlichen Ausschaltung des Finderrechts im aBG. ist daher gewiß keine Rede.

Ob freilich in einem gegebenen Fall ein Fund zur Verleihung führt, hängt unter der Annahme der Erfüllung aller sonstigen Voraussetzungen ausschließlich davon ab, ob der Fund innerhalb oder außerhalb eines möglichen Vorbehaltsfeldes erzielt wurde. Nur in letzterem Fall und nur unter der weiteren Voraussetzung, daß zwischen dem aus den Nachbarfreischürfen gestreckten Vorbehaltsfeldern mindestens ein freier Raum von 106 m verbleibt und sich somit mindestens ein einfaches Grubenmaß strecken läßt, kann auf Verleihung erkannt werden.

Will daher ein Schürfer sein Freischurfgebiet gegen jeden Verleihungswerber, Finder oder Schürfer unbedingt sichern, muß er seine Freischürfe so kunstgerecht legen, daß sich

ihre Mittelpunkte auf 530 m nähern. Die Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Fundes ohne eigentliche Schurfarbeiten ist zwar im allgemeinen, wie die Erfahrung lehrt, gering, kommt aber für gewisse Vorkommen, wie etwa für Goldseifen oder das Erdgas im oberösterreichischen Schlier, das schon durch eine seichte Brunnengrabung erreicht werden könnte, doch in Betracht und hat dort auch dazu geführt, daß die Freischürfe in engerer Verkettung gelegt wurden.

Daß das aBG. die Verleihung auf einen Fund auch in einem fremden Freischurf grundsätzlich nicht ausschließt, es aber dem Freischurfbesitzer möglich macht, diese Ausschließung bei jedem Verleihungswerber, Finder oder Nachbarn zu erwirken, erklärt vielleicht die widersprechenden Anschauungen, die sich über den Bestand des Finderrechts im aBG. herausgebildet haben. Die früher strittig gewesene Frage, ob der in einem fremden Freischurf durch Schurfarbeiten erzielte Aufschluß zur Verleihung führen kann, ist inzwischen durch die übereinstimmende Spruchpraxis der Behörden und der Verwaltungsgerichte dahin entschieden worden, daß der Freischurf nur das Recht einschließt, den Aufschluß einer Lagerstätte zu untersagen, die Verleihung der einmal erschlossenen Lagerstätte aber nicht zu hindern vermag.

Die Bestimmungen des aBG. geben der Bergbehörde wohl die Möglichkeit, im Bedarfsfall eine erhöhte Schurftätigkeit, sei es durch verschärfte Handhabung der Betriebspflicht, sei es durch Androhung des Entzuges der Schurfbewilligung, zu erzwingen, sie bieten aber keine Handhabe, um allenfalls an Stelle eines weniger geeigneten einen geeigneteren Schürfer zu setzen. Hier hat das üblicherweise als Freischurfzuzuweisungsgesetz bezeichnete Gesetz vom 20. Oktober 1921, BGBl. Nr. 587, Abhilfe gebracht, das das Bundesministerium für Handel und Verkehr ermächtigt, den Besitzern von Freischürfen, deren Aufschluß durch öffentliche Rücksichten geboten ist, von den Bestimmungen des aBG. abweichende Vorschriften über die Art und den Umfang ihres Betriebes zu erteilen, bei Nichterfüllung der Leistung die Freischürfe zu entziehen und dem Bund oder einem anderen geeigneten Schürfer zuzuweisen.

Eine durchgreifende Novellierung hat das Schurfrecht in Österreich im Jahre 1925 durch den noch unverändert in Geltung stehenden Artikel 50 des Verwaltungsentlastungsgesetzes, BGBl. Nr. 277/25, erfahren. Es genügt nunmehr für den Erwerb eines Freischurfs, daß die Lage seines Mittelpunktes bei der Bergbehörde derart angemeldet wird, daß sie eindeutig bestimmt werden kann. Sowohl die Verpflichtung zur Aufstellung eines Schurfzeichens als zur Anlage eines Schurfbaues hat das Gesetz gänzlich fallengelassen und damit nachträglich einen Zustand legalisiert, der sich nahezu schon seit Inkrafttreten des aBG. gewohnheitsrechtlich herausgebildet hatte. Indem das geltende Recht auf den ohnedies nur fiktiv vorhandenen Einbau verzichtet, beseitigt es Schwierigkeiten, die sich aus der zwiespältigen Haltung des aBG. in der Frage der Verpflichtung zur Anlage eines Schurfbaues notwendigerweise ergeben mußten, sowie die Unklarheit, die seit je in der Frage bestand, ob Schurfbau und Schurfzeichen zusammenfallen müssen oder nicht.

Die Anmeldung des Freischurfs ist somit auf die denkbar einfachste Form gebracht, da hierzu außer der Berufung auf die ihr zugrundeliegende Schurfbewilligung nur die Angabe der Ortslage eines Punktes gehört. Gegenüber dem Mangel des Kreises, ein Übergreifen der Freischürfe notwendig zu machen, erschien der Vorteil, die Fixierung auf einen Punkt beschränken zu können, doch so überwiegend, daß an der Kreisform festgehalten wurde.

Um größere Gebiete rasch mit Freischürfen belegen zu können, hat sich die Übung ausgebildet, hierfür Raster zu verwenden, die vorweg von einem Fixpunkt aus eine systematische Gruppierung der Freischürfe vorsehen. Als Beispiel für die Anmeldung von Freischürfen nach Raster können die folgenden 2 Muster dienen (siehe S. 160).

Maßgebend für die Anmeldung ist nur die Originaleingabe. Jedermann ist daher freigestellt, in sie Einsicht zu nehmen.

Der Mittelpunkt des Freischurfes befindet sich in der Katastralgemeinde ..... und ist von dem Fixpunkte ..... nach

Muster A

h	o	'	Meter entfernt
1	1	39	2450
1	14	50	2714
2	10	40	3110
3	8	11	2950
4	6	25	2950
5	4	2	3095
6	0	0	3375
6	10	58	3095
7	8	35	2950
8	6	49	2950
9	4	20	3110
10	0	10	3392

Muster B

h	o	'	''	Meter entfernt
19	4	6	36	1879
20	10	53	54	1879
23	4	6	21	1879
—	10	53	39	1879
3	4	6	4	1879
4	10	53	24	1879
7	4	6	36	1879
8	10	53	54	1879
11	4	6	21	1879
12	10	53	39	1879
15	4	6	4	1879
16	10	53	24	1879

Die Strecken sind ebensöhlig gemessen; die Richtungen beziehen sich auf den ..... Meridian

Der Besitzer eines älteren Freischurfs hat jederzeit das Recht, die Löschung eines jüngeren Freischurfs zu begehren. Die Bergbehörde, bei der dieser Freischurfstreit zur Austragung gelangt, beschränkt sich in diesem Fall auf die Feststellung, daß der angefochtene jüngere Freischurf mit seinem Mittelpunkt in den älteren Freischurfbereich fällt und daher zu löschen ist. Diese Feststellung hat die Löschung des jüngeren Freischurfs auch dann zur Folge, wenn der ältere Freischurf selbst mit Recht angefochten ist, weil er auch seinerseits mit dem Mittelpunkt in einen noch älteren Freischurf zu liegen kommt.

Die Forderung des Gesetzes, daß die Lage des Freischurfmittelpunktes „genau“ oder „eindeutig“ angegeben sein muß, wird, mangels einer näheren Erläuterung, dahin ausgelegt, daß hierfür jene Genauigkeit ausreicht, die nach den Regeln der Wissenschaft, also des Vermessungs- oder Markscheidewesens üblich ist. Die Wahl einer Turmspitze oder einer Hausecke als Fixpunkt für den Ausgang der Vermessung ist schon im Hinblick auf die punktförmige Darstellung solcher Bestimmungstücke in Plänen als genügend genau anzusehen, wenn sie sich auch in Wirklichkeit nicht als Punkte projizieren, wie überhaupt die Fixierung nach der Karte die in der Natur völlig ersetzt. Die für die Anmeldung verwendeten Objekte müssen nicht in der Natur vorhanden sein, es genügt, daß sie in der Natur bestimmbar sind. Wenn auch eine an sich ungenaue Anmeldung, etwa die Angabe der Entfernung „nach Schritten“, der Lage „auf Parzelle“ oder die Verwendung einer im Zeitpunkt der Anmeldung noch gar nicht bekannten Größe, wie die einer künftigen Jahresdeklinatation in der Regel zur Zurückweisung der Anmeldung führt, kann doch auch der angenommene, auf einer ungenauen Anmeldung beruhende Freischurf angefochten werden. Auch ohne nähere Bezeichnung gilt die Angabe eines Meridians oder einer Länge als genau, weil im Zweifel und insofern nicht aus der Anmeldung selbst eine andere Absicht hervorgeht, angenommen wird, daß der Anmeldung der Magnetmeridian und der Länge die Ebensole zugrunde liegt. Da eine Anmeldung ohne Kenntnis der Karte oder Mappe, die ihr zugrunde liegt, oft zweifelhaft bleibt, erfordert die Genauigkeit oft auch diese Angabe in der Anmeldung.

Ein Irrtum in der Anmeldung hat noch nicht unbedingt die Löschung des angemeldeten Freischurfs zur Folge, wenn seine Lage trotz des unterlaufenen Irrtums eindeutig bestimmbar ist. Die Entscheidung in dieser Richtung ist freilich praktisch nicht immer einfach.

Man muß davon ausgehen, daß die Anmeldung dem späteren Schürfer ermöglichen soll, die beabsichtigte Lage des Freischurfs zu erkennen; hierbei wird er zwar alle sich

ergebenden Wahrscheinlichkeiten sorgfältig prüfen müssen, ist aber nicht verpflichtet, die vermutliche Absicht des Schürfers zu erraten. So kann ein bei der Anmeldung eines Freischurfs vom Zusammenstoß dreier Parzellen unterlaufener Schreibverstoß in einer Parzellennummer bedeutungslos sein, wenn schon aus der Konfiguration der Parzellen und ihren Nummern die unzweifelhafte Absicht leicht feststellbar ist. Dagegen wird die irrige Angabe der Gegenstunde, der Nachbargemeinde oder einer Richtung meist zur Löschung des Freischurfs führen. Zur Ermittlung der wahren Absicht können zunächst die sonstigen Angaben der Anmeldung selbst herangezogen werden; es kann daher unter Umständen eine Überbestimmung etwa die Angabe der Kulturgattung einer Parzelle, des Namens des Besitzers oder der Vulgärbezeichnung eines Anwesens zweckdienlich sein. Neben den eigenen Angaben der Anmeldung kann auch sonstigen Umständen Beweiskraft zugesprochen werden. So ist bei der irrigen Bezeichnung von Ziffern als Hausnummern der Hinweis anerkannt worden, daß in der betreffenden Gemeinde diese Ziffern als Hausnummern überhaupt nicht vorkommen und es sich nur um eine Verwechslung mit Nummern von Bauparzellen handeln könne, weil hierfür die bei Hausnummern nicht zulässigen Bruchzahlen und der Umstand sprach, daß unter Zugrundelegung der angegebenen Bauparzellen als Ausgangspunkt der Anmeldung die angemeldeten Freischürfe ein geschlossenes Schurfgebiet kunstgerecht deckten.

Ein Freischurf kann wegen ungenauer oder irriger Angaben bei der Anmeldung nur über Parteiantrag gelöscht werden; er erlischt weiters, wenn er von seinem Besitzer heim gesagt oder der Freischurf wegen unzureichender Bauhafthaltung oder unterlassener Arbeitsnachweisung strafweise entzogen wird. Die angeführten Lösungsgründe treten aber an Bedeutung gegenüber jenen Fällen zurück, bei welchen Freischürfe kraft Gesetzes erlöschen, weil der Schürfer nicht rechtzeitig bei der Behörde die Verlängerung seiner Schurfbewilligung erwirkt oder die fällige Freischurfgebühr nicht fristgerecht eingezahlt hat. Nach den Bestimmungen des Maßen- und Freischurfgebührengesetzes BGBl. Nr. 212/22 muß nämlich für jeden Freischurf die Freischurfgebühr vor der Anmeldung für das laufende Halbjahr erlegt und weiterhin halbjährig jeweils bis zum Ablauf der Fälligkeitsmonate Jänner und Juli eingezahlt werden, widrigenfalls der Freischurf mit dem letzten Tag dieser Monate erlischt. Wird die Freischurfgebühr nur für einen Teil der angemeldeten Freischürfe erlegt, so erlöschen die durch den Erlag nicht voll bezahlten jüngsten Freischürfe.

Da mit zunehmender Schurftätigkeit auch die Zunahme der Freischurfanmeldungen Hand in Hand zu gehen pflegt, gibt die Bewegung im Stande der Freischürfe auch einen Fingerzeig über den jeweiligen Umfang und die Richtung der Schurfarbeiten. Nach dem Weltkrieg wurde der Höchststand an Freischürfen im Jahre 1921 mit rund 131.000 Freischürfen erreicht; der tiefste Stand fällt in das Jahr 1930 mit rund 50.500 Freischürfen. Die Zahl der Schürfer ist in der gleichen Zeit von nahezu 1000 im Jahre 1921 auf unter 400 gefallen. Gegenwärtig beträgt der Freischurfstand etwa 73.000. Während in der ersten Nachkriegszeit über die Hälfte der Freischürfe auf Kohle entfiel, ist der Anteil der Kohlenfreischürfe inzwischen auf 16% zurückgegangen. Gleichzeitig ist der Anteil der Freischürfe auf Erdöl und Erdgas von 16% auf etwa 70% gestiegen. Schon aus der Zahl der Freischürfe ergibt sich, daß einzelne Gebiete mehrfach von Freischürfen überlagert sind, am dichtesten einzelne Gemeinden in Niederösterreich.

Die Freischurfgebühr stellt eine Bundeseinnahme dar, die sich — im Gegensatz zu den meisten anderen Steuern und Abgaben — in den letzten Jahren als ziemlich krisenfest erwiesen hat. Die Gebühr je Freischurf ist mit 5 S festgesetzt und muß, wie erwähnt, halbjährig im voraus entrichtet werden. Die Einnahmen an Freischurfgebühren schwankten in den letzten Jahren um 200.000 S und deckten ungefähr den Personalaufwand der Bergbehörden. Wenn die wirklichen Eingänge an Freischurfgebühren hinter dem rechnungsmäßigen Ertrag zurückbleiben, so ist dies weniger auf eine Ermäßigung der Freischurfgebühr, die nur öffentlichen Körperschaften zu teil wird, als darauf zurück-

zuführen, daß das Erdölförderungsgesetz BGBl. Nr. 75/29, es ermöglicht hat, Unternehmungen, die auf Erdöl oder Erdgas bohren, in weitgehendem Maß von Steuern und Abgaben zu befreien und daß die in dieser Richtung gewährten Befreiungen auch in weitem Umfang die völlige Befreiung von der Freischurfgebühr, wenn auch nur auf begrenzte Dauer, zur Folge haben.

Die erst knapp vor Kriegsausbruch einsetzende Erkenntnis von der Erdölhoffigkeit des Wiener Beckens und seiner Umgebung hat in der Nachkriegszeit zu einer wachsenden Interessenahme der Schürfer an den erdölhoffigen Gebieten Niederösterreichs geführt und so die Möglichkeit geboten, die Vor- und Nachteile des Freischurfrechts einmal an einem besonderen Fall nachzuprüfen. Gerade die hier gewonnenen Erfahrungen zeigen aber, daß die formlose und rasche Erwerbung von Freischurfrechten im Verein mit der erschwinglichen Höhe der Freischurfgebühr die Interessenahme eines weiteren Kreises von Schürfern ermöglicht und daß hierin vielleicht der wirksamste Schutz gegen eine einseitige Feldesperre durch bestimmte Interessentengruppen liegt. Andererseits aber ermöglicht es das österreichische Freischurfsystem jedem Interessenten, sich ohne zeitraubende Verhandlungen mit den Grundbesitzern ein geschlossenes, auch für größere Unternehmen ausreichendes Feld zu sichern, in dem er dann den Aufschluß nach gründlicher Durchforschung des Gebiets planmäßig und großzügig durchführen kann. Es verdient anerkannt zu werden, daß bei der Erschließung der österreichischen Erdölvorkommen jedes überstürzte Wettbohren — wie es überall da der Fall ist, wo für die Verleihung ausschließlich der Zeitpunkt des Fündigwerdens maßgebend ist — niemals Platz gegriffen hat und damit auch die bei dieser Art des Wettbewerbs unvermeidliche Vergeudung von Vermögenswerten und Arbeitskraft vermieden werden konnte.

In der Fachwelt haben sich daher auch die Anschauungen über die Zweckmäßigkeit des Freischurfs im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte zu dessen Gunsten gewandelt, insbesondere seit die Novellierung des Schurfrechts im Jahre 1925 verschiedene seiner Schattenseiten beseitigt hat und seine Vorzüge stärker in Erscheinung treten läßt. Da gleichwohl kaum ein Teil der österreichischen Berggesetzgebung dauernd eine so abfällige Kritik erfahren hat wie gerade der Freischurf, muß man wohl auch von ihm mit Recht sagen, daß er wesentlich besser ist als sein Ruf.

## **Über die wirtschaftliche Bedeutung der Erdölgewinnung in Österreich**

Von techn. Rat Ing. **Robert Schwarz**, Wien

Das heutige Österreich vermochte auch nach dem Zusammenbruch der Monarchie, auch nach dem Verlust der Erdölfelder Galiziens und der Slowakei eine beachtliche Stellung in der internationalen Mineralölwirtschaft zu behaupten. Noch Jahre nach dem Umsturz verblieben in Wien starke Bindungen zum Erdölbergbau Galiziens, bestanden hier noch Verwaltungszentren, Verarbeitungsstätten und Absatzorganisationen, die vornehmlich auf den Ölanfall der inzwischen polnisch gewordenen Felder in den galizischen Karpathen eingestellt waren. Auch dann, als das auf der internationalisierten Donau einstands- und frachtgünstig heraufkommende rumänische Öl die fast vollständige Deckung des Mineralölbedarfs Österreichs übernahm, sah man keinen zwingenden Anlaß, im eigenen Lande riskante und kostspielige Suchbohrungen nach Erdöl vorzunehmen oder sich durch teuren Alkoholzusatz oder gar durch Kohlenverflüssigungsexperimente in eine dem billigen natürlichen Öl gegenüber von vornherein aussichtslose Konkurrenz einzulassen. Wenn trotzdem zumindest auf einem, sozusagen dem natürlichsten Gebiet selbständiger Treibstoffwirtschaft beachtliche Erfolge erzielt und im nordöstlichen Niederösterreich vor wenigen Jahren ein vorerst kleines produktives Ölfeld erschlossen werden konnte, so gehört das Hauptverdienst daran privater Initiative.

Daß Teile Österreichs erdöl- oder erdgasführend sind, hatte man frühzeitig erkannt. Es sei nur auf die seit Jahrzehnten in Kleinausbeute stehenden Gasvorkommen in der Welser Heide hingewiesen. Auch aus dem Vorhandensein industriell rentabler Erdölvorkommen im tschechoslowakischen Teil des Wiener Beckens (bei Gbely in der Slowakei und Göding in Südmähren) konnte man mit Recht auf eine Fortsetzung der erdölführenden Zone diesseits der österreichischen Grenze schließen. Tiefbohrungen, die knapp vor und während des Krieges in verschiedenen Gegenden Österreichs ausgeführt wurden, erbrachten wohl keine nennenswerten Erdölfunde, bestätigten aber diese Annahme. Sie wurde von den Geologen Koch, Böckh und dann von der jüngeren Generation österreichischer Bodenforscher immer eifriger vertreten. Nachdem die Vacuum Oil Co. 1926 ihren ausgedehnten Komplex an Erdölfreischürfen, ohne Suchbohrungen selbst vorzunehmen, wieder abgestoßen hatte, fanden sich da und dort unabhängige Unternehmer, die das Risiko solcher Aufschlußarbeiten auf sich nahmen. Sie wurden durch legislative Maßnahmen des Staates unterstützt, der durch Schaffung einer günstigen Rechtslage einen Anreiz zur Vornahme von Tiefbohrungen geben wollte. Ein Gesetz vom Jahre 1929 mit einem Nachtrag aus 1932 stipulierte eine mehrjährige Steuer- und Gebührenbefreiung für Gesellschaften, die auf eigene Rechnung nach Erdöl oder Erdgas bohren, dieses einlagern und transportieren wollten. Eine Novelle zum österreichischen Berggesetz stellt diese Bodenprodukte in die Reihe der „vorbehaltenen“ Mineralien, die der Verfügung des Grundbesitzers entzogen und jener des Staates, bzw. der des betreffenden Konzessionsnehmers überantwortet sind. Ende 1936 gab es auf dem Boden Österreichs über 48.000 auf Erdöl und Erdgas erteilte Freischürfe.

Mit allerdings meist ausländischem Kapital setzte seit 1929 eine wesentlich intensivere Bohrtätigkeit in den Erdöloffnungsgebieten Österreichs ein. Sie führte 1930 zu dem ersten Erfolg, den der Bohrunternehmer Anton Raky mit einer Sonde in Windisch-Baumgarten in der Nähe des niederösterreichischen Städtchens Zistersdorf aus 729 m Tiefe erzielen konnte. Der Erdölzufluß hielt damals nicht lange an, doch war damit die Produktivität dieses Gebietes nachgewiesen. Dieselbe Grube (Ulli) wurde heuer vertieft und hat in einem anderen Horizont neuerdings Öl angetroffen. In nächster Nähe dieser Sonde, am sog. Steinberg im Bereich der Gemeinde Gösting bei Zistersdorf erstand in der Folge das erste Erdölfeld Österreichs. Es war weiter Raky mit seinem österreichischen Unternehmen, der Gewerkschaft Raky-Danubia (Dir. Steyrer) und mit ihm die mit Schweizer Kapital arbeitende Erdölproduktions-G. m. b. H. (Brunnbauer & Co.) in Wien, die 1931 mit einer zweiten Sonde (Gösting I) bei 785 m Tiefe fündig wurden. Die regelrechte Förderung wurde anfangs 1933 aufgenommen und mit Unterbrechungen bis November 1936 fortgesetzt. Als dauernd produktiv erwiesen sich noch ab 1934 bis November 1936 die Sonde „Gösting II“, dann seit Mitte 1936 „Gösting IV“, seit Oktober 1936 „Gösting VI“ und wenig später „Gösting VII“, alles Schächte der erwähnten Erdölproduktions-G. m. b. H. Sie hat gegenwärtig noch weitere zwei Bohrungen, „Gösting VIII“ und „Gösting IX“ im Abteufen. Seit Sommer 1936 produziert ferner regelmäßig Schacht „Neusiedl I“ der „Steinberg Nafta A. G.“ (Haymerle & Co.). Mit zirka 8000 kg Tagesleistung ist er noch deshalb bemerkenswert, weil er ein leichteres, etwas benzinhaltiges Rohöl liefert. Die bisher größte Anfangsproduktion im Zistersdorfer Revier mit elf Zisternen erzielte der am 7. Mai 1937 erbohrte Schacht „RAG“ II der Rohölgewinnungs A. G., einer im Herbst 1935 ins Leben gerufenen Gemeinschaftsgründung der Vacuum und Shell. Nach Drosselung der teilweise bis 30 Waggons angewachsenen Förderung gibt der Schacht dauernd 3 bis 4 Waggons im Tag. Dieser Erfolg und die weitere intensive Bohrtätigkeit der Rohölgewinnungs A. G. haben somit den Gerüchten den Boden entzogen, daß die ausländischen Konzerne mit Absicht den Aufschluß eines Ölvorkommens in Österreich hintanhalteten. Die Raffinerien der Konzerne, so die Vacuum-Oil-Anlage in Kagran und der Shell-Betrieb in Floridsdorf, haben übrigens vertraglich das anfallende Zistersdorfer Rohöl zur Verarbeitung übernommen. Es ist ein schweres Öl, das kein Benzin und nur sehr wenig

Leuchtöl enthält, sich aber zur Herstellung von Gas-, Schmier- und Heizöl gut eignet.\*) Die Tagesleistung des Zistersdorfer Reviers beträgt derzeit 10 bis 12 Zisternen, d. s. 100.000 bis 120.000 kg.

In den letzten Jahren wurden Tiefbohrungen auf Erdöl noch an mehreren anderen Stellen Österreichs abgeteuft, so u. a. bei Prinzensdorf (Musil & Co.), St. Ulrich (Interessengruppe van Sickle), Bernhardsthal (Wahlis), Prambachkirchen (Land Oberösterreich) und Flachbohrungen bei Gaming (Heiser & Comp.) sowie auch bei Scheibbs (Gewerkschaft Raky-Danubia) u. a. m.

Wenig vom Glück begünstigt war die Erdgassuche in Österreich. Außerhalb des Vorkommens von Wels in Oberösterreich (vier produktive Kleinbetriebe) suchte vor allem die European Gas & Electric Co. (Eurogasco), ein mit amerikanischem Kapital (Standard Oil Co. of New-Jersey) arbeitendes Unternehmen, nach Gasvorkommen. Es gelang ihm auch 1932 der Aufschluß eines ziemlich ausgedehnten Erdgasfeldes bei Oberlaa, unmittelbar südöstlich der Stadtgrenze von Wien. Eine Reihe produktiver Gassonden gab Anlaß, eine Röhrenleitung von Oberlaa zu den Wiener Elektrizitätswerken in Simmering zu führen, wo das Gas zum Motorenantrieb Verwendung fand. Vor mehr als zwei Jahren ließ jedoch die Ergiebigkeit der alten Oberlaaer Sonden so stark nach, daß man hier des Druckabfalls halber die Erdgasgewinnung stilllegte und wie im Jahre 1935 auch während des ganzen Jahres 1936 das ausströmende Gas selbst verbrauchte und gar nicht erst anderweitiger industrieller Verwertung zuführte. Weitere Bohrungen der Eurogasco im Burgenland, in Oberösterreich (Lambach) und Niederösterreich, von denen jene bei Enzersdorf a. d. Fischa einen aufsehenerregenden Erdgasausbruch zu verzeichnen hatte, blieben erfolglos. Das Unternehmen bohrt augenblicklich nur mehr in Ungarn. Ein anderes, die Wiener Erdgas G. m. b. H., steht seit längerer Zeit mit einer Gassonde im Wiener Stadtgebiet (Gelände der Brauerei St. Marx) außer Betrieb. Das aus dem Tiroler Ölschiefer (Bezirk Reutte) in geringer Menge gewonnene Öl (vier Betriebe) findet vor allem in der pharmazeutischen Industrie Verwertung und kommt als Rohstoffbasis für die Treibstoffherzeugung vorerst nicht in Frage. Die amtliche Übersicht über die Erdöl- und Erdgasgewinnung Österreichs nennt folgende Ziffern:

Zahlentafel I

Jahr	Be- triebe	Be- schäftigte Personen	Löhne und Gehälter S	Jahresförderung an					
				Ölschiefer		Rohöl		Erdgas	
				Menge q	Wert S	Menge q	Wert S	Menge cbm	Wert S
1927	1	39	98.486	4521	31.650	—	—	—	—
1928	1	57	138.320	6591	51.163	—	—	—	—
1929	1	58	145.198	6704	52.962	—	—	—	—
1930	2	63	189.114	3855	30.840	46	300	—	—
1931	2	51	134.829	3327	21.016	—	—	—	—
1932	6	69	196.049	3213	18.007	1.200	8.000	62.650	11.740
1933	6	62	183.055	2166	17.328	8.559	62.000	66.720	12.954
1934	10	145	376.208	4119	20.702	41.788	393.388	15,162.120	634.654
1935	10	102	369.426	3501	15.129	66.161	633.225	88.520	13.642
1936	12	136	422.020	3002	10.716	74.660	715.538	95.170	13.855

Dank der ergiebigen Neuaufschlüsse in den ersten Monaten 1937 hat sich Österreichs Eigenerzeugung an Erdöl inzwischen weiter gehoben. Man erwartet für 1937 eine Eigenerzeugung von rund 170.000 bis 200.000 q, also etwa ein Zehntel der Rohöleinfuhr in den letzten Jahren. Auf Österreichs Gesamtverbrauch an Mineralölprodukten von rund

\*) Die Analyse (Engler-Destillation) des Öls von Gösting I ergibt: Benzin 6, Leuchtöl 11,5, Gasöl 21,5, Rückstand 67,0%. Die Zusammensetzung des Öls von Gösting II ist ähnlich, während Gösting IV und Neusiedl I leichtere Öle haben.

400.000 t bezogen macht die Zistersdorfer Produktion des Jahres 1936 mit 7500 t allerdings bloß knappe 2% aus. Dieser Verhältnissatz mag sich heuer auf 4% erhöhen, er bleibt aber fürs nächste wohl weiter unbefriedigend. So lange sich Österreichs Rohölförderung auf dem erwähnten Tagesdurchschnitt von etwa 10 Waggon hält, ist auch die vielfach angeregte Errichtung einer Krackanlage, die eine Benzingewinnung aus den schweren österreichischen Rohölen ermöglichen würde, nicht durchführbar.

Um Österreichs Eigenerzeugung an Erdöl zu ergänzen, müssen seit dem 7. Juli 1934 auf Grund des Spiritusbeimischungszwanges für 2% der eingeführten Benzinmenge Mischalkohol österreichischer Herkunft übernommen werden. Es besteht hierüber ein Abnahmeübereinkommen zwischen der Österreichischen Spiritusstelle und der Konvention der Betriebsstofffirmen. Der Vertrieb des Gemisches erfolgt vorwiegend in den südlichen Gegenden Österreichs (Steiermark), während sonst an den Zapfstellen durchwegs Reinbenzin, stellenweise Benzin-Benzolgemisch verkauft wird. Nach den offiziellen Angaben wurden 1935/1936 insgesamt 60.000 hl Beimischungsspiritus in Verkehr gebracht. Einer Vergrößerung der Zusatzquote sowohl wie des Spiritusanteils an der österreichischen Treibstoffdeckung steht die Höhe des Alkoholgestehungspreises entgegen. Nennenswerte andere Mittel zur Verbesserung seiner Treibstoffbilanz stehen Österreich augenblicklich nicht zur Verfügung. Der Benzolanfall der Wiener Gaswerke, zirka 5700 t jährlich, der in Gemischform auf den Markt kommt, läßt sich nur wenig steigern. Eine Hydrierung steirischer Braunkohle aus den Revieren der Alpine Montangesellschaft ist über das Stadium vorbereitender Versuche nicht hinausgediehen. Der Bau von Hydrieranlagen erweist sich für die beschränkten österreichischen Verbrauchsverhältnisse vorerst als unrentabel. Einige Aussicht auf praktische Nutzung hätte dagegen die Holzverschwelung. Schon mit Rücksicht auf die förderungsbedürftige österreichische Holzindustrie dürfte die Verwendung von Holzgas als Treibstoff, wenn sie entsprechend propagiert wird, in absehbarer Zeit spruchreif werden. Ebenso scheint die Verwertung von Stadtgas, gewonnen aus steirischer Braunkohle, nicht ganz aussichtslos. Für die nächste Zukunft bleibt Österreich jedenfalls fast ausschließlich auf die Einfuhr von Mineralöl angewiesen.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Erdölgewinnung in Österreich läßt sich natürlich nicht an Hand rechnerischer Gegenüberstellungen allein ermessen. Wenn Österreich 1936 für seine Mineralöleinfuhr fast 40 Millionen Schilling aufgewendet hat und dieser gewaltigen Summe bloß knappe drei Viertelmillionen gegenüberstehen, die den Wert der inländischen Rohölgewinnung darstellen, so sagt dies noch lange nicht, daß der österreichische Erdölbergbau volkswirtschaftlich genommen nur  $\frac{1}{53}$  des Mineralölimportes zu bedeuten hat. Man darf nicht vergessen, daß die Erdölgewinnung Österreichs auf industrieller Basis kaum sechs Jahre lang im Gange ist, also erst am Anfang ihrer Entwicklung steht. Und der Verlauf dieser Entwicklung berechtigt durchaus zu den besten Hoffnungen. Ist doch innerhalb dieser kurzen Frist vieles geleistet worden, was erst als Grundstein für den weiteren Aufbau angesehen werden muß. Unsere Kenntnis über die geologischen Untergrundsverhältnisse, bis vor dem Krieg äußerst lückenhaft und dürftig, ist heute besonders im Wiener Becken wesentlich bereichert worden. Die insgesamt 27 Tiefbohrungen, die seit 1933 abgeteuft worden sind, haben zunächst ein produktives Ölfeld, jenes von Zistersdorf erschlossen, aber noch lange nicht abgegrenzt. Dem Geologen wie dem Bohrtechniker bleibt also hier allein noch viel zu tun übrig, ganz zu schweigen von dem notwendigen und noch bevorstehenden Aufschluß bituminöser Lagerstätten in anderen Erdölhoffnungsgebieten Österreichs. Es ist also immer noch Pionierarbeit, die der Erdölbergbau Österreichs leistet, Pionierarbeit, die um so anerkannter und schwieriger ist, als sie mit verhältnismäßig beschränkten finanziellen Mitteln in die Wege geleitet wurde. Wie die Erfahrung in allen Erdölfeldern der Welt lehrt, bedurfte es sogar in den ergiebigeren von ihnen viele Jahre, wenn nicht Jahrzehnte, bis sie halbwegs erforscht und aufgeschlossen waren. Das gleiche gilt wohl in vermehrtem Maße von den Öllagerstätten Österreichs. Auch über ihre Zukunft wird der Bohrmeißel



das letzte Wort sprechen. Auch hier ist es noch verfrüht, ihre volkswirtschaftliche Bedeutung in die Waagschale zu werfen, solange der Übergang von der Pionier- zur reinen Fördertätigkeit nicht vollzogen ist. Man darf aber die Hoffnung aussprechen, daß wie bisher, jedes weitere Jahr immer reichere, schönere Erfolge zeitigen möge, bis im Laufe der Zeit vielleicht auch das kleine Österreich eine beachtliche Stellung unter den erdölproduzierenden Ländern Europas einnehmen wird.

Zahlentafel 2. Österreichs Mineralöleinfuhr 1936 (in Tonnen)

Herkunftsland	Rohöl	Benzin	Leuchtöl	Gasöl	Schmieröle	Heizöl	Asphalt	Paraffin	Andere	Zusammen
Deutschland . . . . .	—	155	—	—	253	—	5.895	—	381	6.684
Großbritannien . . . . .	—	—	—	—	425	—	15	—	—	440
Iran . . . . .	—	54	2.047	4.762	—	4.503	—	—	—	11.366
Italien . . . . .	—	—	28	—	18	—	—	—	—	46
Mexiko . . . . .	—	46	—	—	—	—	2.696	—	—	2.742
Niederl.-Indien . . . . .	—	490	—	—	—	—	—	—	—	490
Polen . . . . .	—	71	1.503	3.801	283	—	—	837	44	6.539
Rumänien . . . . .	171.574	57.763	17.118	26.788	61	79.309	1.144	462	156	354.375
C. S. R. . . . .	—	—	—	304	26	—	—	—	1063	1.393
Ungarn . . . . .	—	—	—	15	59	—	—	—	10	84
U. S. A. . . . .	—	169	—	—	5013	—	494	922	930	7.528
Andere . . . . .	—	14	9	209	232	4	11	130	2195	2.804
Zusammen . . . . .	171.574	58.762	20.705	35.879	6370	83.816	10.255	2351	4779	394.491

Zahlentafel 3. Mineralöleinfuhr 1926 bis 1936 (ohne Asphaltbitumen)

Jahr	Benzin	Leuchtöl	Schmieröl	Gasöl	Heizöl	Rohöl					
	in Tonnen										
1926	62.072	28.344	14.945	18.066	18.010	12.887					
1927	63.881	26.246	13.263	22.708	9.524	33.941					
1928	87.313	28.972	9.373	27.460	16.770	47.062					
1929	103.948	31.239	10.964	31.930	11.907	50.679					
1930	110.015	27.796	9.647	20.059	9.237	112.124					
1931	84.481	21.379	8.665	19.550	7.604	147.471					
1932	60.385	11.041	6.322	24.205	12.902	128.549					
1933	34.212	6.104	4.323	14.972	19.354	127.586					
1934	48.310	12.803	5.519	25.664	37.720	166.386					
1935	61.073	21.380	6.188	31.048	66.602	164.036					
1936	58.780	30.707	6.370	35.879	83.816	171.674					

Jahr	Schmieröldestillate	Solaröl	Pech	Petrolkoks	Paraffin	Erdwachs	Vaseline	Erdölprodukte für Kleinverkauf	Zubereitete Schmiermittel	Totale
	in Tonnen									in Tonnen
1926	—	4	4.174	2600	2964	174	129	12	184	164.627
1927	—	132	3.090	3064	2864	185	112	21	321	179.446
1928	5905	260	2.756	3041	3417	289	151	38	267	233.074
1929	4257	100	4.301	3315	3421	207	164	52	247	256.731
1930	2149	174	12.867	2581	3016	210	147	51	279	310.352
1931	1036	118	13.194	1745	3055	187	168	44	181	308.878
1932	274	34	8.345	183	2587	162	110	19	152	255.716
1933	—	76	8.106	1181	2131	129	114	18	140	324.617
1934	—	17	7.877	1932	2264	135	123	12	113	308.875
1935	—	—	10.999	2172	2991	214	133	25	146	366.039
1936	—	—	11.641	1679	2351	225	142	19	149	393.374

## Optimale Beschäftigungsgrade

Von Dr. mont. Ing. Viktor Skutl, Leoben

Mit 1 Textabbildung

Wenn wir sagen, daß irgendwelche Einrichtungen oder Verfahren wirtschaftlich seien, so meinen wir damit, daß wir sie mit anderen Einrichtungen oder Methoden verglichen und bei diesem Vergleich gefunden haben, daß sie ebensogut oder noch besser seien.

Der Begriff „wirtschaften“ schließt also ein kritisches Vergleichen ein und läßt sich am besten durch den Ausdruck „wählen“ ersetzen. Wirtschaften heißt wählen.

Jeder Wahlakt ist nun durch ein Ziel gekennzeichnet, das außer und gewissermaßen über ihm steht. Das trifft auch für jene Wahlvorgänge zu, die wir gemeiniglich als „wirtschaften“ bezeichnen: Sie werden entscheidend beeinflußt durch Ideen, die aus dem Bereiche der Weltanschauung stammen und letzten Endes in die Frage nach Sinn und Zweck der Wirtschaft einmünden. Unsere wirtschaftliche Gedankenwelt ist ein organischer Bestandteil unseres geistigen Weltbildes überhaupt und mit diesem so innig verbunden, daß eine Trennung unmöglich erscheint.

Wenn wir wirtschaftliche Ereignisse beurteilen, so stehen wir, bewußt oder unbewußt, auf dem Boden unserer Weltanschauung und legen einen Maßstab an, der ihr entspricht. Die dabei gewonnenen Ergebnisse haben daher einen subjektiven, oder besser gesagt relativen Wert und sind nur bedingt richtig, denn der Beobachter, der in anderen weltanschaulichen Ideen lebt, wird zu ganz anderen Ergebnissen kommen.

Die liberal-individualistische Epoche hat das Einzelinteresse weltanschaulich in den Vordergrund gestellt und dementsprechend auch die Gedankenwelt der Wirtschaft geformt. Der „wohlerwogene Egoismus“ galt nicht nur praktisch, sondern auch theoretisch als Triebfeder, die Rentabilität als Prüfstein wirtschaftlichen Geschehens.

Diese geistige Zielsetzung hat uns jene Formen der Wirtschaft gebracht, die liberal-kapitalistisch zu nennen wir gewohnt sind, weil die weitgehende Freiheit in Erwerb und Einsatz von Kapital dieses zum ausschlaggebenden Wirtschaftsfaktor stempelte.

In dieser Epoche stand das Interesse der Gesamtheit im Hintergrunde. Sie war eine Art Interessenverband eigenständiger Individuen.

Ganz im Gegensatz dazu beginnt man heute in der Gesamtheit, in Volk und Staat einen lebendigen Organismus zu sehen, dessen einzelne Glieder Teile einer Einheit sind und sich dieser naturgemäß unterordnen müssen.

Daraus wird für den einzelnen die Pflicht abgeleitet, seine Freiheiten und seine Interessen oft weitgehend jenen der Gesamtheit zu opfern. Dieser weltanschauliche Umbruch hat natürlich auch eine Änderung der wirtschaftlichen Zielsetzung gebracht und ist im Begriffe, das Gedankengut der Wirtschaft vom Grunde auf neu zu gestalten. Im Mittelpunkt stehen nicht mehr das Gewinnstreben des einzelnen, sondern die Lebensnotwendigkeiten der Gesamtheit, also in erster Linie Bedarfsdeckungsfragen. Mit dem Studium der Lebensnotwendigkeiten der Gesamtheit aber und dem der Frage ihrer planmäßigen Erfüllung ist zweifellos bereits der erste Schritt von der freien zur gebundenen oder gesteuerten Wirtschaft getan, die sich auf den skizzierten weltanschaulichen Grundlagen notwendigerweise entwickeln muß. Planwirtschaftlich gesehen tritt das Rentabilitätsproblem hinter das Versorgungsproblem, man denkt in erster Linie in Gütern und nicht in Geld, dem lediglich die Rolle eines Hilfsmittels der Wirtschaft zugebilligt wird.

Es ist im vorstehenden an zwei Extremen gezeigt worden, wie jede Weltanschauung auch ihr eigenes wirtschaftliches Gedankengut formt und wie innig verflochten weltanschauliche und wirtschaftliche Ideen sind.

Es gibt fast keine wirtschaftliche Frage, die man wirklich zutiefst durchdenken könnte, ohne gezwungen zu sein, auch weltanschaulich eine feste Stellung zu beziehen. Deshalb

ist es bei vielen wirtschaftlichen Problemen unmöglich, eine objektive und absolut gültige Lösung zu finden, denn, was beispielsweise der kapitalistisch-liberale Wirtschaftler für richtig findet, wird der Planwirtschaftler verwerfen und umgekehrt.

Das gilt auch für die Frage nach dem optimalen Beschäftigungsgrad. Zunächst ist sie überhaupt nicht zu lösen, bevor nicht einwandfrei festgestellt ist, was wir von einem Betrieb überhaupt verlangen wollen. Damit sind wir aber bereits wieder bei grundsätzlichen Fragen, nicht mehr wirtschaftlicher, sondern weltanschaulicher Art angelangt. Stellen wir uns auf den kapitalistischen Standpunkt, so sehen wir in einem Betriebe in erster Linie ein Mittel zum Gelderwerb und das Optimum muß logischerweise dann dort liegen, wo der Nutzen, den er abwirft, am größten ist. Planwirtschaftlich gesehen braucht das keineswegs der Fall sein. Je nach der Situation, in der sich die Volkswirtschaft befindet, wird der Planwirtschaftler das Optimum etwa einmal dort sehen, wo der Betrieb die größte Anzahl von Arbeitskräften beschäftigen kann, das andere Mal dort, wo einem Minimum an verbrauchten Gütern ein Maximum an geleisteten Gütern gegenübersteht, je nachdem, ob die Volkswirtschaft an einem Überfluß an Arbeitskräften oder einem Mangel an Gütern, beispielsweise Rohstoffen, leidet.

Es kann also das Betriebsoptimum oder der optimale Beschäftigungsgrad keineswegs eine eindeutige oder absolute Größe sein. Je nach der Anschauung, welchen Zweck der Betrieb in der Volkswirtschaft zu erfüllen habe, lassen sich ganz verschiedene optimale Beschäftigungsgrade ermitteln, deren jeder seine bedingte Berechtigung hat.

In den folgenden Ausführungen sollen an Hand eines Schaubildes einige für den Bergbaubetrieb kennzeichnende Fälle erörtert werden.

„Kosten“ sind in der Betriebswirtschaft bekanntermaßen Güter, die zur Erzielung einer Leistung verbraucht oder, wie man sich auszudrücken pflegt, „verzehrt“ werden. Im Bergbaubetrieb also vornehmlich menschliche Arbeit in verschiedenen Formen, Energie und schließlich alle jene Güter, die er im Wege des völligen Verbrauches oder der Abnutzung ganz oder teilweise entwertet, wie etwa Sprengmittel in dem einen, oder Maschinen in dem anderen Falle. Wenn man die Summe dieser Kosten etwa auf die geförderte Tonne als Leistungseinheit umrechnet, bekommt man Verhältniszahlen, die unter verschiedenen Namen, wie Einheitskosten, Erzeugungskosten, Selbstkosten, Gestehungskosten usf. bekannt sind.

In der Abbildung, die als Abszissen die Leistung und als Ordinaten die entsprechenden Kosten, Erlöse usf. wiedergibt, sind diese Einheitskosten als Funktion der Leistung dargestellt. Im allgemeinsten Fall ergibt sich dabei eine gekrümmte Linie „k“. Infolge des Vorhandenseins von festen Kostenelementen kommt die Kurve aus dem Unendlichen und nimmt einen zunächst degressiven Verlauf. Wenn nur rein feste und rein proportionale Kosten vorhanden wären, würde die Kurve den Ast einer Hyperbel bilden und sich mit steigender Leistung einer Parallelen zur Abszissenachse asymptotisch nähern. In Wirklichkeit treten aber zunächst degressive Kosteneinflüsse auf, die es bewirken, daß die Kennlinie in ihrem linken Ast rascher sinkt als es der Hyperbel entsprechen würde. Bei zunehmender Leistung kommen wir dann schließlich in einen Bereich, wo sich Überlastungserscheinungen im Betriebe bemerkbar machen und es bewirken, daß die Kosten allmählich progressiv, d. h. stärker als die Leistung zu wachsen beginnen. Das zeigt der rechte Ast der Kostenkennlinie. Beide Äste werden durch einen mehr oder minder ausgedehnten Bereich der Proportionalität miteinander verbunden.

Das, was uns augenblicklich an der Kennlinie am meisten interessiert, ist die Tatsache, daß es ein ausgesprochenes Kostenminimum gibt, und zwar an jenem Punkte I, wo die Tangente an die Kennlinie parallel zur Abszissenachse wird. In diesem Punkte sind die Kosten je geleisteter Tonne ein Minimum. Auf die Leistungseinheit bezogen wird bei diesem Beschäftigungsgrad die geringste Menge an Kostengütern verzehrt. Dieser Beschäftigungsgrad stellt demnach unzweifelhaft ein Optimum dar, und weil es das Ziel der Betriebswirtschaft ist, die Güterumwandlungsprozesse so zu führen, daß einer be-

stimmten Menge geleisteter Güter ein Minimum an verzehrten Gütern gegenübersteht, wollen wir diesen Betriebszustand etwa „Betriebswirtschaftliches Optimum“ nennen.

Das Bild wäre jedoch unvollständig, wollten wir neben den Kosten nicht auch Verkaufspreise und Verkaufserlöse in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen. Wenn wir annehmen, daß es sich im vorliegenden Fall um einen Betrieb handelt, der marktreife Massengüter, beispielsweise Kohle, erzeugt, und wenn wir ferner wieder als den allgemeinsten Fall einen völlig freien Markt voraussetzen wollen, so bedarf es wohl keines besonderen Beweises dafür, daß mit zunehmender Förderleistung auch der durchschnittliche Verkaufspreis sinkt. Je größer die Erzeugungsmenge eines Bergbaues wird, desto mehr muß er im allgemeinen in „bestrittene“ Positionen liefern und desto niedriger werden die dabei erzielten Verkaufspreise. Wenn wir die Durchschnittsverkaufspreise je Tonne ebenfalls als Funktion der Leistung darstellen, so erhalten wir die Linie „p“, die ebenfalls degressiv verläuft.

Von diesen Verkaufspreisen müssen wir aber erst die Verteilungskosten abziehen, um auf die Grubenerlöse zu kommen, die für den Betrieb letzten Endes ja allein maßgebend sind. Da mit zunehmender Größe des Absatzgebietes auch die Verteilungskosten steigen, muß mit wachsender Leistung die Spanne zwischen Durchschnittsverkaufspreis und Durchschnittserlös ebenfalls zunehmen. Der Durchschnittserlös je Tonne, wieder als Funktion der Leistung dargestellt, ergibt daher eine Kurve, deren Verlauf wesentlich stärker degressiv sein muß als jener der Kurve p. Wir wollen sie mit „e“ bezeichnen.

Die bereits erwähnten Verteilungskosten pflegt man aus guten Gründen nicht den Selbstkosten des Betriebes anzulasten. Vielfach scheinen sie buchmäßig auch gar nicht auf, weil beispielsweise die Verkaufspreise loko Schacht erstellt werden. Beides ändert jedoch nichts an der Tatsache, daß sie wirklich vorhanden sind und daß es sich hierbei mit großer Annäherung um echte Kosten handelt. Für den Volkswirtschaftler ist der Gütererzeugungsprozeß erst mit der Konsumreife beendet, also erst dann, wenn das Gut am Verbrauchsorte angekommen ist. Er pflegt daher folgerichtig die Verteilungskosten zu den reinen Herstellungskosten dazuzurechnen und die sich so ergebenden Gesamtkosten als Grundlage seiner Schlußfolgerungen zu wählen.

Wenn auch wir uns diese Betrachtungsweise zu eigen machen, so müssen wir die Ordinatenabschnitte v zu den Ordinaten von k addieren und erhalten dadurch eine neue Kurve k'. Sie stellt die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten, d. i. die Summe von Erzeugungs- und Verteilungskosten je Tonne als Funktion der Leistung dar und zeigt im Punkte II ein Minimum. In dem diesem Punkte entsprechenden Betriebszustand ist der volkswirtschaftliche Güteraufwand je geleisteter Tonne am Verbrauchsorte ein Minimum. Auch dieser Betriebszustand stellt zweifellos ein Optimum dar, das wir etwa „volkswirtschaftliches Optimum“ nennen wollen.

Die beiden eben besprochenen Optima entspringen einer rein gütermäßigen Betrachtungsweise des Erzeugungsprozesses und tragen unzweifelhaft Merkmale planwirtschaftlichen Denkens.

Wenn wir nunmehr wieder zur Kostenkennlinie k und zur Erlöskurve e zurückkehren, so liegt zwischen den beiden Schnittpunkten dieser Kurven jener Leistungsbereich, in dem der Betrieb mit „Nutzen“ arbeitet. Der wechselnde Abstand der beiden Linien voneinander gibt jeweils den Nutzen an, der je Fördereinheit erzielt wird. Er erreicht bei III sein Maximum. Wenn wir den Betrieb mit dieser Leistung arbeiten lassen, er-

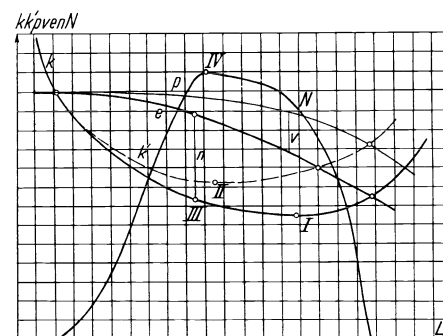


Abb. 1. Kosten, Preise, Erlöse und Nutzen als Funktion der Leistung

zielen wir den größten Nutzen je Tonne abgebauter Substanz. Auch dieser Betriebszustand stellt also ein Optimum dar, das etwa „substanzwirtschaftliches Optimum“ genannt werden mag. Wenn wir den Betrieb bis zur Erschöpfung seiner Lagerstätte mit diesem Beschäftigungsgrad arbeiten lassen könnten, würden wir den größten Gegenwert an Geld für die ursprünglich vorhandene Substanz erzielen.

Dabei dürfen wir allerdings nicht übersehen, daß wir diesen Gegenwert in Geld in Form einer Rente erhalten, deren Laufzeit mit der Lebensdauer des Betriebes identisch ist. Der Jetztwert dieser Rente ist naturgemäß außer vom Zinsfuß auch von der Laufzeit der Rente stark abhängig und wird um so größer, je rascher die Ausbeutung bei gleichem Nutzen je Tonne vor sich geht. Wenn wir diesen Jetztwert ins Auge faßten, so könnten wir dafür ein neues Optimum ermitteln, das bei einem etwas stärkeren Beschäftigungsgrad liegen muß, als es dem Punkte III entspricht. Doch das sei nur nebenbei erwähnt.

Wenn wir nun schließlich den Nutzen je Tonne jeweils mit der Anzahl der geleisteten Tonnen multiplizieren, erhalten wir offenbar den Gesamtnutzen „N“. Er ist dort, wo sich die Kosten- und Erlöskurve schneiden, naturgemäß 0 und erreicht beim Beschäftigungsgrad IV sein Maximum. Wenn der Betrieb mit der Leistung IV arbeitet, ist sein Ertrag am größten. Die im Betrieb arbeitenden Kapitalien verzinsen sich am günstigsten, seine Rentabilität erreicht ein Maximum. Auch dieser Beschäftigungsgrad stellt zweifelsohne ein Optimum dar, das etwa „kapitalwirtschaftliches“ heißen mag.

Während das betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Optimum sich an planwirtschaftliche Ideen anlehnt, entspringen die beiden letzterwähnten mehr liberal-kapitalistischem Gedankengut.

Dieser kurze Überblick, der keineswegs vollständig ist, möge genügen, um zu zeigen, daß der Begriff „Optimaler Beschäftigungsgrad“ keineswegs so eindeutig ist, wie es zunächst vielleicht scheinen mag. Ähnliche Erwägungen lassen sich übrigens auch hinsichtlich des Begriffes der ökonomischen oder optimalen Ausbaugröße anstellen, der ja mit dem behandelten Thema in einem gewissen Verwandtschaftsverhältnis steht. Eine Erörterung dieser Frage würde aber den gesteckten Rahmen so weit überschreiten, daß sie einer anderen Gelegenheit vorbehalten bleiben muß.

## Betriebsverhältnisse im Kusnezker Steinkohlenbecken in Sibirien

Von Ing. V. Sommeregger, Fohnsdorf

Mit 5 Textabbildungen

Das große russische Reich wird in genereller Richtung West—Ost von einer Haupt-

eisenbahnlinie, der sog. Magistrale, durchschnitten, die, von der polnisch-russischen Grenzstation Negoreloje beginnend, über Moskau, Swerdlowsk, dem ehemaligen Jekaterinburg, Omsk, Nowosibirsk und dann um die Südspitze des Baikalsees herum weiter bis nach Wladiwostok führt (Abb. 1). Ungefähr in der Mitte dieser rund 10.000 km langen Strecke, zu deren Zurücklegung man mit dem Expreszug fahrplanmäßig 233 Stunden, also ungefähr 10 Tage und Nächte

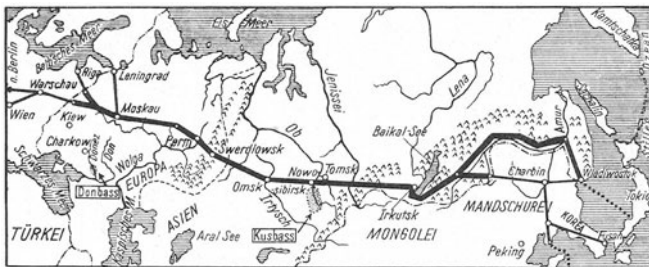


Abb. 1. Eisenbahnlinie (Magistrale) Moskau-Wladiwostok

benötigt, liegt Sibirien, sich der Hauptsache nach nördlich der Magistrale und nur zum geringen Teil südlich derselben erstreckend.

In diesem südlich der Magistrale gelegenen Teile Sibiriens, und zwar südöstlich von der westsibirischen Hauptstadt Nowosibirsk, dem ehemaligen Nowonikolajewsk, ist nun — in seiner Längserstreckung vom Flusse Tom begleitet — das Kusnezker Steinkohlenbassin, kurz Kusbass genannt, gelegen. Auf Grund der in den letzten Jahren forcierten Aufschlußarbeiten schätzen die russischen Geologen das Steinkohlenvermögen dieses Beckens auf 434 Milliarden Tonnen, so daß es in Anbetracht der vorzüglichen Beschaffenheit der dort vorkommenden Steinkohle wohl mit Recht einer der größten Steinkohlenspeicher der Welt genannt zu werden verdient.

In tektonischer Hinsicht stellt das Kusnezker Steinkohlenbecken eine Mulde dar, deren kohlenführender Teil sich in Richtung Nordwest—Südost auf ungefähr 330 km Länge bei einer Breite bis 100 km erstreckt und derart ein Gesamtausmaß von rund 26.000 qkm erreicht (Abb. 2). Dem geologischen Zeitalter nach gehören die liegendsten Schichten, bestehend aus weißen und grauen Kalken, Tonschiefern und tuffartigen Sandsteinen, dem Kambrium an, auf welche Kalke, Tuffe und Konglomerate des Silur, sodann Sandsteine, Schiefer und zum Teil auch Kalke und die ersten Kohlenablagerungen (im nördlichen Teil des Beckens) des Devons nachfolgen. Die folgenden Karbon- und Permformationen mit ihren Sandsteinen, Argilliten und Schiefen enthalten die verschiedenartigen Steinkohlenqualitäten: wie Koks- und Magerkohlen, Fett- und Gaskohlen, Anthrazite und Halbanthrazite. Über diese Schichtenfolge lagern sich in der Mitte und im südlichen Teil der Mulde noch Konglomerate, Sandsteine und unbedeutende Kohlenvorkommen der Jura, die örtlich vereinzelt von Basalten und Diabasen durchbrochen sind.

Das Steinkohlenvorkommen im Kusbass ist ein gruppenartiges von 16 bis 20 abbauwürdigen Flözen, wobei Flöze mit einer Mächtigkeit von weniger als 1 m nicht als abbauwürdig gezählt werden.

Das Kusnezker Steinkohlenbecken ist in vier Reviere eingeteilt, und zwar von Norden an der Eisenbahnmagistrale beginnend in das Revier Anscherka-Sudschenka, weiter nach Süden und am Tomflusse gelegen folgt das Revier Kemerowo, wieder südlicher das Revier Leninsk und als südlichstes das Revier Prokopjewsk, zu welchem auch die Betriebe Kisseljowka, Aralitschewo und Ossinowka gezählt werden. Alle diese Bergwerke werden vom staatlichen Steinkohlentrust „Kusbassugolj“, zu deutsch „Kusbasskohle“, betrieben und verwaltet.

Hinsichtlich der Beschaffenheit der Kohle kann ihre Zusammensetzung im lufttrockenen Zustand je nach Örtlichkeit in folgenden Grenzen angegeben werden:

C = 80 — 86%	} selten weniger.
H <sub>2</sub> O = 0,5 — 2,0%	
S = 0,3 — 0,5%	
H = 4,0 — 4,6%	
O + N = 3,6 — 6,0%	
Asche = 3,0 — 7,0%	} selten mehr.

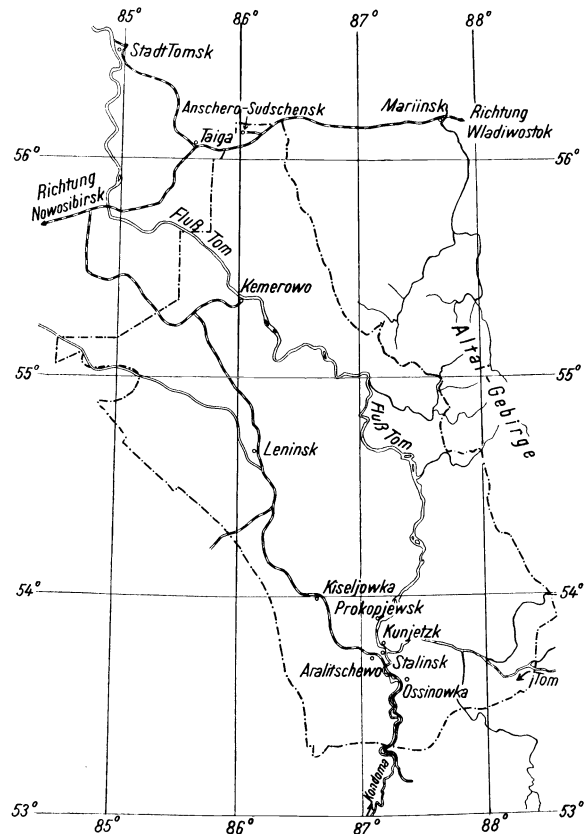


Abb. 2. Lagerungsskizze des Kusbass

Der praktische Heizwert der Kusbasskohle schwankt im allgemeinen zwischen 7000 bis 8000 WE, als verkokbar ist der größte Teil zu bezeichnen, obwohl tatsächlich als Kokskohle ihrer guten Eigenschaften wegen vor allem die Kohle des Reviers Prokopjewsk, der sog. „Perle des Kusbass“ gewählt wird.

Die Anforderungen an den Kusbass bezüglich der Erzeugung sind in den letzten Jahren stark angestiegen, was die ständige Erhöhung der Erzeugung von 3,2 Mill. t im Jahre 1929 auf 14 Mill. t im Jahre 1935 erkennen läßt. Diese gewaltige Erhöhung der Erzeugung des Kusbass, für welche ungefähr 40 Schachtanlagen zur Verfügung standen, findet ihre Erklärung vor allem in dem Bestreben, die Steinkohlenerzeugung in dem Donezkij-Bassin, kurz Donbass genannt, auf Kosten des Kusbass zu entlasten. Die Gründe hierfür sind einerseits das geringere Kohlenvermögen des Donbass, welches mit ungefähr 88 Mill. t nicht einmal den fünften Teil jenes des Kusbass erreicht, andererseits der Umstand, daß der Heizwert der Donbasskohle bei einem Aschengehalt von 10 bis 17% 6000 bis 7000 WE, also um ungefähr 1000 WE weniger als jener der Kusbasskohle (bei 3 bis 7% Asche) beträgt. Diesem Bestreben, dem Donbass die Kohlenversorgung des europäischen Rußland, dem Kusbass jene des asiatischen Rußland einschließlich des Ural zuzuweisen, ist das sog. Ural-Kusnezker Kombinat entsprungen, demzufolge der Kusbass seine Steinkohlen an die Eisenindustrien des Ural, vor allem an das Eisenhüttenwerk Magnitogorsk liefert, während die Rückfracht zur Lieferung von Eisenerzen des Ural in das Hüttenwerk Stalinsk nächst der Stadt Kusnezsk im Kusbass ausgenutzt wird, wobei die Entfernung Stalinsk—Magnitogorsk ungefähr 2000 km beträgt. Außerdem hat der Kusbass noch die Steinkohlenlieferungen für die Industrien und Eisenbahnen in seinem Bereich zu besorgen.

Unter den genannten vier Kohlenrevieren kann man bezüglich der abbauwürdigen Flöze zwei Gruppen unterscheiden: Solche mit geringerem Einfallen — von 10 bis 20°, selten mehr — und geringerer Mächtigkeit, — letztere meist unter 3 m —, zu welchen die Reviere Anscherka-Sudschenka und Leninsk gehören, und solche mit sehr steilem Einfallen — von 60 bis 80° — und großer Mächtigkeit, — letztere meist über 3 m, zum Teil aber auch 9 m, 14 m und mehr —, zu welchen die Reviere Kemerowo und Prokopjewsk gehören.

Bezüglich der Auswahl der Abbaumethoden ist zu sagen, daß man aus erklärlichen Gründen die Bruchbausysteme ohne Unterstützung des Hangenden bevorzugt. Soweit dies die erste Gruppe der Betriebe mit geringerem Einfallen und einer Flözmächtigkeit unter 3 m betrifft, kann dieser Auswahl grundsätzlich zugestimmt werden. Im allgemeinen hat man hierbei den Pfeilerbruchbau angewendet, wobei trotz entsprechender Vorhaltungen immer wieder der gleiche Fehler festzustellen war: Man überließ die Entscheidung, ob sich die Firste langsam und allmählich absenken soll — also bei nachgiebigem, palastischen Hangenden — oder ob beim Vorrücken des Abbaues tatsächliches Verbrechen der Firste zu erfolgen hat — also bei festem, aber brüchigem Hangenden — ganz sich selbst, obwohl man die Abschnitte, in welchen das Zubruchegehen erfolgen sollte, meist durch Stellen von Orgeln abgrenzte. Die russischen Werksleitungen waren zu wenig standhaft, die den jeweiligen örtlichen Verhältnissen entsprechende richtige Arbeitsausführung durchzudrücken, was sich in Leistung und Materialverbrauch und damit in den Gesteinskosten sehr unangenehm bemerkbar machte. Die Leistung war trotz des geschilderten Mißstandes und der in Rußland üblichen sechsstündigen Arbeitszeit in der Grube deshalb verhältnismäßig für einen Steinkohlenbetrieb noch annehmbar, weil man es in dieser Gruppe der Vorkommen mit den angenehmsten Betriebsverhältnissen, nämlich 10 bis 20° Einfallen und einer Mächtigkeit von meist 2,0 bis 2,5 m zu tun hatte. Auch sind die Gruben mit schweren Kettenschrämmaschinen, mit Bohr- und Abbauhämmern, Schüttelrutschen und Drehbohrmaschinen (die beiden letzteren meist mit elektrischem Antrieb) sehr gut ausgestattet. Das Auftreten von Schlagwettern im Kusbass ist im allgemeinen sehr gering und auch Kohlenstaub tritt in keiner besonders gefährlichen Weise auf, so daß die Gruben

auch in dieser Hinsicht keine besonderen Erschwernisse verursachen. Was die Abbauverluste in dieser Vorkommensgruppe und bei Anwendung von Bruchbau anbelangt, müssen dieselben auf mindestens 30 bis 40% eingeschätzt werden. Grubenfeuer sind in dieser Gruppe der verhältnismäßig schwachen Flöze bisher nicht vorgekommen.

Weit mehr als diese Vorkommensgruppe machte und macht dem Steinkohletrust Kusbassugolj begreiflicherweise die zweite Gruppe der Vorkommen mit steilem Einfallen und sehr großer Mächtigkeit der Flöze zu schaffen, und zwar vor allem im Revier Prokopjewsk, das ungefähr 50 bis 60% der Gesamtsteinkohlenerzeugung des Kusbass liefert. Da es sich hier, wie bereits erwähnt, um Flözmächtigkeiten bis zu 6 m, 9 m, 14 m und mehr bei einem Einfallen von 60 bis 80° handelt, ist die Wahl der Abbauverfahren von noch größerer Bedeutung wie bei der vorher besprochenen Gruppe.

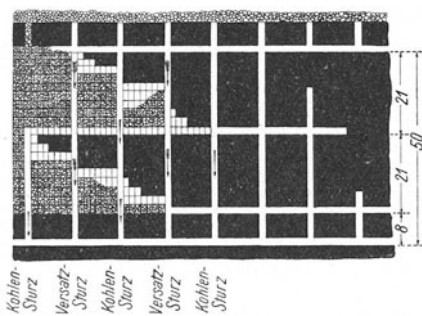


Abb. 3a. Zonensystem, Streichender Verhieb

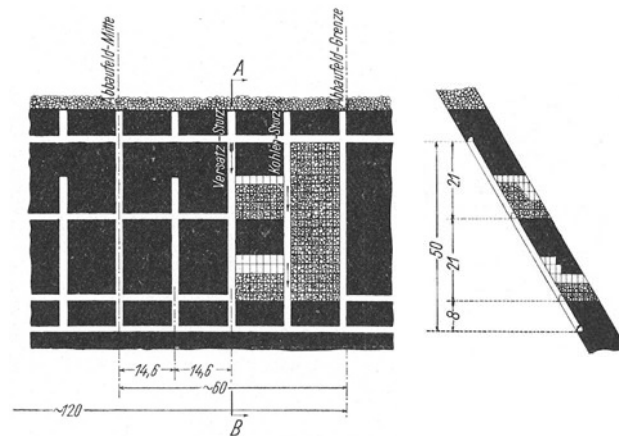


Abb. 3b. Zonensystem, Verquerender Verhieb

Beim Abbau dieser steil einfallenden, mächtigen Steinkohlenflöze kamen zu jener Zeit der Hauptsache nach zwei Abbaumethoden zur Anwendung, und zwar das sog. Zonensystem, eine Abbaumethode unter Verwendung von Handversatz, und der sog. Kammerpfeilerbau, eine Bruchbaumethode.

Das Zonensystem (Abb. 3) ist eine Art horizontalen Scheibenbaues und gelangte bei Mächtigkeiten von 3,5 m aufwärts zur Anwendung. Bei diesem Abbauverfahren wurde eine besondere Art von Zimmerung angewendet — man nannte sie die „amerikanische“, weil sie angeblich von Amerika übernommen wurde —, bei der durch die Aufstellung von ineinander verzapften Stempeln, Riegeln und Spreizen prismatische Fachwerke im Ausmaß von ungefähr 2 m Höhe, 1,8 m Breite und 1,4 m Tiefe entstanden. Jeder in einem solchen Abbau belegte Häuer hatte als Arbeitspensum die Herausnahme und Verzimmerung von zwei solchen Kohlenprismen vorgeschrieben, was einer Schichtleistung von ungefähr 8 t entsprach. Belegt waren in einem Abbau je Förderschicht zwei Häuer. Beim Abbau selbst ergaben sich zwei Möglichkeiten des Verhieb, nämlich ein solcher in streichender oder verquerender Richtung, wie dies aus der Abb. 3a und b ersichtlich ist. Die Breite der Pfeiler im Streichen wurde je nach Flözmächtigkeit und einem Vielfachen der Prismenausmaße entsprechend 12 bis 14 m genommen, wobei die meist 50 m betragende Bauhorizonthöhe in zwei oder drei Teilsohlen unterteilt wurde.

Dieses Abbauverfahren befriedigte aus verschiedenen Gründen nicht: Die Belegungs- und damit die Erzeugungsmöglichkeit im Abbau ist eine sehr geringe, damit gleichzeitig Dezentralisation und die Unmöglichkeit vorteilhafter Mechanisierung von Kohlen- und Versatzförderung die Folge. Außerdem mußten über Grundstrecke und Wetterausziehstrecke, vielfach aber auch in den Teilsohlen, sowie beim zweiflügeligen Abbau auch noch in der Mitte der Abbaufügel Kohlenpfeiler stehen gelassen werden, so daß die Abbau-

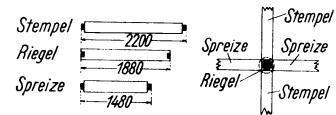


Abb. 3c. Zonensystem, „Amerikanische“ Zimmerung



verluste auch hier nicht unbeträchtliche sind. Dazu kam noch, daß als Versatzmaterial hauptsächlich der Lehm aus der Überlagerung des Steinkohlengebirges benutzt wurde, der durch unmittelbar vom Abbau aus oder von einer Versatzzulieferungstrecke aus hochgebrochene Sturzschachteln von obertags in die Grube gestürzt wurde. Abgesehen davon, daß Lehm allein bei derartigen Mächtigkeiten keinen verlässlichen Versatz gibt, hielt die Anlieferung des Versatzmaterials mangels entsprechender Organisation und jeglicher Mechanisierung, namentlich in den Wintermonaten, in denen Kälten von 40 bis 50° in Sibirien nichts Außergewöhnliches sind, und infolge der vielen Schneestürme nicht gleichen Schritt, so daß auch hier trotz sog. Vollversatzanwendung Verbrüche nicht zu den Seltenheiten gehörten. Bergbehörde wie Zentralverwaltung des Trusts suchten diese Verbrüche durch die Vorschrift zu verhindern, daß nur höchstens drei Scheiben herausgenommen werden dürfen, worauf erst nach Versatz der beiden unteren oder wenigstens einer davon

Kammer 1 Kammer 2 Kammer 3 Kammer 4 Kammer 5

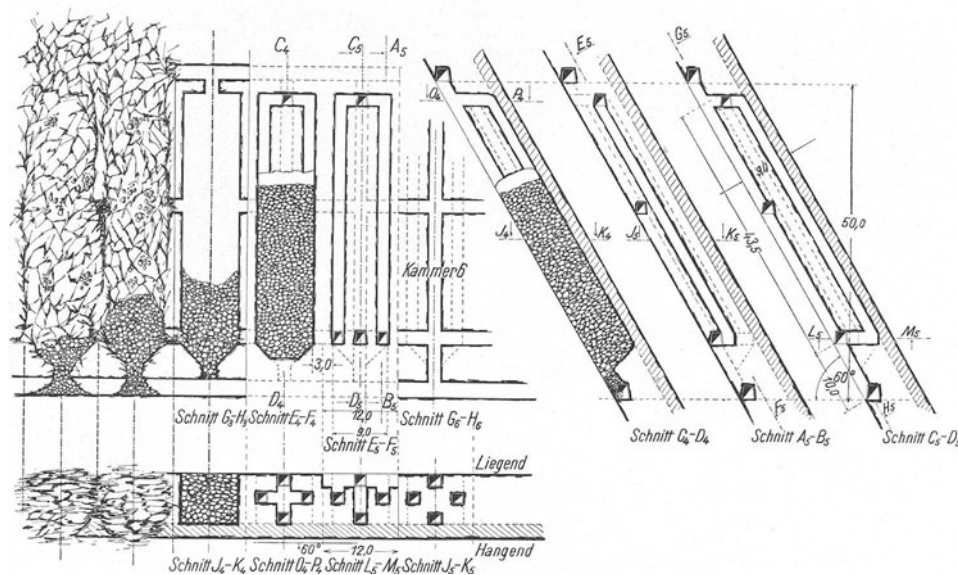


Abb. 4. Kammerpfeilerbruchbau

mit dem Abbau fortgeschritten werden sollte. Der Druck auf die Förderung war aber ständig ein derartiger, daß diese und ähnliche Vorschriften meist vernachlässigt wurden. Als weitere, sehr fühlbare Nachteile dieses Abbausystems sind der große Verbrauch von Grubenholz zu nennen, von dem nichts geraubt werden konnte und der Umstand, daß die Zimmerungsarbeit, die sehr genau ausgeführt werden mußte oder sollte, sehr teuer war, obwohl die umständliche Vorrichtungsarbeit des Grubenholzes obertags erfolgte.

Diese Zustände gaben Anlaß, daß man sich immer wieder der zweiten Abbaumethode mittels Bruchbaues zuwandte, die nahezu ohne Zimmerung arbeitete und bezüglich Leistung bessere Ergebnisse zeitigte, allerdings aber dafür noch größere Nachteile aufwies. Das angewandte Bruchbauverfahren war im Prinzip ein Kammerbruchbau verbunden mit Magazinierung der Kohle, der angeblich einem in Pennsylvanien bei den dortigen Anthrazitflözen üblichen Abbausystem nachgebildet sein soll. Im Kusbass findet dieses Abbaumethode in den steil einfallenden Flözen mit etwa 2,5 m Mächtigkeit beginnend bis zu 14 m Anwendung (Abb. 4).\*

Von im Einfallen vorgetriebenen Aufbrüchen aus — je nach Flözmächtigkeit 1, 2 oder mehrere an der Zahl, in der Abbildung bei der angenommenen Mächtigkeit von

\*) Gezeichnet von Ing. Karl Baumgartner.

9 m sind es 4 — wird unter ständiger Magazinierung des Vorrats und auf diesem stehend von den Häuern eine Kammer herausgeschossen, wobei die der Volumsvermehrung infolge der Auflockerung entsprechende Kohlenmenge nach Notwendigkeit abgezogen wird. Die Breite der Kammern wurde 7 bis 9 m, ihre Tiefe gleich der Flözmächtigkeit abzüglich eines am Hangenden zum Schutze gegen vorzeitiges Verbrechen desselben zurückgelassenen Kohlenpfeilers und ihre Höhe je nach den örtlichen Verhältnissen zwischen 20 und 45 m genommen (in der Abbildung 43,5 m). Zwischen den einzelnen Kammern wurden im Streichen Kohlenpfeiler zurückgelassen, die mindestens 3 m, bei großer Mächtigkeit auch mehr maßen. Gezimmert wurden lediglich die im Einfallen getriebenen Aufbrüche, und zwar auch nur insoweit, daß von diesen aus die Bohr- und Sprengarbeit für die Kammer durchgeführt werden konnte. War die Kammer bis an die obere Grenze, an der unterhalb des Wetterstreckenhorizontes natürlich auch wieder ein entsprechender Sicherheitskohlenpfeiler geopfert werden mußte, aufgebrochen, so konnte das Auslassen des magazinierten Vorrates erfolgen. Beabsichtigt war, daß diese Kammern erst nach Beendigung des Auslassens des magazinierten Vorrates, dann aber möglichst rasch und dicht verbrechen sollten.

Bei diesem sog. Kammerpfeilerbruchbau fallen besonders die großen Kohlenverluste auf, die mit etwa 40 bis 50% einzuschätzen sind. In der Praxis ist noch insofern eine Erhöhung dieser Kohlenverluste eingetreten, weil der am Hangenden hinterlassene Schutzpfeiler meist nicht bis zur Beendigung des Auslassens des Vorrats standhielt, sondern hereinbrach und auf diese Weise vorzeitig den Verbrauch des Hangenden veranlaßte. Bei unparteiischer Beurteilung dieses Abbauverfahrens mußte man also die Kohlenverluste mit 60 bis 70% beziffern, womit es als Raubbau charakterisiert ist. Außer diesem einen großen Nachteil hatte dieses Abbauverfahren aber noch einen zweiten, wirtschaftlich noch schwerer ins Gewicht fallenden aufzuweisen, nämlich den, daß solche Kohlenverluste bei den in Betracht kommenden Mächtigkeiten unbedingt zu Grubenbränden führen müssen.

Auch der europäischen Bergbautechnik sind solche Steinkohlenvorkommen mit besonders mächtigen, steil einfallenden Flözen nicht unbekannt und weist die in dieser Hinsicht viele Jahrzehnte alte Bergbaupraxis bekanntlich folgende grundsätzliche Richtlinie auf: Sind die Kohlenflöze von solcher Stärke, daß sie die sog. kritische Mächtigkeit überschreitet, bei welcher im Falle der Selbstentzündung der Kohle die Leitfähigkeit des Nebengesteins zur Ableitung der erzeugten Wärmemengen nicht mehr ausreicht, so ist die Anwendung von möglichst dichtem Vollversatz unerläßlich, um Selbstentzündung zu verhüten und nicht die Wirtschaftlichkeit des Bergbaubetriebs durch die zu gewärtigenden Grubenbrände zu gefährden.

Um nun die Verhältnisse bezüglich der richtigen Wahl des Abbauverfahrens für die mächtigen, steil einfallenden Flöze in Prokopjewsk zu studieren und ein entsprechendes Gutachten abzugeben, wurde im September 1931 aus dem Zentralverwaltungsapparat des Trustes in Nowosibirsk eine viergliedrige Kommission entsandt, der zwei russische Bergingenieure, und zwar Ing. Michael St. Stroiloff, der spätere technische Direktor des Trustes als Vorsitzender, ferner Ing. Dimitr A. Strelnikoff, Professor an der montanistischen Hochschule in Tomsk, und zwei ausländische Bergingenieure angehörten, nämlich mein Studienkollege Ing. Karl Baumgartner, derzeit in Prag, und meine Wenigkeit. Kollege Baumgartner war ungefähr dieselbe Zeit in der U. d. S. S. R. tätig wie ich, nämlich vom Ende des Jahres 1929 bis Beginn des Jahres 1936, wovon wir ungefähr fünf Jahre lang im Zentralverwaltungsapparat in Nowosibirsk und meist in enger Fühlung miteinander arbeiteten, da wir in den örtlichen wichtigen Fragen der Abbau-technik einer Meinung waren. Ich bitte um Verzeihung wegen dieser Abschwenkung ins Persönliche, die aber zum Verständnis des Weiteren notwendig ist.

Das Gutachten dieser Kommission lautete nun im wesentlichen dahin, daß beim Abbau der mächtigen, steil einfallenden Flöze in Prokopjewsk mittels Bruchbau die

Kohlenverluste derart groß werden, daß dadurch Grubenbrände infolge Selbstentzündung der Kohle unvermeidlich werden. Der Bruchbau wurde daher technisch und wirtschaftlich nur für Mächtigkeiten bis höchstens 3 m zulässig erklärt, für den Abbau der mächtigeren Steinkohlenflöze jedoch die Anwendung eines möglichst dichten Vollversatzes als unbedingt nötig verlangt. Mit Rücksicht auf die in Betracht kommenden großen Fördermengen konnte Handversatz nicht in Frage kommen, infolge des langen, strengen Winters und des Wassermangels im Kusbass ebensowenig Spülversatz, weshalb als günstigste Versatzmethode der Blasversatz unter gleichzeitiger Vorlage eines generellen Projekts in Vorschlag gebracht wurde.

Dieses Gutachten erregte infolge der im Falle der Annahme der vorgeschlagenen Arbeitsweise notwendigen großen Investitionen beträchtliches Aufsehen und vielfach lebhaften Widerspruch. Insbesondere waren Kollege Baumgartner und ich, die man nicht mit Unrecht für die Inspiratoren des Gutachtens in dieser Hinsicht hielt, heftigen Angriffen ausgesetzt. Unter anderm suchte man unsere Warnungen bezüglich der Gefahr der Entstehung von Grubenbränden durch Selbstentzündung, da bisher solche im Prokopjewsker Revier noch nicht vorgekommen waren, ins Lächerliche zu ziehen und gab uns den Spitznamen „Poscharniki“, zu deutsch „Feuerwehrleute“. Doch die Zeit sollte uns nur allzubald recht geben.

Dieses vielbestrittene Gutachten wurde sodann Gegenstand der Beratung und Besprechung in unzähligen Versammlungen und einer Reihe von technischen und behördlichen Stellen vorgelegt, von diesen schließlich gutgeheißen und angenommen, und alle Kommissionsmitglieder „in Anerkennung der geleisteten wertvollen Arbeit“ mit besonderen Prämien bedacht.

Eine eigene technische Abteilung im Zentralapparat von Nowosibirsk, namens „Urnir“ — das Wort ist zusammengesetzt aus den Anfangsbuchstaben von „Verwaltung für Rationalisierung und wissenschaftliche Untersuchungsarbeiten“ —, der auch alle vorher genannten vier Mitglieder der Kommission angehörten, befaßte sich ungefähr ein Jahr lang mit der Ausarbeitung aller nötigen Teilfragen dieses Gutachtens, wie Wahl der richtigen Abbaumethoden für die verschiedenen Flözmächtigkeiten, Art der Versatzmaterialgewinnung, Auswahl der Blasversatzmaschinen und Aufstellung der Teilpläne für ihre Arbeit je nach Abbaumethode usw.

Im Laufe dieser Zeit hatten sowohl Kollege Baumgartner, wie auch ich anlässlich von Urlauben in die Heimat auf Studienreisen in das Ostrau-Karwiner Revier die Abbaufverfahren mit Vollversatz, und zwar insbesondere mit Blasversatz aller wichtigsten Systeme, eingehendst studiert und namentlich auch durch Befahrung des Sophienschachtes des Steinkohlenbergbaues Orlau-Lazy in Poruba bei Orlova, dessen Leitung uns in entgegenkommendster Weise ihre Erfahrungen hinsichtlich neuzeitlicher Abbaufverfahren von sehr mächtigen, steil einfallenden Steinkohlenflözen zur Verfügung stellte, überaus wertvolle Anregungen sammeln können.

Die von der erwähnten Rationalisierungsabteilung „Urnir“ in Nowosibirsk, und zwar ausschließlich von ausländischen Ingenieuren im Laufe der nächsten Zeit ausgearbeiteten Projekte, belegt mit einer großen Zahl von Zeichnungen und Plänen, hatten auf Grund unserer Vorschläge folgende Hauptrichtlinien:

1. Bruchbau ist nur bis zu einer Mächtigkeit von 2,5 m, in besonders günstigen Ausnahmefällen bis 3,0 m zulässig, wobei als Abbaufverfahren der Pfeilerbruchbau, und zwar mit Rücksicht auf das steile Einfallen mit Diagonalstellung der Abbauf front und diagonalem oder streichendem Verhieb empfohlen wurde.

2. Als Abbaufverfahren im Falle der Versatzanwendung für Flöze von 2 bis 3 m Mächtigkeit wurde der diagonale Pfeilerversatzbau mit diagonalem oder streichendem Verhieb mit möglichst breitem Blick, und zwar mit Blasversatzanwendung nach System Beien, gegebenenfalls Palisa, vorgeschlagen.

3. Für die steileinfallenden Flöze von besonderer Mächtigkeit, d. h. also über 3 m bis 14 m und mehr, wurde die Anwendung von Scheibenbau mit Vollversatz in Vorschlag gebracht. Bezüglich der drei möglichen Arten des Scheibenbaues wurde unter der Voraussetzung der Anwendung von Blasversatz der horizontale Scheibenbau (nach Vorschlag von Ingenieur Baumgartner mit verquerendem Verhieb) mit möglichst breitem Blick und einer Scheibenhöhe von 2,0 bis 2,5 m empfohlen. Als Blasversatzsysteme wurden hierbei die Palisamaschine und die Torkretmaschine in Vorschlag gebracht.

Als Abbauverfahren derartiger mächtiger Flöze unter Anwendung von Handversatz, also für die Übergangszeit bis zur Einführung des Blasversatzes, wurde von mir der diagonale Scheibenbau vorgeschlagen, wie er in einzelnen Fällen am Sophienschacht im Ostrau-Karwiner Revier unter Spülversatzanwendung mit Erfolg gehandhabt worden war. Auf Grund der dortigen Erfahrungen wurde der Fallwinkel gegen die Horizontale der ebenfalls 2,0 bis höchstens 2,5 m hohen diagonalen Scheiben mit Rücksicht auf den Handversatz mit 35 bis 38° empfohlen, ferner als größte Mächtigkeit für den Abbau in einer Bank 5 bis 6 m, bei größeren Mächtigkeiten Unterteilung des Flözes in zwei oder mehrere Bänke parallel dem Einfallen nach.

Die dritte Abart, der geneigte Scheibenbau in zum Verflachen des Flözes parallelen Scheiben, wurde von uns mit Rücksicht auf die damit verbundene schwierige Zimmerung nicht sonderlich warm befürwortet.

4. Bezüglich der Versatzgewinnung und seines Transportes in die Grube wurde auftragsgemäß das Projekt in großzügiger und neuzeitlicher Form ausgearbeitet. Hierbei wurde die Gewinnung der weicheren Karbongesteine, wie Tonschiefer, Schiefer, leichtere Sandsteine als Versatzmaterial in großen obertägigen Steinbrüchen mittels Sprengarbeit in Aussicht genommen, während Aufladen und Transport mittels Bagger- und Lokomotivbetriebs vorgesehen war. Die Einlieferung des vorher auf eine größte Korngröße von 80 mm gebrochenen Versatzmaterials in die Grube wurde durch Schächte gelöst, wobei bis 50 m Tiefe einfaches Abstürzen, für größere Tiefen Abbremsen mittels Gefäßförderung beabsichtigt war. Vorerst handelt es sich in den Projekten nur um in höchstens 50 m Tiefe gelegene Versatzhorizonte, da fast alle Gruben erst in Auf-fahrung standen.

5. Mit Rücksicht auf das gruppenartige Flözvorkommen wurde für die Auffahrung das System der Richtstrecken und Querschläge in Vorschlag gebracht, aber erst nach langwierigem, hartnäckigem Kampf durchgebracht.

Sowohl bei der Festlegung dieser aufgezeigten wesentlichsten Richtlinien, wie auch anderer gab es eine Reihe von Meinungsverschiedenheiten, von welchen als sprechendes Beispiel die Lösung der Frage der Spurweiten herausgegriffen sei: Kollege Baumgartner und ich hatten für die obertägigen Materialwagen, für die wir ein Ladegewicht von etwa 6 t in Aussicht nahmen, eine Spurweite von 900 mm, in der Grube für die Versatz- und Kohlenhunde bei einem Ladegewicht von 1 bis 2 t etwa 600 mm in Vorschlag gebracht. Hierbei gab es einen harten Kampf, bei dem sich auch die amerikanischen Ingenieure gegen uns stellten und sich für Grubenhunde von 2 bis 5 t Ladegewicht bei einer Spurweite von 900 mm einsetzten. Jeder Praktiker aber weiß, was die großen Förderwagen mit derartigen Spurweiten in der Grube namentlich an den Verschneidungsstellen zweier Strecken bzw. Krümmungen an Unkosten für die teure Streckenerhaltung mit sich bringen. Tatsächlich wurde die Frage so gelöst, daß man sich in der Grube für 2tonnige Wagen und eine Spurweite von 900 mm, dagegen obertags für 5tonnige Wagen und eine Spurweite von 750 mm entschied!

Vorerst wurde nun die Erbauung einer sog. Versuchsanlage am Koksschacht in Prokopjewsk — als modernster und größter Schacht des Reviers später Stalinschacht benannt — beschlossen und alle nötigen Maschinen, wie Bagger, Brecher, Förderwagen,

Lokomotiven, Kompressoren, Blasversatzmaschinen (hiervon die Maschinen Torkret, Beien und Palisa aus Deutschland) und anderes in Bestellung gegeben. Dieses Versuchsrevier am Koks- oder Stalinschacht war auf Grundlage einer täglichen Leistung von rund 1500 cbm Versatzmaterial im aufgelockerten Zustand, dementsprechend mit einer Tagesleistung von 1500 bis 2000 t Steinkohle projektiert.

Daraus, daß der Donbass, das in der U. d. S. S. R. weitestentwickelte und bisher produktivste Steinkohlenbecken, der Hauptsache nach Flöze mit einer Mächtigkeit von weniger als 3 m bei schwachem Einfallen aufzuweisen hat, erklärt es sich, daß man in der U. d. S. S. R. bisher keinerlei eigene Erfahrungen betreffs Abbaufahren mit Verwendung mechanisierten Versatzes im allgemeinen, des Blasversatzes im besonderen hatte. Andererseits gibt es aber in der U. d. S. S. R. noch verschiedene Steinkohlenvorkommen, darunter z. B. Karaganda, im Ural, im mittelasiatischen Steinkohletrust, im fernöstlichen Steinkohletrust usw., die ähnliche Verhältnisse aufzuweisen haben wie der Kusbass. Es ist daher verständlich, daß ein derartiges Projekt, um welches eine lange Auseinandersetzung in Versammlungen, Fachzeitschriften und Tagesblättern ging, berechtigtes Aufsehen erregte, da ja der Kusbass der erste Steinkohletrust war, der sich die Lösung der Frage des Abbaues sehr mächtiger, steil einfallender Flöze mit Vollversatz angelegen sein ließ. Deshalb wurde von der Technikerschaft der gesamten russischen Steinkohlenindustrie dem Projekt, wie den bevorstehenden ersten Versuchen größtes Interesse entgegengebracht. Man möchte es daher für unmöglich halten, daß es trotzdem mehr als zwei Jahre gedauert hat, bis man mit dem Betrieb im Versuchsrevier des Koks-schachtes beginnen konnte. Da man zu jener Zeit, entgegen der Handhabung wenige Jahre vorher, die Aufgabe von Bestellungen von Maschinen jeder Art in das Ausland zwecks Einsparung von Devisen nach Möglichkeit zu vermeiden trachtete, so machte die Beschaffung von Bagger, Lokomotiven, Brecher, Kompressoren usw. die größten Schwierigkeiten und verursachte fortwährend Aufenthalte im Fortschritt der projektierten Anlage.

Nur so ist es zu erklären, daß die Blasversatzmaschinen erst im Sommer des Jahres 1934 zum ersten Male in Versuchsbetrieb kamen und daß die ersten Abbaue mit Blasversatz im Versuchsrevier des Koks-schachtes erst zur Zeit des Jahreswechsels 1934/1935 beginnen konnten. Die Zwischenzeit war unter anderem auch zur weiteren kritischen Behandlung aller einschlägigen Fragen ausgenutzt worden, die zu verschiedenen Veröffentlichungen Anlaß gaben. So hatte der Vorsitzende der Kommission und damalige Leiter der Rationalisierungsabteilung „Urnir“, Ing. M. St. Stroiloff, im Jahre 1933 unter dem Titel „Die Anwendung von Versatz beim Abbau der Prokopjewsker Lagerstätte im Kusbass“ eine Abhandlung herausgegeben, in welcher er die grundlegenden Richtlinien des neuen Projektes der Arbeit mit Vollversatz anführte und die Vorteile gegenüber den bisherigen Abbaumethoden beschrieb. Am Schlusse dieser Abhandlung, die im Verlag „Onti“ in Nowosibirsk erschienen ist, sind im Wortlaut vier Resolutionen von technischen Instanzen angeführt, die unter Anerkennung der technischen Richtigkeit der von der Rationalisierungsabteilung „Urnir“ geleisteten Arbeit sich für die ehmöglichste Verwirklichung dieses Projektes einsetzten. Auch von meiner Seite waren in dieser Zeit verschiedene Veröffentlichungen erschienen, denen die Absicht zugrunde lag, das für die Arbeit mit Versatz im Kusbass bzw. im Versuchsrevier erweckte Interesse wachzuhalten, ja möglichst zu verstärken.

Aber auch der inzwischen mit den bisher üblichen Abbaufahren fortgeführte Betrieb gab Anlaß dazu, daß die Frage der Einführung neuzeitlicher Abbaumethoden mit Vollversatz in jener Zeit nicht in Vergessenheit geraten konnte. In den letzten Jahren waren die Ansprüche bezüglich der Steinkohlenförderung des Kusbass immer höher gestiegen, war doch die Regierung der U. d. S. S. R. in jener Zeit bestrebt, vor allem die Schwerindustrie auszubauen. Die Förderziffern der einzelnen Jahre geben darüber am besten Auskunft.

Der Kusbass förderte:

1929	rund 3,2	Mill. t	1933	rund 9,0	Mill. t
1930	„ 3,6	„ „	1934	„ 11,5	„ „
1931	„ 5,2	„ „	1935	„ 14,0	„ „
1932	„ 7,0	„ „			

An diesen Förderungsziffern war das Prokopjewsker Revier (samt Kisseljowka usw) ständig mit ungefähr 50% beteiligt. Daß man sich dabei nur auf den Abbau der Flöze unter 3 m Mächtigkeit beschränkt hätte, war nicht angängig, weil einerseits gerade die besonders mächtigen Flöze die gut backende Fettkohle für den Hüttenkoks lieferten, andererseits auch ihr mengenmäßiger Anteil mehr als 50% des Prokopjewsker Kohlenvermögens ausmachte. Da die Betriebe im Revier selbst sehr gegen die Versatzanwendung eingestellt waren und auch der provisorischen Einführung neuer Abbaumethoden mit Handversatz die größten Schwierigkeiten entgegenseetzten, blieb man im wesentlichen bei den bisher üblichen beiden Abbaumethoden, wobei man dem Kammerpfeilerbruchbau aus Förderungsgründen gegenüber dem Zonenbau mit Versatz den Vorzug gab. Wie von uns vorhergesagt, traten daher als Folgen davon Grubenbrände auf, die in katastrophaler Weise zunahmen.

Es gab:

1932	..... 7	Grubenbrände	1934	..... 29	Grubenbrände
1933	..... 15	„	1935	..... 51	„

Dabei handelte es sich aber nicht vielleicht um Grubenbrände geringen Ausmaßes, die ausgebaut oder wenigstens durch die Abmauerung örtlich begrenzt werden konnten,

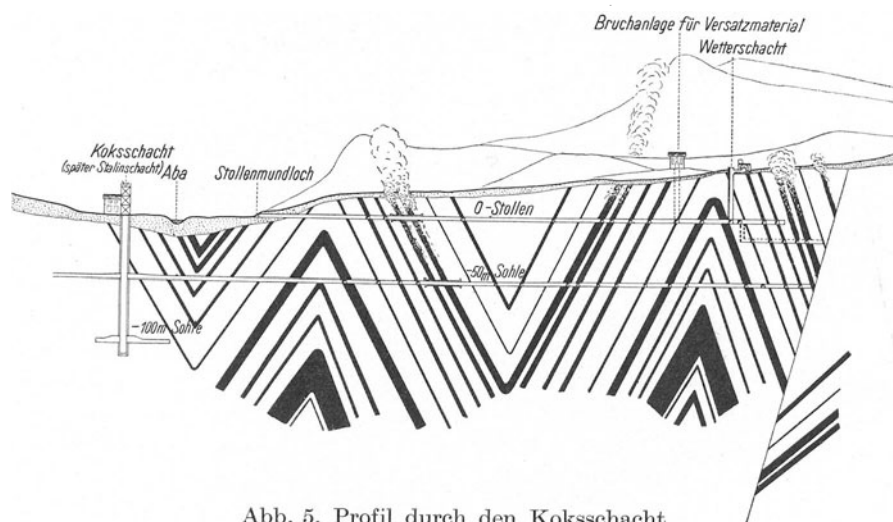


Abb. 5. Profil durch den Koksschacht

sondern es waren dies eigentliche Flözbrände, die alle über 3 m mächtigen Flöze ergriffen und vielfach bereits auf 200 bis 300 m im Streichen entflammt hatten (s. Abb. 5).\*)

Durch den Verbrauch der nur wenig unter der Erdoberfläche gelegenen Kammern bildeten sich beim Kammerpfeilerbruchbau große Pingen, dann Risse und Klüfte, die nach allen Richtungen liefen und die Sauerstoffzufuhr bewirkten. Die zunehmenden Meldungen neuer Brände waren daher wieder Anlaß von vielen Versammlungen und Beratungen. Bei einer solchen im Jahre 1933 unter Vorsitz des Präsidenten des Trusts, Moisei L. Ruchimowitsch, wurde die Entsendung einer Gruppe russischer Bergingenieure zur Bekämpfung dieser Flözbrände von Nowosibirsk ins Revier beschlossen,

\*) Gezeichnet von Ing. Karl Baumgartner.

bei welcher Gelegenheit ich mir die Anfrage nicht versagen konnte, wer also jetzt die „Poscharniki“ seien.

Die dauernd ansteigende Zunahme dieser Grubenbrände gab weiters Anlaß, daß im Jänner 1935 eine staatliche Kommission aus Moskau, unter Teilnahme von sechs Hochschulprofessoren mit Prof. Terpigorjeff an der Spitze, ins Prokopjewsker Revier entsandt wurde, um die Sachlage zu untersuchen und geeignete Gegenmaßnahmen zu treffen. Auch Kollege Baumgartner und ich wurden zu den diesbezüglichen Grubenbefahrungen, Besichtigungen und Verhandlungen, die drei Wochen andauerten, als Konsultanten beigezogen.

Zum Schluß der Tagung dieser staatlichen Kommission fanden in Prokopjewsk mehrere Tage lang stets gut besuchte Versammlungen statt, zu welchen alle einschlägigen Behörden Vertreter entsandt hatten und bei welchen der gesamten Technikerschaft des Prokopjewsker Reviers die Möglichkeit gegeben wurde, zur Frage des Kampfes gegen die Grubenfeuer Stellung zu nehmen. Auch wir benutzten wieder die Gelegenheit, um im Sinne unserer bisherigen Arbeitsrichtung abermals auf die großen Schäden und Gefahren bei Beibehaltung der bisherigen Abbauweise aufmerksam zu machen. Insbesondere wiesen wir auch auf die große Gefahr hin, der das Revier in der Zukunft entgegengeht, wenn es gezwungen sein wird, bei Bestand von Feuerherden im oberen Abbauhorizont auf den Abbau im nächst tiefer gelegenen Horizont überzugehen und dies noch dazu bei Schlagwettergefahr. Auch die sich hierbei ergebenden Schwierigkeiten und Folgen der zu verstärkenden künstlichen Wetterführung wurden eingehendst erörtert und unbedingt die Hinterlassung eines entsprechend starken Sicherheitspfeilers unter dem vom Flözbrand ergriffenen bzw. über dem zukünftigen, nächst tiefer gelegenen Bauhorizonte verlangt. Schließlich wurde bei dieser Gelegenheit von uns neuerdings unter Hinweis auf die vorliegenden Erfahrungen der mitteleuropäischen Bergbauindustrie der möglichst rasche Übergang zu den vorgeschlagenen Abbaufahren mit Vollversatz, die in der Praxis bereits erprobt waren und sich bewährt hatten, und deshalb die Forcierung des Versuchsreviers am Koksschacht eindringlichst gefordert.

Leider blieben auch diese Warnungen und Vorhalte nahezu unberücksichtigt. Einer der maßgebendsten Gründe, warum man auf unsere Vorschläge nicht eingehen wollte oder konnte, mag dabei der gewesen sein, daß die Anwendung von Vollversatz in der vorgeschlagenen Weise unleugbar wenigstens vorübergehend eine Erschwernis, zeitweise jedenfalls sogar eine Unmöglichkeit der Einhaltung der verlangten Förderung bedeutet hätte.

Wohl entschloß man sich, an den Stellen der ärgsten Flözbrände von obertags aus Verschlämmungen durchzuführen, die in der Folgezeit die größten Feuerherde zwar dämpften, aber trotz vieler Mühe, Arbeit und Kosten nirgends imstande waren, das Feuer wirklich endgültig zu ersticken. Demnach war das praktische Ergebnis dieser großen Kommission ebenfalls nahezu Null.

Im Frühjahr 1935 faßten daher Kollege Baumgartner und ich gemeinsam mit einem russischen Bergingenieur, namens Anatol A. Antonoff, der sich zu jener Zeit in den wesentlichsten Punkten zu unserer Ansicht bekannte, später allerdings wieder stark abschwankte, den Entschluß, den ganzen einschlägigen Fragenkomplex schriftlich und belegt mit den erforderlichen Zeichnungen eingehend zu behandeln, den maßgebenden Stellen vorzulegen und womöglich in Druck erscheinen zu lassen. Unter Heranziehung vieler Beispiele aus der west- und mitteleuropäischen Bergbautechnik, die ebenfalls mächtige, meist steil einfallende Kohlenflöze betrafen, wie z. B. in Frankreich die Vorkommen von St. Etienne und in Lothringen, in Deutschland jene von Saarbrücken, in Jugoslawien die Trifailer Ablagerungen, in der Tschechoslowakischen Republik insbesondere jene des Sophienschachtes im Ostrau-Karwiner Revier u. a. m., wurde nachgewiesen, daß man in der neuzeitlichen Bergbautechnik den Abbau mit Vollversatz als einziges wirksames Gegenmittel gegen die in allen solchen Fällen zu gewärtigenden

Schwierigkeiten zur Anwendung bringt, wobei auch gleichzeitig die dabei üblichen Abbauverfahren geschildert, ihre bergwirtschaftlichen Ergebnisse errechnet und in kritisierender Gegenüberstellung der derzeit in Prokopjewsk geübten Abbausysteme die Nutzanwendungen gezogen wurden. Diese Arbeit wurde von uns in drei Monaten bewältigt und sodann sowohl der Leitung des Trusts Kusbassygolj, als auch den leitenden Ingenieuren im Revier Prokopjewsk selbst zur Kenntnis und Beurteilung übermittelt.

In Prokopjewsk wirkte das Erscheinen dieser Arbeit wie ein Stich in ein Wespennest: die unmittelbar in den Betrieben arbeitenden russischen Ingenieure fanden, daß die Arbeit den Vorwurf gegen sie enthalte, daß sie es nicht verstanden, zeitgerecht die richtigen Abbauverfahren in Vorschlag zu bringen bzw. auszuwählen, und wurden statt sachlicher Beurteilung der Arbeit vielfach persönlich aggressiv. Auch der nunmehrige erste technische Direktor des Trusts Ing. M. St. Stroiloff, der seinerzeit dem Anschein nach im wesentlichen für die Einführung des Vollversatzes war, stellte sich nun offen gegen unsere Bestrebungen.

Sehr unangenehm fühlbar war uns in dieser Lage eine Bestimmung in unserem Dienstvertrag, laut welcher wir zu Veröffentlichungen über Angelegenheiten des Trusts nur unter dessen vorher eingeholter Zustimmung berechtigt waren. Der damalige kommunistische Präsident des Trusts Kusbassugolj, Leonid Plechanoff, gab uns zwar ursprünglich persönlich seine Zustimmung zur Veröffentlichung — jedenfalls unter dem Druck der höchsten kommunistischen Parteistelle in Nowosibirsk, an welche wir uns in dieser Angelegenheit mit einer Beschwerde gewandt hatten —, zog sie aber kurze Zeit darnach ohne jede Begründung wieder zurück.

Aus verschiedenen Beobachtungen vorsichtig geworden, beabsichtigten wir mit der Veröffentlichung dieser Arbeit, unsere grundsätzlichen Ansichten in allen wichtigen Fragen der Bergbautechnik schriftlich begründet und mit Zeichnungen belegt der Öffentlichkeit zu übergeben, um es dadurch, wie wir glaubten, unmöglich zu machen, unsere ehrliche Arbeit verdrehen oder in Zweifel ziehen zu können. Leider ist es uns auch im weiteren trotz eifrigster Bemühungen nicht gelungen, die Zustimmung zur Veröffentlichung zu erlangen, wohl aber gelangte unsere Arbeit im Verlauf dieses Kampfes zur Kenntnis der höchsten technischen und Parteistellen in Nowosibirsk und in Moskau, so daß unsere Absicht wenigstens teilweise erreicht wurde. Die Arbeit hinterliegt heute in drei Exemplaren im Zentralapparat des Trusts Kusbassugolj in Nowosibirsk.

Trotz und zum Teil vielleicht auch wegen dieser oft unerquicklichen Kämpfe kam das Versuchsrevier am Koksschacht nur sehr langsam vorwärts, obwohl die praktischen Ergebnisse der Abbauverfahren mit den Blasversatzmaschinen recht gute waren. Auch der als zeitweiser Notbehelf am Koksschacht versuchte diagonale Scheibenbau unter Anwendung von Handversatz begann sich nach anfänglichen Kinderkrankheiten zu behaupten. Auf den anderen Prokopjewsker Schächten wehrte man sich aber noch immer aus ganzen Kräften gegen alle neuen Abbauverfahren und arbeitete rücksichtslos mit den bisherigen Abbaumethoden, vor allem dem Kammerpfeilerbruchbau weiter, unter der lauten Losung: „In erster Linie die Förderung!“ und jedenfalls unter der stillen: „Hinter uns die Sündflut!“

So standen die Dinge im Februar 1936. Zu jener Zeit kündigte der Trust Kusbassygolj über Veranlassung der Regierung den letzten ausländischen Ingenieuren die Dienstverträge, in welchen diesen noch, wie dies früher Gang und Gebe war, die monatliche Überweisung eines Teiles des Gehalts in heimatlicher Valuta zugesichert war. Darunter waren auch Kollege Baumgartner und ich, was uns veranlaßte, in die Heimat zurückzukehren. Wir hielten damit den Abschnitt unseres Lebens betreffs „Erfahrungen in Rußland“ für beendet, wurden aber zu Beginn dieses Jahres, und zwar nicht in gerade angenehmer Weise eines besseren belehrt:

Wie man den großen Moskauer Tagesblättern entnehmen konnte, hatten sich anlässlich des Trotzkiistenprozesses in Moskau am 25. und 26. Jänner d. J. unter anderen Angeklagten



ein gewisser Alexej Schestoff, ein ehemaliger kommunistischer leitender Beamter des Trusts Kusbassygolj, sowie der in den bisherigen Ausführungen bereits mehrmals genannte technische Direktor Ing. M. St. Stroiloff wegen Schädlingarbeit zugunsten des Trotzkiismus zu verantworten. Ersterer wurde zum Tod durch Erschießen, letzterer zu acht Jahren Gefängnis verurteilt. Im Zuge ihrer Verantwortung haben die beiden Genannten sechs ausländische Ingenieure der Schädlingarbeit und Spionage geziehen, darunter auch mich und Kollegen Baumgartner. Insbesondere Ing. M. St. Stroiloff nannte meinen Namen mehrmals und führte auch konkrete Fälle meiner angeblichen gegenrevolutionären Schädlingarbeit an, die alle einfach erdichtet und erlogen waren. Es war mir nun bei den gegebenen Verhältnissen bisher nicht möglich, mich gegen diese Verleumdungen in wirkungsvoller Weise zur Wehr zu setzen. Wohl aber hoffe ich von Ihnen, meine verehrten Zuhörer, verstanden zu werden, wenn ich Sie für das authentische Forum halte und Ihnen auf Grund meines Vortrages den Entscheid darüber anheimstelle, ob meine und meines Kollegen Baumgartner — ich habe von ihm die ausdrückliche Ermächtigung, auch in seinem Namen zu sprechen — sechsjährige mühevollen, ehrlichen und gewiß oft nicht angenehme Tätigkeit in der U. d. S. S. R. als „Schädlingarbeit und gegenrevolutionäre Spionage“ zu werten ist. Meine ursprüngliche Absicht des Versuchs einer Richtigstellung durch das russische Gericht und die russische Presse habe ich als aussichtslos aufgegeben.

Verzeihen Sie, bitte, diese neuerliche Abschwenkung ins Persönliche, nach der ich mit Rücksicht auf die lange Inanspruchnahme Ihrer Aufmerksamkeit zum Schluß eile, obwohl sich noch Verschiedenes von Interesse berichten ließe.

In Zusammenfassung meiner Ausführungen möchte ich nochmals darauf hinweisen, daß es der sibirische Steinkohlentrust Kusbassygolj bisher nicht verstanden hat, seine der Menge, wie der Beschaffenheit nach so reichen Steinkohlenvorkommen bergtechnisch und bergwirtschaftlich richtig auszubeuten, und dadurch ungeheuren volkswirtschaftlichen Schaden verursacht, welchen Vorwurf stichhältig zu widerlegen, ihm unmöglich sein wird. Auch die geschilderten Erlebnisse rechtfertigen es, in Anlehnung an das geflügelte Wort bezüglich Amerikas das jetzige Rußland „das Land der unbegrenzten Unmöglichkeiten“ zu nennen.

Gruppe :

## Lagerstätten und Bergbau in Österreich

### Die ostalpine Hauptvererzung und ihre magmatischen Beziehungen

Von O. M. Friedrich, Freiberg i. Sa.

Nach einem Überblick über die Verteilung der ostalpinen Lagerstätten wird auf die Frage nach der Herkunft der Metalle in diesen Erzvorkommen eingegangen. Diese Fragen bilden einen der umstrittensten Abschnitte in der lagerstättenkundlichen Behandlung dieser Vorkommen, um so mehr, als die Auswahl der möglichen Erzbringer recht groß ist.

Nur ein ganz geringer Teil der Erzlagerstätten ist so magmanah gebildet, daß sich eine direkte Herleitung angeben läßt; die weitaus überwiegende Anzahl von Vorkommen entstand aber so magmafern, daß für diese die Beziehungen zu magmatischen Herden naturgemäß nur mehr sehr lose sind. Dadurch werden auch alle Angaben über die genetischen Zusammenhänge mehr oder minder unsicher und zu einem großen Teil auch von der jeweils herrschenden Meinung beeinflusst.

Vor nicht allzulanger Zeit noch hatte man jedes einzelne Vorkommen oder bestenfalls jede Lagerstättengruppe als für sich abgeschlossenes Gebilde angesehen und dementsprechend auch meist den nächstbesten Diabas oder Amphibolitkörper als Erzbringer betrachtet. B. Granigg führte als erster regionale Betrachtungsweisen in die Lagerstättenkunde der Ostalpen ein. Die in der Folgezeit so sehr fruchtbare Anschauung Petrascheks, daß die weitaus größte Zahl der ostalpinen Erzlagerstätten einer einheitlichen Metallprovinz angehören, verlangt zwangsweise einen regionalwirkenden magmatischen Vorgang als Erzbringer. Petrascheck selbst sah ihn in den andesitischen Herden.

Holler, Schwinner und auch Czermak-Schadler sehen, von ihren Hauptarbeitsgebieten ausgehend, die Quelle der Metalle der jeweils in Rede stehenden Vorkommen in den periadriatischen Gesteinen, die einen mehr oder weniger geschlossenen Zug in den südlichen Alpen bilden.

Tornquist schließt aus dem jugendlichen Charakter der Bleizinkerzlagerstätten der Nordkarawanken und der Gailtaler Alpen und aus ihrem Stoffbestand, daß die sie bildenden Lösungen mit den pontischen Basalten genetisch verwandt seien. In weiteren Arbeiten gliedert er die Lagerstätten in verschieden alte (oberkretazische bis pontische) Gruppen, die auf verschiedene Magmen, wie tonalysch-quarzdioritische bis basaltische rückgeführt werden.

Huttenlocher unterschied einen karbonischen Intrusionszyklus und dessen Metallprovinz von einem alpidischen.

Erdmann Klingner erblickt im Zentralgranit den Erzbringer für die Kärntner Blei-Zink-Lagerstätten und führt eine Reihe von allgemeinen Gründen an für die Herleitung der Erzlösungen von diesen Herden.

Schon dieser kleine Ausschnitt zeigt, wie verschiedenartig die Anschauungen über die magmatischen Beziehungen unserer Erzlagerstätten heute noch sind.

Der Stoffbestand der Lagerstätten hängt in erster Linie vom Vorrat an Elementen ab, die sich in den Restlösungen anreicherten, und ferner auch von Stoffen, welche die Lösungen auf ihrem Wege vom Entbindungsort bis zur Ausfällung etwa aufgenommen oder abgegeben haben können. Durch ganz bestimmte Elementgruppen konnte für die Erzlagerstätten des weiteren Tauernbereiches mit großer Wahrscheinlichkeit auf ein mittleres bis saures Magma als Erzbringer geschlossen werden, das der Na-reichen, dafür aber K-armen Sippe im Sinne Georg Bergrs angehört. Typisch für den

Stoffbestand dieser Vorkommen ist das Fehlen von Sn und W, die in den Ostalpen nur in ganz geringen Spuren auftreten. An ihrer Stelle ist Gold und viel Arsen vorhanden und als häufige, aber bisher vielfach übersehene Gangart Albit. Gegenüber anderen, außeralpinen Lagerstättenprovinzen tritt Ti häufig, aber stets nur in geringer Menge auf, das in magmanahen Lagerstätten in frühen Phasen Rutil, sonst Titanit bildet. Gesteine, die dieser Sippe entsprechen, liegen in den Zentralgraniten und den diesen gleichzusetzenden übrigen granodioritischen Kernen vor. Mehrfach wurde auch die Vererzung auf diese rückbezogen, ohne daß diese Herleitung allgemein Anklang gefunden hätte.

Der Haupteinwand, der gegen eine Angliederung der Vererzung an die Zentralgranite angeführt wird, ist der Umstand, daß die Erzgänge im Granit selbst auftreten, also jünger als dieser sein müssen und daher keine genetisch bedingte Abhängigkeit der Vererzung von der Erstarrung des Granits bestehen könne. Dieser Einwand wird durch die Tatsache entkräftet, daß auch in anderen Metallprovinzen nicht selten die Gänge im erzliefernden Gestein selbst auftreten. So setzen beispielsweise zahlreiche Erzgänge des Erzgebirges wie die W + Mo-Gänge von Pechtelsgrün i. Vglt, im vererzenden Granit selbst auf; einige Co-Ni-Bi-Gänge von Schneeberg i. Sa. setzen reich erzführend auf mehrere hundert Meter in den unterliegenden Granit hinein. Dabei ist der Zusammenhang von Vererzung und den einzelnen Granitkörpern des Erzgebirges ganz offensichtlich. Gegen eine Angliederung der Erzgänge an die einzelnen Zentralgranitfladen als solche ist der Einwand wohl berechtigt, nicht aber gegen eine Ableitung von den in der Tiefe steckenden zugehörigen Magmenkörpern.

In diesem Zusammenhang ist auch darauf hinzuweisen, daß jüngst Ramdohr gezeigt hat, daß selbst bei den Ergußgesteinen fast stets die Vererzung von Magmenteilen, die in der Tiefe blieben, ausging, so daß er überhaupt daran zweifelt, daß sich praktisch nutzbare Lagerstätten von oberflächennahem Gesteinskuchen etrusiv bilden.

Wichtige genetische Hinweise geben uns auch die T- und P-Bedingungen, die bei der Vererzung geherrscht haben. Die eigentlichen Erzminerale, wie Bleiglanz, die Kiese, Zinkblende, Eisenspat usw., sind, gesteinskundlich betrachtet, meist typische Durchläufer durch alle Tiefenstufen. Sie eignen sich daher nur in einigen günstigen Fällen zu Rückschlüssen auf diese Bedingungen. Die Existenzbedingungen der selteneren Erze, wie der Sulfosalze u. dgl., sind andererseits noch zu wenig studiert, als daß sie heute schon für eine genauere Eingliederung verwertbar sind. Unter den vielen Gangartmineralien aber sind fast stets solche vorhanden, die für gewisse P- und T-Bereiche, also für die gesteinskundliche Tiefenstufe, kennzeichnend sind.

Soweit die Vorkommen der Hauptvererzung in metamorphen Gesteinen liegen, ergaben sich für diese, daß sie in hochkristallinen Gesteinen fast immer ausgesprochene Erscheinungen starker Diaphthorese zeigen, während sie in wenig metamorphen Gesteinen ein Ansteigen der Metamorphose in den Lagerstätten erkennen lassen. Nur mit Gesteinen, die etwa der Tauernkristallisation entsprechen, stimmen die P- und T-Bedingungen der Vererzung überein.

Übereinstimmend damit läßt häufig auch das Gefüge dieser Lagerstätten schon erkennen, daß sie unter den Bedingungen einer Regionalmetamorphose entstanden sind.

Aus diesen Überlegungen haben Clar und der Vortragende schon vor einigen Jahren auf die Möglichkeit hingewiesen, daß magmatische Restlösungen, welche eine Metamorphose unter Stoffzufuhr erzeugen, auch imstande sind, Erzlagerstätten zu bilden.

Die einzelnen Zentralgranitfladen sind nun selbst durch Restlösungen regional autometamorph beeinflußt. Andererseits sind, wie wir gesehen haben, immer sehr innige Beziehungen zwischen der Vererzung der zentralalpiner Lagerstätten und der Tauernkristallisation einschließlich der dieser gleichzusetzenden Metamorphosen vorhanden. Daher erscheint es mir richtiger, als Quelle der Restlösungen und damit auch der Metalle nicht die einzelnen, zufällig durch die Erosion erschlossenen Zentralgranitfladen an-

zusehen, sondern jene tiefliegenden, großen Herde, von welchen sowohl diese Gesteinskuchen als auch die viel ausgedehnteren Höfe der Regionalmetamorphose ausgehen.

Naturgemäß nimmt jeder, sich vom Stamm-Magma lösende Zentralgranitkuchen einen gewissen Anteil an Restlösungsmaterial mit, der in dessen Einflußbereich Teilvererzungen auslöst. So scheint mehr oder weniger jeder einzelne Kuchen die geringen pneumatolytischen Aushauchungen und frühe Übergangsglieder zur hydrothermalen Abfolge selbst abzugeben. Die Hauptmenge der hydrothermalen Metalle, wie Fe, Cu, Pb, Zn usw., wird aber vom Stamm-Magma ausgestoßen. Dadurch findet die hofartige Anordnung der magmanahen Lagerstätten um die einzelnen Kuchen und die weiträumige Verteilung der übrigen Lagerstätten und deren Abhängigkeit vom Bauplan und von tiefreichenden Narben eine einfache und, wie mir scheint, auch befriedigende Erklärung.

Diese Überlegungen gehen von der Vererzung der Zentralalpen und deren Vorland aus. Sie gelten daher zunächst auch nur für diese. Die Vererzungen südlich der Tauernkette, in Süd- und Osttirol, Unterkärnten, Krain, aber auch am Alpenostrand weisen mehrfach eigene Züge auf, die trotz weitgehender Ähnlichkeit mit der Vererzung des Tauernbereiches eine gewisse Sonderstellung dieser möglich erscheinen lassen. Zunächst ändert sich die Stoffgesellschaft durch das Auftreten zahlreicher, wenn auch kleiner Sb- und Hg-Vorkommen. Übereinstimmend damit tritt ab und zu eine den Tauernerzen fremde Bindung des Goldes an Antimonit auf (Gloder).

Die räumliche Anordnung steht in auffallender Verbindung einerseits zur Draulinie, andererseits zur Verbreitung der periadriatischen Intrusiva, worauf Czermak-Schadler, Holler und Schwinner hinweisen.

Noch weiter im Süden und Osten treten Beziehungen zu den andesitischen Vererzungen der Dinariden deutlich hervor, worauf ja Petrascheck seine Anschauungen stützt.

Es sind also drei Gruppen magmatischer Äußerungen vorhanden, welche ernstlich als Erzbringer in Betracht kommen: Die Höfe der Regionalmetamorphose, von der Art der Tauernkristallisation, die Periadriatica und die Andesite. Jede dieser drei Herleitungen hat für bestimmte Gebiete gewisse Vorzüge; keine ist aber geeignet, für sich allein die Vererzung des gesamten Ostalpengebietes einfach zu erklären.

Die als Leitlinie so fruchtbare und namentlich von Petrascheck nachdrücklich vertretene Anschauung einer einheitlichen Hauptvererzung, steht nur scheinbar in Widerspruch zu diesen Möglichkeiten. Denn gleich, wie es in waagrechter Anordnung verschiedene Zentren der Vererzung gibt, deren Höfe sich teilweise überschneiden, decken und zusammenschließen, so ist es auch möglich, daß verschieden tiefreichende Narben eben verschieden tiefliegende Herde anzapfen, die alle mehr oder weniger zur selben Zeit, eben innerhalb der großen kretazisch-tertiären Eruptionsepoche, aktiv waren. Dadurch würde auch die Tatsache verständlich, daß verschiedene Forscher denselben Großvorgang — die ostalpine Hauptvererzung — auf verschiedene Magmen rückleiten, je nach dem Gebiete, von welchem ihre Untersuchungen ausgingen, wobei sich fast alle darüber einig sind, daß es sich im großen um eine einheitliche alpidische Metallisation und Mineralisation handelt.

Auch feinere zeitliche Unterschiede einzelner Vererzungsteilvorgänge, auf welche namentlich Tornquist hinwies, stünden mit dieser Möglichkeit in gutem Einklang.

Ob und inwieweit diese verschiedenartigen Magmengesellschaften untereinander in Beziehung standen, kann in diesem Rahmen nicht erörtert werden; ist auch noch viel zu wenig studiert. Die Möglichkeit hierzu ist aber nicht ganz ausgeschlossen, sie könnte in einer gegenseitigen oder gemeinsam bedingten Auslösung (Aufschmelzungsperioden, etwa im Sinne Wirths), in einem gemeinsamen Hochsog durch tektonische Einflüsse oder ähnlichen Erscheinungen zu suchen sein.

Auch die Erläuterungen, die Petrascheck kürzlich über seine Anschauung gab, zeigen diese verbindende Brücke ebenfalls; denn er betrachtet darnach die andesitischen

Magmen gewissermaßen als Vertreter der großen, tiefliegenden Magmenreservoirs des jüngeren, alpidischen Eruptionszyklus, sieht also auch letzten Endes diesen als die Quelle der Metalle an.

Überblicken wir zum Schluß die gegenwärtige Sachlage, so sehen wir auch hier das Wechselspiel von Zusammenfassung, übersichtlicher Ordnung und darauffolgender Vertiefung und Zergliederung. Denn in das wirre Chaos der vielen hundert Lagerstätten ganz verschiedener Entstehung und Genesis brachten Granigg, Petrascheck und Redlich eine erste Ordnung. Sie trennten die große Gruppe der Lagerstätten alpidischer Entstehung von den vielen anderen Vorkommen ab. Innerhalb dieser Gruppe beginnen sich nun einzelne Teilgebiete herauszuschälen, die in sich wieder engere Verwandtschaft zeigen und auch Beziehungen zu bestimmten magmatischen Äußerungen im Rahmen des Gesamtplanes erkennen lassen.

Durch verschiedene Nebenumstände sind aber die Verhältnisse im einzelnen vielfach noch wesentlich komplizierter gestaltet. Denn es liegen Anzeichen dafür vor, daß diese alpidischen Restlösungen durch ältere Vererzungen und durch die Einwirkungen einiger Nebengesteine ganz wesentliche Änderungen in ihrem Stoffbestand erlitten haben, die von großem Einfluß auf die gebildeten Lagerstätten waren.

## Die geologischen Grundlagen des Goldbergbaues in den Hohen Tauern

Von Prof. Dr. Alois Kieslinger, Wien

Mit 1 Textabbildung

Bei einem Erzvorkommen, das wie das Tauerngold seit rund 100 Jahren zahlreiche Male im Fachschrifttum behandelt worden ist, kann die Aufgabe eines kurzen Vortrages nicht darin bestehen, etwas wesentlich Neues zu bringen und dies ausführlich zu begründen, sondern vielmehr nur in dem Versuch, den bisher erreichten Stand der Einsicht in den geologischen Bau dieser Gegend übersichtlich darzustellen. Aus der Überschau dessen, was wir derzeit wissen oder doch wenigstens zu wissen glauben, wird am ehesten zu erkennen sein, an welchen Stellen die Weiterarbeit am dringendsten ist.\*)

Die Aufgabe des Geologen, der hier die Bestrebungen des Bergmannes zu unterstützen hat, ist eine zweifache: Erstens die, endlich die so bitter vermißte geologische Karte größeren Maßstabes anzufertigen, die die Grundlage für alle montangeologischen Konstruktionen abgeben soll.\*\*\*) Zweitens aber vor allem in der Herausarbeitung der

\*) Es ist nicht möglich, an dieser Stelle auf die weit über einhundert Arbeiten einzugehen, die sich unmittelbar oder mittelbar mit dem Tauerngold beschäftigen. Dies mag einer ausführlichen Darstellung an anderer Stelle vorbehalten bleiben. Auf eines muß aber doch schon hier verwiesen werden: Meine mehrjährigen Aufnahmsarbeiten im Goldberggebiete der Hohen Tauern haben die der folgenden Darstellung zugrundegelegte Auffassung von der germanotypen Tektonik der Golderzgänge und ihrer Unabhängigkeit von dem ungleich älteren alpidischen Bau voll bestätigt (und erweitert), die schon vor elf Jahren von W. Petrascheck (Verhandl. Geol. Bundesanst. Wien 1926, 108 f., und Compt. rend. 14. Congr. Géol. Intern. Madrid 1926 [1928], 1243—1253) klar ausgesprochen wurde.

In der vorliegenden Darstellung beschränke ich mich absichtlich auf das engere Tauerngoldrevier, also etwa den Raum zwischen Tauernbahn und Glocknerstraße; einmal deswegen, weil ich dieses Gebiet aus eigener Anschauung kenne, dann aber vor allem deswegen, weil die Bergbaue dieser Gegend derart aufgeschlossen und eingerichtet sind, daß sie in der nächsten Zeit für eine allfällige Wiederaufnahme in erster Linie und fast ausschließlich in Betracht kommen.

\*\*) Die geologische Aufnahme dieses Teiles der Hohen Tauern ist bisher von einem eigenartigen Mißgeschick verfolgt. Zunächst mangelt es an einer guten topographischen Kartengrundlage. Die alte österreichische Aufnahme 1 : 25.000 ist für die Bedürfnisse des Bergbaues vollkommen unzureichend. Eine im Jahre 1920 begonnene photogrammetrische Karte ist — vermutlich als Opfer der Inflation — unvollendet geblieben. Die neue österreichische Karte des Kartographischen, früher

allgemeinen, regionalen Züge. Diese allein gestatten ein Urteil über die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit des Erzreichtums neben, zwischen und unter den bereits durch Bergbauaufschlüsse bekannten Teilstücken und bieten damit Richtlinien für die Fortsetzung der Aufschlußarbeiten.

Der ziemlich verwickelte Bau unseres Gebietes kann hier in diesem kurzen Raum nicht dargestellt werden, sondern muß bis zu einem gewissen Grad als bekannt vorausgesetzt werden.\*) Von grundsätzlicher Bedeutung für unsere vorliegende Aufgabe ist die (am schärfsten von Petrascheck 1926 formulierte) Erkenntnis, daß die Erzgänge weitaus jünger sind als die Großtektonik, der Deckenbau der Tauern.

Wir müssen also in unserem Gebiete zwei in Alter, Bewegungsform und Größenordnung grundsätzlich verschiedene Gruppen von tektonischen Ereignissen klar auseinanderhalten:

I. Die alpidische Großtektonik, einen mehrphasigen Decken-, zum Teil Schuppenbau von allererster Größenordnung. Dieser hat die Räume geschaffen und begrenzt, in denen die verschiedenen Zonen der perimagnetischen Vererzung möglich sind.

II. Eine sehr junge, germanotype Tektonik, die sich — wenigstens im Hauptkamm der Hohen Tauern — teils in achsialen Wellungen, teils in West—Ost gerichteten Zerrungen abspielte. Dadurch wurden mehrere Generationen von Spalten und Bruchbildungen erzeugt (IIa, IIb, IIc). Die Bewegungen an diesen Klüften bzw. Verwerfungen sind im einzelnen von sehr bescheidenem Ausmaß. In ihrer Gesamtheit und großen Verbreitung stellen sie aber doch eine Erscheinung von regionalem Rang dar. Nur eine Phase dieser Klüftbildungen wurde von der Vererzung erfaßt (IIb); eine jüngere Phase (IIc) hat jene dann noch in einer für den Bergbau sehr empfindlichen Weise gestört.

Welche Bedeutung haben nun diese beiden Gruppen tektonischer Ereignisse für den Bergbau?

### I. Die alpidische Großtektonik

Die alpidische Tektonik möge aus den vorerwähnten Arbeiten von Kober und Winkler entnommen werden. Für die bergmännischen Fragen ist zunächst wichtig, daß die Schieferhülle\*\*) stellenweise mehr oder minder tief zwischen die großen Zentralgneiskörper eingeschaltet ist. Es ist schon sehr lange bekannt, daß die Vererzung in der Hauptmenge, von örtlichen Ausnahmen abgesehen, auf den Zentralgneis beschränkt ist und beim Übertritt in die Schieferhülle die Mineralisierung sich entweder ändert oder ganz aufhört.\*\*\*) Jedenfalls bedeutet es mindestens einen berechtigten Sicherheitskoeffizienten, Militärgeographischen Instituts, ebenfalls in 1 : 25.000, ist in den in Betracht kommenden Blättern noch nicht fertiggestellt.

Die geologischen Arbeiten der „Akademiekommission“, die anlässlich der Erbauung des Tauern-tunnels grundlegende Forschungen anstellte, sind nie kartenmäßig veröffentlicht worden. Es erschien lediglich eine tektonische Übersichtskarte des Tauernfensters von L. Kober (Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 98, 1922) im Maßstabe 1 : 200.000. Die überaus sorgfältigen Untersuchungen von A. Winkler v. Hermaden 1921 bis 1925 sind leider auch nur in einem kleinen Übersichtskärtchen 1 : 100.000 dargestellt worden (in Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien 76, 1926, Tafel VI).

Meine Aufnahmen mußten daher wieder von vorne beginnen und wurden so weit als möglich in 1 : 10.000, im übrigen in 1 : 25.000 vorgenommen. Dabei wurden mir in dankenswerter Weise von der Direktion des Kartographischen, früher Militärgeographischen Instituts Probedrucke der neuen Karte zur Verfügung gestellt, ferner ebensolche von der Gewerkschaft Radhausberg.

\*) Zur Einführung in die Geologie dieses Gebietes sei auf die beiden wichtigsten Arbeiten verwiesen: L. Kober: Das östliche Tauernfenster. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 98, 201ff. (1922), und A. Winkler-Hermaden: Geologische Probleme in den östlichen Tauern, I. Teil. Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien 76, 245ff. (1926).

\*\*) Für die Fragen der rein wissenschaftlichen Geologie läßt sich der allzu allgemeine Ausdruck „Schieferhülle“ nicht aufrecht erhalten und es wurde daher mit Recht (z. B. von Cornelius und Clar) eine Zerlegung vorgenommen. Für die vorliegenden Fragen finden wir jedoch mit dem Begriff in der alten Fassung durchaus das Auslangen.

\*\*\*) Es sind viele Stellen bekannt, an denen zum Teil sogar ziemlich reiche Erze höher in die Schieferhülle aufgestiegen sind (z. B. am Hirtenfuß und Hinteren Hapt, am Kloben, im Hierzbachtal, auf der Schiedalpe. Soeben erschien auch der Bericht Hießeleitners über die Vorkommen am Griebwies-Schwarzkogel).

die Vererzung in der Schieferhülle für alle Mengenerrechnungen vorläufig unberücksichtigt zu lassen.

Von grundlegender Wichtigkeit für die Fortsetzung der durch den Imhof-Unterbau begonnenen Aufschlußarbeiten, vor allem für die geplante Verbindung des Siglitz-Pochhartreviers mit dem (Rauriser) Goldbergreviere ist der Tiefenverlauf der sog. „Mallnitzer Mulde“, einer gewaltigen Einschaltung von Schieferhülle zwischen den Zentralgneisen des Sonnblickmassivs im Süden und jenen der Ankogel-Hochalmmasse im Norden. Von der Tiefe und Form dieser Einschaltung hängt es ab, ob und wie weit die (zweifellos durchstreichenden) Gänge erzführend angetroffen werden können. An dieser Grundfrage hängen begreiflicherweise alle Berechnungsversuche über die Menge des wahrscheinlichen oder doch möglichen Erzvorrates.

Die Tiefenausdehnung der Mallnitzer Mulde ist derzeit noch nicht bekannt, weil gerade im entscheidenden Gebiet das Gebirgsmassiv nirgends von genügend tiefe reichenden Tälern zerschnitten ist. Man ist also vorläufig auf konstruktive Versuche angewiesen. Diese leiden unter anderem an der Unsicherheit, ob und wie weit die an der Oberfläche gemessenen Fallwinkel in die unbekannte Tiefe extrapoliert werden dürfen. Erst wenn die geologische Kartenaufnahme über einen größeren Raum fertiggestellt sein wird, wird es möglich sein, durch Reihen von Parallelprofilen aus dem tief aufgeschlossenen Ostteile der Mallnitzer Mulde schrittweise auch für den unzureichend aufgeschlossenen Westen zu einigermaßen wahrscheinlichen Tiefenprofilen vorzuschreiten.

Im wesentlichen stehen einander zwei Auffassungen gegenüber: Kober behauptet eine Einfaltung der Mallnitzer Mulde, die gegen Süd tief unter die Granitmasse des Sonnblick hinunterreicht. Winkler dagegen hält das Gebilde für eine verhältnismäßig flache Mulde, die in rund 1100 m Tiefe ihr Ende findet. Man habe daher keine Berechtigung, von einer selbständigen Sonnblickdecke zu sprechen.

Meine eigenen Aufnahmen sind zur Zeit der Abfassung dieses Vortrages noch nicht so weit abgeschlossen, daß ich zur obigen Frage Stellung nehmen könnte. Im Osten, im Raum südlich vom Mallnitzer Tauernpaß, trifft zweifellos die Auffassung von Kober zu. Es ist aber nicht zulässig, diese Ergebnisse ohne weiteres auf das 6 km westlicher gelegene Profil Herzog Ernst—Siglitz—Kolmkarspitz zu übertragen.

Für den Bergbau ist aber diese Frage nach der Tiefenerstreckung der Mallnitzer Mulde derzeit nicht von Bedeutung, solange keine tieferen Unterbaue als 1600 m ins Auge gefaßt werden. Bis zu dieser Höhe herab stimmen ja beide Konstruktionen und damit die aus ihnen folgende Mengenerrechnung der möglichen produktiven Gangflächen überein.

Eine weitere, für den Bergbau wichtige geologische Feststellung ist der Westabfall des Ankogel-Sonnblickgranits gegen das Rauriser Tal. Die Granit- (bzw. Zentralgneis-) Grenze verläuft derart, daß die geplante Fortsetzung des Imhofunterbaues (mit der vorgesehenen Ablenkung gegen NW) zur Gänze im Zentralgneis verlaufen wird (abgesehen von der Durchörterung der Bergrutschmasse im letzten Teil des Unterbaustollens).

Die Frage, ob die beiden dem Sonnblick vorgelagerten Granitgneisbänder (der Neubaugranit und der Knappenhausgranit), auf denen zur Hauptsache die alten Baue am Hohen Goldberg umgingen, in sehr große Tiefe reichen oder ob sie — wie Winkler annimmt — als Einfaltungen von oben her in der Tiefe auskeilen, ist für den Bergbau belanglos, weil jene Tiefe, in der ein allfälliges Auskeilen statthaben könnte, auch für die kühnsten Unterbaupläne nicht in Betracht kommt.

Der Verlauf der Grenzfläche zwischen Zentralgneis und Schieferhülle ist ferner von größter Bedeutung für die sog. Goldtiefenfrage. Schon in den Arbeiten Beckes findet sich die seither oft wiederholte Auffassung, die Golderze seien nur in den allerersten Teilen des Zentralgneises gegen die Schieferhülle angereichert. Es liegt dieser Auffassung unausgesprochen der Vergleich mit der Begrenzung der Bleivererzung in den Karawanken durch die Carditaschichten zugrunde.

Zur Untersuchung dieser Frage ist es nötig, die durch Erosion vielfach zerschnittene Grenzfläche von Zentralgneis und Schieferhülle zu rekonstruieren und den Abstand der tiefsten, bisher bekannten Vererzungen senkrecht zu dieser Grenzfläche, also die wahre Höhe der Vererzung zu messen. Diese Konstruktionen können hier nicht im einzelnen wiedergegeben werden. Erwähnt seien nur einzelne Zahlen: Vom Imhof-Unterbau ergibt sich gegen die über dem Siglitztal erodierte Grenzfläche ein Abstand von durchschnittlich 600 m, im Radhausberge ein solcher von mindestens 700 m. Auf dem ganzen, bisher erschlossenen Tiefenbereich ist nach dem übereinstimmenden Ergebnis aller Erzuntersuchungen keine Änderung der Vererzung zu beobachten, die auf eine Abnahme gegen unten deuten würde. Es handelt sich durchaus um den Bereich der primären Vererzung. Die Untersuchungen von Canaval und Imhof kamen auch zu dem Ergebnis, daß schon die mittelalterlichen Baue im primären Bereich umgingen.

Es fehlen also bisher alle Bestätigungen für die oben genannte Vermutung Beckes. Wenn man überhaupt von einer vererzten „Randzone“ des Zentralgneises sprechen will, so ist dieser Rand nachweisbar mindestens 700 m mächtig und dieser Bereich deckt vollkommen jene Räume (über 1600 m Seehöhe), die in der nächsten Zeit für Schurfarbeiten oder Abbau in Frage kommen. Die Goldtiefenfrage ist also — vorwiegend durch den Imhof-Unterbau — in einem für den derzeitigen Bedarf ausreichendem Maß mit Sicherheit bejahend beantwortet worden.

Spätere Tiefbauprojekte werden sich freilich mit diesem Problem neuerlich auseinandersetzen müssen. Eine Lösung für größere Tiefen kann nur durch leider ziemlich lange Unterbaustollen erbracht werden.

Auch in waagrecht flächenhafter Betrachtung läßt sich das Vorhandensein oder Fehlen einer Vererzung mit der jeweiligen Durchdringung der Landoberfläche mit der Grenzfläche Zentralgneis/Schieferhülle nicht in Zusammenhang bringen.

## II. Die germanotype Bruchtektonik

Unbeschadet einer sehr reichlichen Zertrümmerung im einzelnen lassen sich die Erzgänge in Flächen, die im großen recht eben sind, quer über die Unterbrechungen durch die Schieferhülle kilometerweit über Berg und Tal verfolgen. Dieses unbekümmerte Durchschneiden aller älteren Strukturen hat Petrascheck mit Recht als bezeichnendstes Merkmal und als Beweis für das jugendliche, „posttektonische“ Alter hervorgehoben. Nebenbei bemerkt, ist die große waagrechte Ausdehnung wohl auch ein Hinweis auf eine Tiefenerstreckung von ähnlicher Größenordnung. Durch dieses jugendliche Alter wird auch die Vermutung widerlegt, es handle sich um Klüfte einer sog. „Granittektonik“, wenigstens im zeitlichen Sinne. Daß aber unleugbar die Klüfte mit ihrem Streichen senkrecht auf das regionale Streichen der alpidischen Bauformen verlaufen, ist ebenso mechanisch zwangsläufig bedingt wie die Klüfte der „Granittektonik“.

Die verschiedene Lage der einzelnen Gruppen junger Klüfte deutet auf eine mehrmalige Änderung des Beanspruchungsplanes, doch sind wir noch weit davon entfernt, das mechanische Bild dieser Vorgänge näher entwickeln zu können. Jedenfalls besteht eine ganze Reihe von Generationen der Klüftbildungen, mit nicht zu unterschätzenden zeitlichen Abständen.

Eine älteste Gruppe (IIa) von W—O verlaufenden Spalten, gefüllt mit reinem Quarz, ist für den Bergbau gänzlich belanglos. Vielmehr interessieren diesen nur die beiden Klüftphasen IIb und IIc, das sind die Erzgänge und die dieselben störenden Verwerfungen (zum Teil „Fäulen“).

Die Erzgänge (IIb) mit ihrem Streichen nach NNO und ihrem von wenigen Ausnahmen abgesehen\*) steil östlichem Einfallen, sind aus den älteren Darstellungen, besonders bei Pošepny, gut bekannt. Es sind einerseits und ursprünglich Zerrungsklüfte,

\*) Es sind dies der Goldberger-, der Dionys- und der Wysergang.



andererseits und später dann als Verwerfungen neuerlich betätigte Störungen. Die Vererzung erfolgte während der Verwerferphase in mehreren Teilakten und hat durch spätere Bewegungen Ummineralisationen erfahren, die besonders eingehend von Tornqvist beschrieben wurden. Für die mechanische und tektonische Aufklärung der Bewegungsvorgänge im einzelnen wäre eine großmaßstäbliche Darstellung der Zertrümmerung im einzelnen erforderlich. Sie ist von den Studien von Herrn Betriebsleiter K. Zschocke in Böckstein zu erhoffen. Dann erst wird es möglich sein, aufzuklären, warum die in den ganzen östlichen Hohen Tauern vorhandenen Klüfte der II b-Phase nur in gewissen Zonen zu Verwerfern ausgebaut wurden und damit nur dort der Vererzung Raum geschaffen haben.

Viel auffälliger ist ein zweites, jüngerer Kluftsystem (IIc), Störungen, die die Goldgänge verwerfen und die zum Teil als „Fäulen“ ausgebildet sind, d. h. als Zerrüttungs-



Abb. 1. Nordabfall des Sonnblick, vom Grießwies-Schwarzkogel aus gesehen. Die Modellierung des Berges durch die gegen Osten (links) einfallenden Erzgänge und die gegen Westen (rechts) fallenden Fäulenverwerfungen tritt deutlich hervor (Aufnahme Dr. Kieslinger)

jedoch ein entgegengesetztes, also westliches Einfallen. Der Fallwinkel ist in den oberen Teilen meist ziemlich steil, gegen die Tiefe zu legen sich die Klüfte immer flacher, um schließlich asymptotisch in die Schieferungsflächen des Zentralgneises einzumünden. Auch bei diesen IIc-Klüften läßt sich ein schrittweiser Übergang von bloßen, oft nach allen Richtungen blind endigenden Zerrungsklüften zu richtigen Verwerfern bis zu mächtigen Zertrümmerungszonen nachweisen. Die Sprunghöhe der Verwerfer schwankt zwischen 0 und zirka 120 m. Die Bewegungsrichtung ist im Gebiete des Weißenbachtals besonders deutlich an der Verstellung eines Marmorbandes zu erkennen; ein Absinken des jeweils westlichen Flügels.

Es darf hier nicht verschwiegen werden, daß über die Gleichstellung der verschiedenen im Radhausberg angefahrenen Gangtrümer noch nicht das letzte Wort gesprochen ist. Betriebsleiter Zschocke hat beachtliche Gründe für eine Verschiebung im entgegengesetzten Sinn vorgebracht. So unbedingt sicher das Vorhandensein einer gegen West absinkenden Verwerfungstreppe ist, so ließen sich doch allenfalls im Radhausberg auch örtliche Verstellungen in entgegengesetzter Richtung, durch relatives Zurückbleiben einiger Bruchstufen, erklären und damit dem regionalen Bild einordnen. Ich halte es allerdings nicht für wahrscheinlich.

Kober hat (Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 98, 1922, Abb. 23) dargestellt, daß der Ankogel eine tektonische Kulmination bildet, von der gegen Ost wie gegen West die höheren Decken zwiebelschalenförmig abfallen. Besonders auffällig ist

zonen mit Mylonitisierung und Diaphthorese des Gesteins. Im einschlägigen Schrifttum ist meist nur von „der“ Fäule des Radhausberges die Rede. Tatsächlich ist dies aber nur eine von sehr vielen. Im Radhausberge selbst haben die Aufschlußarbeiten von Oberbergat Dr. Ing. K. Imhof 1908 bis 1912 außer der „Hauptfäule“ noch eine ganze Reihe von parallelen Nebenstörungen aufgeschlossen (die wichtigsten die Martin-, Wantschler-, Sigismundi- und Grubbachfäule). Ebenfalls Imhof hat beim Bau des Tauern-tunnels zwei bedeutende gleichartige Störungstreifen festgestellt. Meine eigenen Aufnahmen haben eine sehr große Menge von diesen Klüften nachgewiesen. Sie haben stets dasselbe Streichen wie die Erzgänge,

das Absinken gegen Westen, so daß im Großglocknergebiet die Schieferhülle bereits ungeheure Mächtigkeiten erreicht. Erst weiter im Westen, in der Granatspitzgruppe, tauchen die Zentralgneise wieder auf. Ich bin nun der Ansicht, daß dieses Absinken nicht oder nicht nur durch achsiale (W—O-) Verbiegungen bewirkt wird, sondern durch Verwerfungstreppen. Es handelt sich um syntektonische Verwerfungen in der Ausdrucksweise Stilles.

Aufgabe weiterer Forschung wird es sein, diese zweifellos noch viel weiter verbreiteten Störungen in größeren Teilen der Hohen Tauern nachzuweisen und zu untersuchen, wie weit sie allenfalls noch jüngere Oberflächenformen gestört haben. Vielleicht könnte man dadurch zu einer Datierung dieser letzten Phase der Tauerntektonik gelangen.

## Nutzbare Feldspat- und Kaolinlagerstätten in Mittel-, Ost- und Südeuropa sowie deren wirtschaftliche Bedeutung

Von Dr. mont. Ing. **Franz Kirnbauer**, Eisenerz

Mit 7 Textabbildungen

Zu denjenigen Rohstoffen, die sich nicht so wie Kohle, Erz und ähnliche allgemeiner Beliebtheit erfreuen, trotzdem aber für die in Frage kommenden Verbraucherindustrien von außerordentlich großer Bedeutung sind, gehören der Feldspat und der Kaolin. Unter den in der Keram- und Emailindustrie hauptsächlich benötigten Rohstoffen stehen

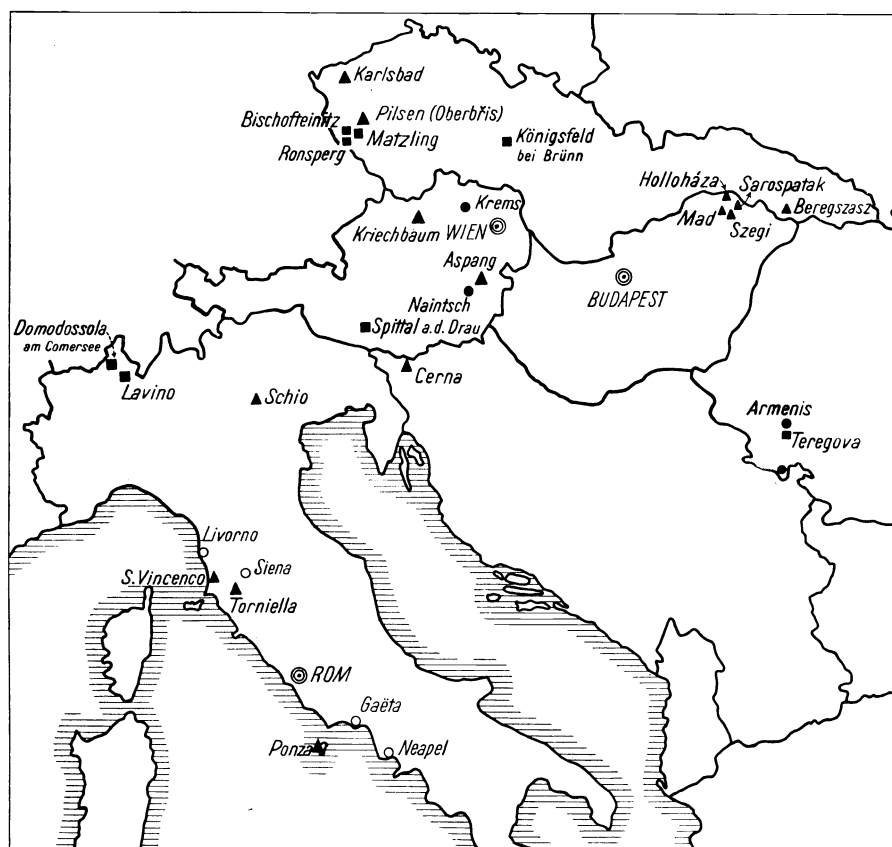


Abb. 1. Übersicht über die nutzbaren Feldspat- und Kaolinlagerstätten Mittel-, Ost- und Südeuropas

▲ Kaolinvorkommen, ■ Feldspatgruben und -mahlanlagen, ● Feldspatvorkommen

beide an wichtiger Stelle. Kaolin und Feldspat sind die Hauptbestandteile sowohl der keramischen Massen als auch der Glasuren. Der Feldspat dient hierbei gleichsam als Flußmittel für die übrigen Bestandteile, wie Ton und Quarzmittel, da er bei einem etwas tieferen Punkt schmilzt als diese. In den verschiedenen Hartporzellanarten schwankt der Feldspat von 15 bis 35%, der Kaolingehalt von 30 bis 50%. In großem Maße wird Feldspat auch zur Emailherstellung verwendet; er macht darin etwa 30% oder, auf Fertigungsgüter bezogen, im Durchschnitt 12 Gewichtsprozent aus. In der Papierindustrie wird Kaolin bekanntlich als Füllstoff in großen Mengen verwendet. Im Zeitungspapier macht der Kaolinanteil 13 bis 14 Gewichtsprozent aus, bei einzelnen anderen Papiersorten steigt er bis auf 20%. Neben diesen hauptsächlichsten Verwendungen von Feldspat und Kaolin gibt es noch zahlreiche andere Anwendungsgebiete, wie in der Glas-, Schleifstein- und Schallplattenindustrie für Feldspat, in der Gummi- und chemischen Industrie für Kaolin, um nur einige zu nennen.

In den Nachkriegsjahren gewannen nun im Zuge der Selbständigkeitsbestrebungen der Staaten des mittel- und osteuropäischen Raumes deren Feldspat- und Kaolinlagerstätten erhöhte wirtschaftliche Bedeutung und deshalb auch Ausbeutung. Fast ein Jahrzehnt hindurch mit der Leitung zuerst einer Feldspat- und dann einer Kaolingrube betraut und mehrfach zu Neuerschließungen und Untersuchungen herangezogen, hatte ich nicht nur Gelegenheit, diese Entwicklung eingehend kennenzulernen und zu beobachten, sondern auch hierbei mehrfach neue Feststellungen zu machen, so daß sich ein kurzer Überblick über diese, sowohl den Bergmann und Geologen als auch den Keramiker und Wirtschaftler interessierenden Fragen zu geben verlohnt.

Im folgenden mögen daher die wichtigsten nutzbaren Feldspat- und Kaolinlagerstätten Mitteleuropas (mit Ausnahme Deutschlands), Ost- und Südeuropas kurz besprochen werden (Abb. 1).

### a) Der Böhmerwald-Feldspatbezirk

Es ist bekannt, daß der Feldspat nicht nur als Gesteinsgemengteil in weitester Verbreitung am Aufbau der Lithosphäre teilnimmt, sondern auch oft in großen zusammenhängenden Massen als Hauptgesteinsbildner neben Quarz, Glimmer und anderen Begleitmineralien in zahlreichen Pegmatiten auftritt. Wo gewisse Bedingungen, wie genügende Reinheit, entsprechende Mächtigkeit, chemische Zusammensetzung und Transportmöglichkeit vorhanden sind, steht einem bergmännischen Abbau solcher Pegmatite nichts im Wege, wie dies auch an zahlreichen Orten Schwedens, Norwegens und Bayerns z. B. der Fall ist. Die meisten der im Handel befindlichen Feldspatmengen — sowohl Stückfeldspat als auch Mahlgut — stammen demnach aus Pegmatiten und bloß ein geringer Teil desselben wird aus zersetzten feldspathaltigen Massengesteinen (z. B. Ströbel-Spat, Saarfeldspat u. a.) gewonnen.

Solche Pegmatite in Linsen-, Stock- oder Gangform stehen im westlichen Böhmerwald seit langem bei Metzling, Ronsperg und Bischofteinitz in Abbau. Der dort gewonnene Feldspat ist mittelmäßiger Qualität und kommt meist vorgebrochen oder gemahlen als Metzling-Spat durch die Firma Drexler in Pilsen oder als Ronsperg-Spat durch die Firma Mandler, dortselbst, in den Handel. In den drei genannten Orten sowie in Königsfeld bei Brünn, wo ebenfalls Pegmatite abgebaut werden, befinden sich Feldspatmühlen. Weitere Feldspatbrüche der genannten Firmen befinden sich in Kikersberg bei Metzling, bei Klein-Jemlovitz, Wottawa, Wilkenau und Taus. Aus der Zeit vor 1900 aufgelassene Feldspatbrüche sind weiters aus zahlreichen anderen Orten Südböhmens, so insbesondere bei Horadziowitz, Ratzitz und Pisek bekannt. Die jährliche Erzeugung der Tschechoslowakei an Feldspat ist mit 30.000 t anzusetzen, welche Menge teils in den zahlreichen eigenen keramischen Fabriken des Landes Verwendung findet, teils ins nahe Ausland ausgeführt wird.

### b) Die Kaolinvorkommen der Tschechoslowakei

Die Tschechoslowakei besitzt sehr bedeutende Kaolinlagerstätten, unter denen diejenigen der Gegend von Karlsbad die wichtigsten sind. Sie liegen in dem als Falkenauer Becken bezeichneten Teil des nordwestböhmisches Braunkohlenbeckens, dessen Liegendes aus Granit besteht, der in zahlreichen kleinen Kuppen an die Oberfläche tritt. Der Kaolin ist aus der Umwandlung des Feldspats dieses Granits durch humussaure Lösungen zu Beginn des Oberoligozäns entstanden (Abb. 2). Das bedeutendste Kaolinvorkommen des Reviers ist das Zettlitzer Lager, woselbst in den Gemeinden Zettlitz, Ottowitz und Weheditz der Bergbau auf Kaolin schon seit über 100 Jahren umgeht, weiters die Vorkommen von Chodau, Wintersgrün, Poschetzau und Imligau. Bei der Veredlung des Kaolins spielten nachträgliche Wärme und kohlen säurehaltige Gase eine wichtige Rolle. Diese, die hohe Plastizität des Kaolins bewirkende Veredlung findet auch heute zum Teil noch statt, so in Poschetzau, wo Kaolin, der bergfeucht weiß ist, sich nach 1 bis 2 Tagen gelb verfärbt durch Ausscheidung von Huminsubstanzen. Die Tertiärüberlagerung über dem Karlsbader Kaolinvorkommen beträgt im allgemeinen 50 m, die bauwürdige Mächtigkeit der Lagerstätte im Durchschnitt 15 bis 20 m. Wo lokale Erwärmung vorhanden ist, wie z. B. im Exzelsior-Schacht in Zettlitz (25° C), dort ist die Veredlung des Kaolins und die Mächtigkeit der Lagerstätte am größten (25 m bauwürdig). Der Kaolin wird tiefbaumäßig im Kammerbruchbau in 6-m-Scheiben gewonnen. Der Gehalt an ausschlämmbarem Material ist schwankend, er beträgt 25 bis 30%, bei besseren Qualitäten 40 bis 60%. Große neuzeitliche Kaolinaufbereitungen der Zettlitzer Kaolin A. G., dem bedeutendsten Unternehmen des Reviers, befinden sich in Soda u und Katzenholz, mit einer Erzeugung von 1600 t bzw. 1400 t Reinkaolin im Monat.

Neben dem Karlsbader Revier besitzen große technische Bedeutung ferner die Kaolinsandsteinlager von Pilsen, wo an zahlreichen Orten, darunter insbesondere bei Oberbris, der Kaolin tagbaumäßig gewonnen wird. Im Gegensatz zu Zettlitz, der als Standard-Kaolin gehalten wird, ist der Oberbriser Kaolin weniger plastisch und wird daher meist nur als Zusatz in der Steingutindustrie sowie in großen Mengen als Papierkaolin verwendet.

Die jährliche Kaolinerzeugung der Tschechoslowakei ist bedeutend, sie schwankt zwischen 300.000 und 400.000 t/Jahr und geht nebst großem Eigenverbrauch in aller Herren Länder. Der Zettlitzer Kaolin gilt als der Markenkaolin des Keramikers.

### c) Die österreichischen Feldspat- und Kaolinvorkommen

Österreich besitzt nur eine einzige, in Betrieb befindliche, kleine Feldspatgrube in Spittal a. d. Dra u, wo tagbaumäßig eine in Gneis auftretende Pegmatitlinse mit sehr reinem Feldspat durch die Firma Holzmann abgebaut wird. Unmittelbar neben dem Bruch ist eine Mahlanlage errichtet. Die Jahresförderung dieses Feldspatbetriebes beträgt rund 500 t. Größtenteils wird diese Menge ins nahe Ausland, nach Italien und Ungarn, ausgeführt. — Abbauwürdige, derzeit ruhende oder noch nicht in Angriff genommene österreichische Feldspatvorkommen (Pegmatite) befinden sich weiters in Königsalm bei Krems a. d. Donau, bei Naintsch in der Nähe von Weiz nordöstlich Graz, dann nördlich von Paternion in Kärnten sowie bei Königswiesen im Mühlviertel in Oberösterreich. Österreichs Feldspatbedarf schwankt je nach dem Beschäftigungsgang der Keram- und Emailindustrien zwischen 800 bis 2000 t/Jahr. Er wird durch Einfuhr aus Deutschland (Ströbel-Spat), aus der Tschechoslowakei, Rußland und Rumänien hauptsächlich gedeckt.

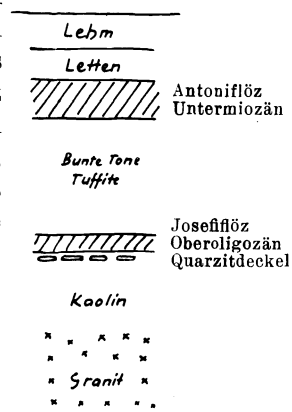


Abb. 2. Idealprofil des Gebietes von Karlsbad (nach O. Michler)

Kaolinbergbaue besitzt Österreich zwei, es sind dies das in Oberösterreich östlich von Linz gelegene Kaolinvorkommen von Kriechbaum bei Schwertberg, das der Kamig-A. G., Wien, gehört, und das auf „Serizitkaolin“ oder „Leuchtenbergit“ bauende Kaolinvorkommen der Montana-A. G., Wien, von Ausschlag-Zöbern, zwischen Aspang und Mönichkirchen im niederösterreichisch-steirischen Grenzgebiet des Wechsels gelegen. Beide Lagerstätten sind autochthon. Das Kaolinvorkommen von Kriechbaum ist durch Zersetzung des Granits durch humussaure Lösungen in voroligozäner Zeit, also wahrscheinlich zu Ende des Eozäns, entstanden (Abb. 3 und 4). Das Hangende wird von oligozänen Sanden und Tonen, und, wo diese

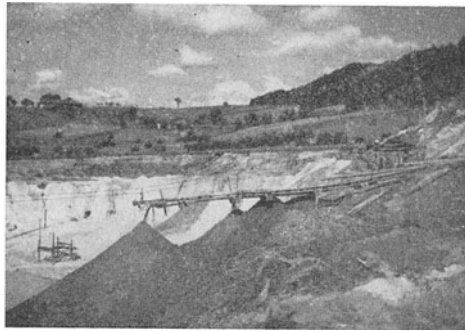


Abb. 3. Kaolingrube Kriechbaum bei Schwertberg

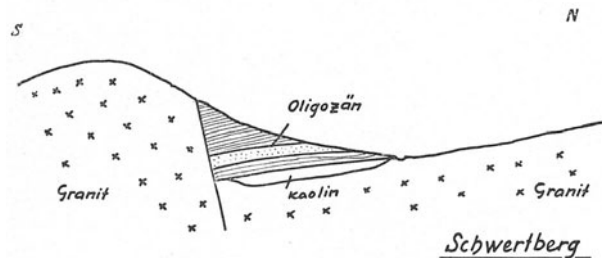


Abb. 4. Nord-Süd-Schnitt durch das Kaolinvorkommen von Kriechbaum

ausgewaschen wurden, von diluvialen Einschwemmungsmassen, Lehmen und Schottern, gebildet, welche letztere durch zahlreiche Funde von fossilen Tierknochen und Zähnen eiszeitlicher Säuger sowie mumifizierter Hölzer bekannt geworden sind. Die Mächtigkeit des Kaolins beträgt im Durchschnitt 20 m. Das Vorkommen ist seit über 130 Jahren bekannt, ein regelrechter bergmännischer Abbau im Tagebau- und Tiefbaubetrieb findet jedoch erst seit 1924 statt. Die Jahresförderung an Rohkaolin beträgt 100.000 t, welche in einer im nahe gelegenen Josefstal bei Schwertberg errichteten neuzeitlichen Schlämmanlage aufbereitet werden und rund 33.000 t Reinkaolin ergeben. Die hauptsächlichste Verwendung sowohl des Schwertberger als auch des Aspanger Kaolins erfolgt als Füllstoff in der Papierindustrie Österreichs sowie der des nahen Auslandes. — Das Aspanger Kaolinvorkommen baut auf dem Verwitterungshute von Serizitschiefer, also eigentlich keinem Kaolin in mineralogischem Sinne. Das Schlammgut von 8000 bis 11.000 t im Jahr wird, wie erwähnt, in der österreichischen und italienischen Papierindustrie gerne benutzt. — Die Kaolinerzeugung Österreichs ist somit mit über 40.000 t im Jahr anzusetzen. Der Kaolinverbrauch Österreichs schwankt zwischen 30.000 bis 40.000 t jährlich, je nach der Beschäftigung der Keram- und Papierindustrien; 1928 z. B. betrug der österreichische Kaolinbedarf 40.000 t, 1934 war er um 10.000 t geringer. Die Papierindustrien allein nehmen jährlich rund 35.000 t Kaolin auf.

#### d) Der nordost-ungarische Kaolinbezirk

Ungarn war bis vor kurzem in bezug auf Kaolin fast ganz auf die Einfuhr aus Österreich und der Tschechoslowakei angewiesen, welche jährlich etwa 15.000 t im Werte von 700.000 Pengö betrug. Bloß bei Sárospatak sowie bei Hollóháza in Nordostungarn waren seit langem und sind auch gegenwärtig zwei kleine Kaolinvorkommen für Eigenbedarf in Betrieb. Das erstere gehört der bekannten Keramfirma Zsolnay in Pécs (Fünfkirchen), das letztere der Keramfabrik Berger & Lipschitz in Sátorajka-Ujhely. Das Kaolinvorkommen von Sárospatak ist ein in quarzitischem Rhyolittuff, der nesterweise pneumatolitisch kaolinisiert ist, umgehender Grubenbau mit einer jährlichen Förderung von 1000 t Rohkaolin; um diese Menge zu gewinnen, muß man die zwanzigfache Menge

Hauwerk erhalten. Die Musterung erfolgt händisch im Abbau. Beim Ausschlämmen in Fünfkirchen erzielt man etwa 400 t Reinkaolin aus den 1000 t Rohkaolin, der sehr feldspatreich ist. — Außer diesen beiden genannten Lagerstätten sind noch ein Kaolintagebau zwischen Rátka und Mád, nordöstlich von Szerencz, sowie ein neues Kaolinvorkommen in Szegi bei Tokaj in letzter Zeit bekannt geworden. Das Máder Kaolinvorkommen, der Firma Gebrüder Barna in Mád gehörig, baut in einfacher Weise in zwei Tagebauen und mittels Handscheidung auf einer sekundär über grünen Tonen flachgelagerten Kaolinlagerstätte von mittelmäßiger Qualität. Die Erzeugung beträgt 2000 t im Jahr; Aufbereitung oder Schlämmung erfolgt keine. Der geförderte Kaolin wird sowohl in der Keramik als auch in der Papierindustrie für mindere Ware verwendet. — Das neue Vorkommen von Szegi, 10 km östlich von Mád und 20 km südwestlich von Sárospatak gelegen, ist zweifellos die interessanteste Kaolinlagerstätte Ungarns. Sie wurde erst vor

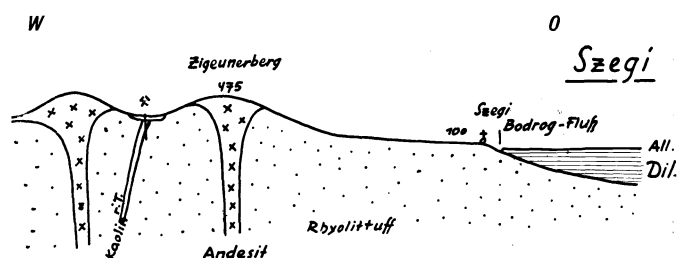


Abb. 5. West-Ost-Schnitt durch das Kaolinvorkommen von Szegi

drei Jahren erschürft und von mir nach dieser Zeit mehrmals untersucht und dann bergbaulich eingerichtet. Es handelt sich um eine hydrothermal-pneumatolitische Kaolinisierung von Rhyolituff längs einer Spalte in der Nachbarschaft jungtertiärer Andesitkuppen (Abb. 5). Das Vorkommen ist durch zwei Schächte von 30 bzw. 50 m Teufe erschlossen. Der Kaolin ist von reinweißer Farbe und hochwertiger Qualität. Er besitzt 28% Grubenfeuchtigkeit, wird daher in einer in der Ortschaft Szegi vor Jahresfrist errichteten neuzeitlichen Kaolinaufbereitung getrocknet, vermahlen und windgesichtet. Das Vorkommen gehört der Ungarischen Kaolinwerke A. G. (Magyar Kaolinművek R. T.), Sárospatak, die zur Hälfte im Besitz der Kamig-A. G. Wien, zur anderen Hälfte im Besitz der Steinbruchfirma Gebrüder Várszély in Sárospatak ist. Die Jahresförderung — die Gewinnung in großem Maße wurde kürzlich aufgenommen — soll ab nächstem Jahre auf 10.000 t/Jahr gebracht werden und wird restlos dem ungarischen Markt, vor allem der Papier- und Gummiindustrie, zugeführt werden.

Feldspatvorkommen besitzt Ungarn keine. Vor dem Krieg waren im damaligen Südungarn Ansätze zu einer eigenen Feldspatförderung in Form zahlreicher Schürfungen festzustellen. Das Kriegsende aber bereitete den Bestrebungen Ungarns, sich für seine in den Vororten Budapests entstandenen und rasch aufblühenden keramischen Industrien eine eigene Feldspatbasis zu schaffen, ein Ende.

Ungarns Kaolinbedarf stieg in den letzten Jahren andauernd. 1933 war er mit 10.000 t anzugeben, gegenwärtig ist er wie folgt einzuschätzen: 8000 t in der Papierindustrie, 7000 t in der Keramikindustrie, 2000 t in der Eisen-, Textil- und Gummiindustrie. Der jährliche Feldspatverbrauch Ungarns schwankt zwischen 2000 und 3000 t, je nach der Beschäftigung seiner Keramik- und Emailfabriken.

### e) Der südbanater Feldspatbezirk

Rumänien ist völlig kaolinarm. Für die einzige größere keramische Fabrik des Landes, die „Iris“-A. G. in Klausenburg, wird Zettlitzer Kaolin eingeführt. Dagegen besitzt Rumänien in seinen neuen Landesteilen, insbesondere im Banater Bergland, mehrere Pegmatitvorkommen, so bei Teregoва und Armenisch, die in der Nachkriegszeit auf Feldspat abgebaut werden (Abb. 6). In Teregoва wurde 1928 eine neuzeitliche Mahlanlage errichtet. Die Förderung Teregovas betrug 1929 über 7000 t Feldspat, sank aber in den nachfolgenden Jahren auf bloß 1000 bis 2000 t jährlich herab. Bei Tisovitz im südlichen Banat an der Donau, unweit des ob seiner landschaftlichen Schön-

heiten berühmten Kasanpasses gelegen, treten Feldspatlinsen eigenartiger Weise in Gabbros und vorpermischen Serpentin auf. Der Feldspat, der Kali-Natronreihe angehört, ist von reiner weißer Farbe und glimmerarm bis glimmerfrei. Auch Quarzlinsen treten neben ihm auf. Schriftgranitische eutektische Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspat fehlen. Petrographisch und genetisch gesprochen, handelt es sich hier um eine Sonderung eines basischen Tiefengesteins in saure (Quarz und Feldspat) und basische



Abb. 6. Feldspatgrube u. -mahanlage Teregova

anzugeben. Hauptverbraucher sind die Iris-Klausenburg, Uzinele-Mediasch und einige andere Emailfabriken.

Partien (Serpentin), demnach um einen äußerst seltenen, neuen Lagerstättentypus, auf den ich vor kurzer Zeit hinweisen konnte. Während des Krieges war der Abbau dieser Feldspatlagerstätte in Angriff genommen worden, seit Kriegsende ruhen die Arbeiten dort. Die Feldspatvorkommen von Tisovitza und Armenisch gehören der Firma Jakabf in Broos, das Feldspatvorkommen und die Mahlanlage in Teregova gehören der Feldspat-Quarzwerte Teregova A. G. in Teregova-Wien. — Rumäniens Feldspatbedarf ist bei normalen Zeiten mit 2400 t jährlich einzuschätzen, in Krisenzeiten dagegen mit 800 bis 1000 t/Jahr

#### f) Die italienischen Feldspat- und Kaolinvorkommen

Ist Italien allgemein als ein bergbauarmes Land anzusprechen, so zeigt sich dies auch in bezug auf Feldspat und Kaolin. — Feldspat wird in Italien nur im nordwestlichsten Reichsgebiet gewonnen, bei Domodossola nördlich des Lago di Como, wo bauwürdige

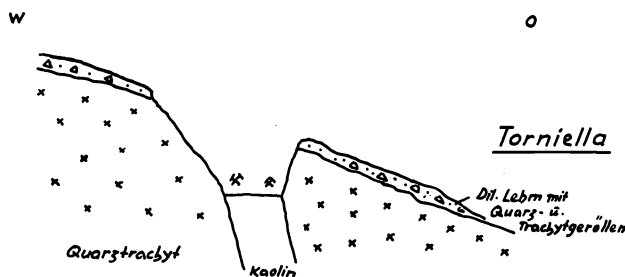


Abb. 7. West-Ost-Schnitt durch die Kaolinlagerstätte von Torniella

Pegmatite anstehen. In der Nähe davon, in Lavino, befindet sich eine Feldspatmühle. Die Feldspatförderung Domodossolas schwankt zwischen 5000 und 7500 t/Jahr. Der Feldspatbedarf Italiens ist mit 30.000 bis 40.000 t/Jahr einzuschätzen. Italien ist daher ein ausgesprochenes Feldspat-Einfuhrland, insbesondere Deutschland, Schweden und Norwegen beliefern es.

Was den Kaolin betrifft, so besitzt Italien bloß drei bauwürdige Lagerstätten von Bedeutung: Schio in Norditalien, unweit der alten Südtiroler Grenze, Torniella in Mittelitalien unweit von Siena und ein kleines Vorkommen westlich davon bei San Vincenzo am Tyrrhenischen Meer, südlich von Livorno. Nicht oder nur zum geringen Teil bauwürdige, mangelhaft kaolinisierte Tuffe finden sich auf der Insel Ponza, südwestlich von Gaeta, im Golf von Neapel, wo ich übrigens das Vorkommen von Bentonit feststellen konnte. In Schio wird Kaolin durch Grubenbau gewonnen und in primitiver Weise aufbereitet; es handelt sich um eine pneumatolitische Lagerstätte von Kaolin, der wolkenförmige, unregelmäßig verteilte Nester in Porphyry bildet. In Torniella, dem bedeutendsten Vorkommen, sind Quarztrachyte, die bei der Ortschaft Roccastrada den Gebirgszug der Apenninen durchbrechen, längs einer N 30° W verlaufenden, fast saigeren Spalte hydrothermal kaolinisiert, so daß das Kaolinvorkommen als eine steilstehende Ganglagerstätte mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 20 und mehr Metern anzusprechen ist (Abb. 7). Bei San Vincenzo sind eoäne Tone hydrothermal längs einer

Spalte kaolinisiert. Durch eisenschüssige Wässer aus der Aluvialüberlagerung ist der keramisch gut verwendbare Kaolin gelblich und braun gefärbt, beim Brennen verliert sich jedoch die Färbung. — Die jährliche Erzeugung Italiens an Kaolin aus eigenen Gruben ist mit rund 10.000 t anzusetzen (Torniella mit 6000 t, Schio mit 4000 t, San Vincenzo ist erst in der Entwicklung begriffen). Der Verbrauch an Kaolin in Italien beträgt jährlich rund 75.000 t, der durch Einfuhr vor allem aus Deutschland, England und Österreich gedeckt wird. Die Einfuhr von Kaolin nach Italien beträgt rund 65.000 t im Jahr.

## Einiges über den Salzsolebergbau und den modernen Sudhüttenbetrieb

Von Ing. **Julius Rotter**, Ebensee

Mit 5 Textabbildungen

Wir wollen uns hier nur mit den alpinen Lagerstätten näher befassen, da sie allein Gegenstand des sog. Salzsolebergbaues sind und auf andere Weise nicht abgebaut werden können. Die direkte Gewinnung von Steinsalz ist nur in sehr beschränktem Ausmaß möglich.

Die geologische Stellung der alpinen Salzlager ist bis heute noch umstritten. Während sie bisher in die Triasformation, und zwar in den obersten Teil der Werfener Schichten gestellt wurden, werden sie in letzter Zeit von E. Seidl in die Permformation, und zwar in den Zechstein eingereiht. Sie bauen sich im großen auf aus Steinsalz, Anhydrit, Tonen und Mergeln und dem aus diesen drei Komponenten bestehenden Mischgestein, dem Haselgebirge.

Wenn auch das Haselgebirge, im Sinne der gesamten Schichtenfolge des Salzlagers, im großen gesehen ein chaotisches Gemenge der einzelnen Schichtglieder ist, so wäre es doch irrig anzunehmen, daß das Steinsalz nirgends besonders in den Vordergrund tritt. Die vielen in die Augen fallenden, aus mehr oder minder reinem Steinsalz bestehenden sog. „Kernsalzzüge“ belehren uns eines besseren. Allerdings erreichen sie fast nie eine abbauwürdige Mächtigkeit.

Die Gewinnung des Salzes kann daher nicht unmittelbar erfolgen, wie z. B. im deutschen Steinsalzbergbau. Sie ist nur auf dem Weg der Auslaugung möglich. Die alpinen Salzlagerstätten sind nach Höfer zumeist etwas breit gequetschte Stöcke, deren Längsausdehnung im Streichen der Kernsalzzüge liegt; die Salzstöcke sind örtlich stehend oder überkippt und ihre Breite und Länge nimmt mit der Tiefe zu. Die größte Länge und Breite der derzeit im Betrieb stehenden Gewinnungshorizonte ist z. B. in Aussee:

Länge	1250 bis 1380 m
Breite	750 „ 1080 „

Der alpine Salzbergbau geht heute noch durchwegs über den Talsohlen um und ist daher ein Stollenbau. Eine teilweise Ausnahme macht nur Berchtesgaden.

Der Seigerabstand der Stollen, Etagehöhe oder Bergdicke genannt, richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und beträgt von Ausnahmen abgesehen, etwa 30 bis 50 m. Die einzelnen Horizonte sind untereinander durch Zentralschächte für die Förderung der tauben Massen und durch zahlreiche tonnlägige Baue für die Fahrung und für die Führung der Wasser- und Soleleitungen verbunden. An dieser Stelle soll auf einen Hauptgrundsatz des alpinen Salzbergbaues hingewiesen werden; die tauben Massen bleiben im Berge und werden in alten Werksanlagen verstürzt. Die Lagerstätte wird im Streichen durch eine oder mehrere Hauptstrecken (Hauptschachtrichten) aufgefahren, von denen dann, das Lager verquerend, sog. „Kehren“ abzweigen. Von diesen werden schließlich die für die Einleitung des Wassers in die Soleerzeugungsanlagen (Sinkwerke) erforderlichen horizontalen, seigeren und tonnlägigen Baue vorgetrieben bzw. abgeteuft.



Die erste Anlage eines Sinkwerkes erfolgt entweder durch Vollaussprengung des ersten Werksraumes oder bei reichem Haselgebirge durch teilweise Aussprengung und nachfolgender Erweiterung dieses so geschaffenen kleinen Hohlraumes durch Spritzbohrlöcher. Letztere Methode wird insbesondere in Aussee geübt.

Der ausgesprengte Raum hat einen Durchmesser von 10 bis 12 m, die Bohrlöcher sind etwa 10 m lang. Die Form des ersten Hohlraumes kann je nach der vorherrschenden Haselgebirgsbeschaffenheit verschieden sein. Bei gleichmäßigem Haselgebirge wird die Kreisform gewählt. Der Anlagedurchmesser beträgt dann etwa 30 bis 40 m. Die Höhe dieses ersten Werksraumes ist etwa 2,2 m.

Bei ausgesprochen starken Kernsalzzügen kann die elliptische oder rechteckige Form in Betracht kommen.

### **Betrieb eines Laugwerkes (Sinkwerkes)**

Der erste Werksraum wird mit Wasser gefüllt („gewässert“), das sich durch Auslaugung des Gebirges mit Salz sättigt. Das Bestreben des alpinen Salzbergbaues ist von vornherein darauf gerichtet, die unvermeidliche Auslaugung der Werksulmen und damit die horizontale Vergrößerung des Werks so weit als möglich einzuschränken. Der Betrieb wird also darnach trachten, das Salz hauptsächlich von der Decke des Raumes (dem „Himmel“) zu nehmen und zu diesem Zweck das Werk stets gefüllt halten, so daß die Spiegelfläche ständig den Himmel berührt. Einmal gefüllt, sollte das Werk auch voll bleiben, da ja die Bestandteile des Haselgebirges bei der Verlaugung nur eine Ortsveränderung erleiden, nicht aber eine Änderung ihrer Volumsverhältnisse. Tatsächlich aber bleibt das Werk nicht voll und muß während des ganzen Verlaugungsprozesses ständig nachgefüllt werden. Diese Erscheinung ist auf die Kontraktion der Lösung zurückzuführen. Die Größe der Kontraktion hängt nur von der in Lösung gehenden Salzmenge ab.

Für gesättigte Sole mit einem spezifischen Gewicht von 1,204 und einem Salzgehalt von 31,6 kg/hl Sole ergeben sich folgende Verhältnisse (unter der Annahme, daß 1 cbm Steinsalz 2078 kg wiegt): 85,38 Raumteile Wasser und 14,62 Raumteile Salz sollten, ohne Kontraktion, 100 Raumteile Sole geben. Sie geben tatsächlich nur 96,25 Raumteile Sole. Der Abgang (die Kontraktion) beträgt daher 3,75 Raumteile oder 3,75% der ursprünglichen Volumina von Wasser und Salz.

Die Erscheinung der Kontraktion zwingt den Salzbergmann, den Lösungsvorgang ständig zu überwachen, während ein Werk, ohne Kontraktion, bis zur Erreichung der Vollgradigkeit sich selbst überlassen bleiben könnte. Wir nennen die Zeit der fort dauernden Nachfüllung von Wasser infolge der Kontraktion Ätzzeit und das Wasser selbst Ätzwasser. Nach beendeter Füllung des Werkes kann die Kontraktion so stark werden, daß sehr leistungsfähige Rohrleitungen knapp imstande sind, den Abgang der Füllung zu decken. Da die Intensität des Lösungsvorganges mit der Anreicherung der Lösung ständig sinkt, nimmt auch die erforderliche Ätzwassermenge ständig ab. Würde einmal übersehen werden, die Sole im Werk am Himmel zu halten, so würde sofort ein starker Ulmenangriff erfolgen, der das Werk für die weitere Benutzung unbrauchbar machen kann.

### **Gewinnung der Sole im Sinkwerksbetrieb**

Die Abb. 1 zeigt ein sog. „Sinkwerk“ in einem vorgeschrittenen Stadium seiner „Aufsiedung“. Durch den von der oberen Sohle abgesetzten Ankehrschurf a wird in Rohrleitungen Süßwasser in das Werk eingeleitet. Durch den Lösungsvorgang wird das Taube frei und sinkt als Laist zu Boden. Die sich bildende Sole wird durch eine oder zwei Rohrleitungen durch den Damm abgezogen. Diese Rohrleitungen münden in Einseihkästen, das sind quadratische Kästen aus starken Kanthölzern, die stets über die Laistoberfläche emporgeführt werden. Im Innern des Einseihkastens wird das mit dem Dammrohr verbundene Einseihrohr hochgeführt. Der Einseihkasten hat den Zweck, den Laist in der Sole zurückzuhalten und das Einseihrohr gegen Beschädigungen zu schützen. Die

Sole wird, sobald sie vollgrädig ist, etwas „vom Himmel gezogen“, um eine unnötige Durchweichung desselben zu verhindern und bedarf dann einige Zeit zu ihrer Klärung. Ist sie klar, so wird das Werk durch das Einseihrohr entleert, dann befahren und eventuell vermessen. Der Vermessung kommt hier eine besondere Bedeutung zu. Wir müssen uns vorstellen, daß gleichzeitig viele Werke räumlich nebeneinander im Betrieb sind. Sie entwickeln sich oft ganz unregelmäßig und haben insbesondere die Neigung in den „Kernsalzzügen“ zusammenzuschneiden“, d. h. sich miteinander zu vereinigen. Sie kommen dann unter einen Himmel, was unvermeidlich zu Himmelsbrüchen und damit zum Verlust der Werke führt. Dieser Gefahr kann man nur durch genaue Vermessungen begegnen. Die Erweiterung bedenklicher Ausschneidungen muß durch Lettendämme verhindert werden. Unerwünschte Ausschneidungen werden zuerst mit Letten „verstaucht“ und dann durch einen auf eine gewisse Höhe in den Werkshimmel eingelassenen, etwa 60 cm starken Damm gegen weitere Auslaugung geschützt. Dämme sind sehr teuer und nicht immer, trotz sorgfältigster Arbeit, ganz zuverlässig. Auch können sie umschnitten werden. Man war und ist daher stets darauf bedacht, sie entbehrlich zu machen. Bei den Abblaßdämmen gelingt dies durch Übergang von den eben beschriebenen Dammwerken zu Schöpfbauten. Wird die Sole aus den Werken geschöpft, so kann man des Abblaßdammes entraten. Die bei Herstellung der ersten Werksanlage anfallenden Berge müssen dann allerdings auf die obere Sohle hochgefördert werden. Ebenso muß die satte Salzsole mit Hilfe von Zentrifugalpumpen auf die obere Sohle gehoben werden.

Die gewöhnliche Art der Wässerung ist die intermittierende, d. h. das Werk wird gefüllt, vergütet, entleert, wenn nötig zugerichtet und dann abermals gefüllt, vergütet, entleert usw. Diese Methode hat den Nachteil, daß sie Verschneidungen begünstigt, aber den Vorteil, daß sie reine Himmelsflächen liefert und daß das Werk leicht und oft zugänglich ist und daher der Verlaugungsvorgang stets kontrollierbar bleibt. Die beiden anderen Wässerungsmethoden, das sind die kontinuierliche und die Schachtwerkswässerung, zielen in erster Linie darauf hin, Verschneidungen zu verhindern.

Bei der kontinuierlichen Wässerung erfolgt die Wasserzufuhr und die Soleabfuhr gleichzeitig und kontinuierlich. Das Werk wird gefüllt und bleibt gefüllt. Die abfließende Sole muß im gleichen Augenblick durch zufließendes Wasser ersetzt werden. Infolge der Kontraktion muß die zugeführte Wassermenge größer sein als die gleichzeitig abgeführte Sole. Diese Wässerungsart ist möglich, weil die satte Sole spezifisch schwerer ist und daher zu Boden sinkt, während das Wasser am Himmel steht. Den Raum zwischen schon satter Sole und dem Himmel nennen wir Vergütungsraum. Er ist bei der intermittierenden Wässerung nach vollendeter Füllung annähernd gleich der Werkshöhe. Während der Ätzperiode nimmt der Vergütungsraum ständig an Höhe ab, um schließlich bei erreichter Sättigung Null zu werden. Bei der kontinuierlichen Wässerung ist der Vergütungsraum andauernd von so geringer Höhe, daß das zufließende Wasser auf seinem Weg zu den Werksulmen schon voll vergütet wird und daher diese schon als satte Sole erreicht, mithin eine lösende Wirkung an den Ulmen nicht mehr ausüben kann. Theoretisch sollte die Vergütung des in einer sehr kleinen Zeiteinheit zufließenden Wassers gerade beendet sein, wenn es an der Werksulm eintrifft. Ist sie nicht beendet, so erfolgt eine weitere Verlaugung der Ulmen. Ist sie früher beendet, so erhält man überhängende Ulmen. Bei dieser Wässerungsart wird die stärkste Verlaugung des Himmels an der Wasserzufuhrstelle und in ihrer Nähe erfolgen. Es werden sich daher Himmelsformen ergeben, die ganz

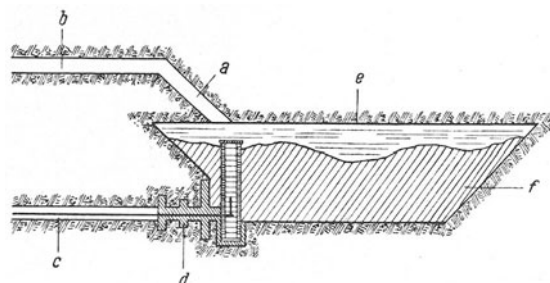


Abb. 1. Sinkwerk (Dammwerk)  
a Ankehrschurf, b obere Sohle, c untere Sohle,  
d Damm, e Himmel, f Laist

flachen Kuppeln ähneln, deren Scheitelhöhe allerdings nur einige Zentimeter beträgt. Die Zeitdauer der Vergütung des auf der Soleoberfläche dahineilenden Wassers hängt natürlich von der Haltigkeit des Gebirges an Salz und von der Löslichkeit dieses Salzes ab. Wenn man alle Umstände berücksichtigt, muß man zu dem Schluß kommen, daß diese Wässerungsart schwer beherrschbar ist. Trotzdem wird sie aber in allen jenen Fällen mit bestem Erfolg anwendbar sein, in denen das abzubauen Gebirge sehr salzreich ist und es nicht auf die Gewinnung von relativ großen Solemengen in der Zeiteinheit ankommt, d. h. mit anderen Worten, wenn die Wasserabgabe so vorsichtig erfolgen kann, daß eine Verlaugung der Ulmen mit Sicherheit verhindert wird. Die kontinuierliche Wässerung ist, wie gesagt, nur in salzreichem und festem Gebirge anwendbar, da der Himmel durch lange Zeiträume ständig mit Wasser in Berührung bleibt und lockeres Gebirge in diesem Fall zu stark durchweicht wird, was unvermeidlich zu starkem Hurdenfall führt. Dabei spielt die Beschaffenheit des Laistes auch eine gewisse Rolle. Ist er durchlässig, so werden diese Hurden trotz der Laistbedeckung verlaugt werden; ist er undurchlässig, was sehr oft der Fall ist, so ist das in den Hurden enthaltene Salz als dauernder Verlust anzusehen. Der Gebirgsverbrauch bei der Soleerzeugung im Werk ist größer als bei der intermittierenden Wässerung. Außerdem nimmt die Sole sehr viel Nebensalze auf.

Eine andere Methode zur Verhinderung von Verschneidungen ist die Schachtwerkswässerung. Sie wurde erstmals von Schernthanner in Aussee angewendet und besteht im Wesen darin, daß das verschneidungsgefährdete Werk mit satter Sole gefüllt wird und daß auf diesem Solebett, ohne daß ein Zwischenmittel stehen bleibt, ein neues Werk angelegt wird. Eine Aussprengung findet nicht statt. Es wird nur verlaugt. Für die Anlage des zweiten Werkes wird die zentral gelegene Pütte auf eine gewisse Höhe mit Wasser gefüllt. Das Wasser wird die Püttenulmen auslaugen und so einen kleinen Werksraum schaffen. Die gebildete Sole wird aufgepumpt. Der neue Werksraum wird dann allmählich durch wiederholte Füllung mit Wasser und Entleerung der jedesmal gebildeten Sole erweitert, so daß man schließlich ein in jeder Hinsicht vollwertiges neues Werk erhält. Nähert sich dieses Werk den Ulmen des Unterwerkes, so wird die Verlaugung nicht mehr weiter fortgesetzt, sondern ein drittes Werk über dem zweiten eröffnet. Auf diese Weise kann eine ganze Reihe von Werken übereinander angelegt werden. Die Schachtwerkswässerung hat sich im sehr reichen und festen Ausseer Haselgebirge durchaus bewährt. Die Gefahr des Hurdenfalles ist bei dieser Wässerungsart noch größer als bei der kontinuierlichen Methode, da der Himmel des Unterwerkes unter dem Flüssigkeitsdruck des darüberliegenden Werkes steht. Bei lockerem Gebirge wird daher die Feuchtigkeit viel tiefer eindringen als bei bloßer Benetzung des Himmels. Das Gebirge verliert seinen Zusammenhalt und kann in großen den Betrieb gefährdenden Schollen niederbrechen. Auch bei dieser Methode nimmt die Sole sehr viel Nebensalze auf. Außerdem werden sehr große Solemengen als Versatzsole gebunden.

Trotz aller Umsicht bei der Wässerung kann es vorkommen, daß der Werkshimmel, infolge Änderung der Gebirgsverhältnisse, bruchgefährlich wird, also aus Ursachen, die sich der „Wässerungskunst“ entziehen. In diesem Falle gibt es nur ein Mittel, das noch zwischen dem Werkshimmel und der oberen Sohle anstehende Gebirge zugute zu bringen, das Rieselfverfahren, das allerdings nur bei sehr reichem Gebirge in Betracht kommt. Die Stöße der zentralen Pütte werden von der oberen Sohle aus durch Düsen mit Wasser, in sehr feiner Verteilung, beriesel. Die Wassergabe muß so erfolgen, daß das an den Stößen niederrieselnde Wasser beinahe voll mit Salz gesättigt im Werksraum ankommt. Die so entstandene Sole wird im Werksraum gesammelt und von Zeit zu Zeit abgelassen. Um das Schachtrieselwerk fortdauernd benutzen zu können, muß natürlich auf der oberen Sohle stets ein freier Manipulationsraum um den Schacht geschaffen werden. Schachtrieselwerke können nur dann ohne Schaden für den Bergbau betrieben werden, wenn sie fast vollgradige Sole liefern. In jedem anderen Fall würde eine weitere Verlaugung der Ulmen des verlassenen Werksraumes stattfinden und den Niederbruch des ganzen Werkes herbeiführen.

Was dies im gegebenen Fall bedeuten kann, mag die Tatsache erhellen, daß es freitragende Werkshimmel von 13.000 qm Fläche auch heute noch gibt. Bei einer mittleren Werkshöhe von nur 2,5 m kommen wir hier zu einem Fassungsraum von 32.500 cbm. Aus vielen Anlagen errechnete Mittelwerte ergeben für die Himmelsflächen etwa 2600 bis 4300 qm und für die Fassungsräume rund 5000 bis 12.000 cbm.

Es ist ohne weiteres klar, daß so große Räume nicht wahllos angeordnet werden dürfen. Sie müssen nach dem sogenannten Schwindschen Prinzip, bei gleicher Mittelachse, wie die Zimmer eines Hauses übereinanderliegen und durch entsprechend starke horizontale und vertikale Bergfesten voneinander getrennt sein. Nur auf diese Weise erhalten wir ein tragfähiges Baugerippe, das einen Verbruch der Lagerstätte ausschließt.

### Vakuumparate

Die übliche Kennzeichnung des in einem Gefäß herrschenden Vakuums geschieht nicht durch Angabe des im Gefäß tatsächlich herrschenden absoluten Drucks in technischen ata oder mm HgS, sondern durch Angabe des Differenzdrucks gegenüber dem äußeren Luftdruck. Dieser Druck läßt sich an einem an das Gefäß angeschlossenen und mit Quecksilber gefüllten U-Rohr ohne weiteres ablesen. Der tatsächlich im Gefäß herrschende Druck ist dann sehr leicht zu ermitteln, indem man vom eben herrschenden Barometerstand den am U-Rohr abgelesenen Differenzdruck abzieht.

Als Beispiel eines Vakuumparats wird der sehr häufig verwendete Robert-Apparat angeführt. Sein kennzeichnendes Merkmal sind senkrechte, von außen beheizte Heizrohre, die in zwei Rohrböden eingewalzt sind. Die zu verdampfende Flüssigkeit strömt im Innern der Rohre. Die durch die Heizrohre hoch kochende Flüssigkeit fällt durch ein weites Zentralrohr wieder nach abwärts.

Der Apparat besitzt ein Kettenrührwerk zum Abstreifen des Salzes vom oberen Rohrboden. Jeder Vakuumparat besteht aus einem mit Frischdampf oder Brüden geheizten Heizraum und einem Verdampfraum mit Unterdruck (Vakuum). Der in den Heizraum eintretende Frischdampf gibt unter Kondensation seine totale Verdampfungswärme durch die Heizfläche an die zu verdampfende Flüssigkeit ab

und erwärmt diese auf den dem Vakuum entsprechenden Siedepunkt. Die entstehenden Brüden können beim Einkörperapparat zugleich mit der in ihnen enthaltenen Luft durch eine Naßluftpumpe abgesaugt werden. Für die Siedesalzerzeugung im Vakuumverfahren kommen indes Einkörperapparate nicht in Betracht. Hier werden nur Mehrkörperapparate verwendet, und zwar erfolgt diese mehrstufige Verdampfung zumeist in drei Körpern, im sog. Dreifacheffekt. Eine solche Anlage zeigt Abb. 2.

Die Brüden strömen jeweils in den Heizraum des nächstfolgenden Verdampfers. Die Brüden des letzten Körpers werden durch einen Einspritzkondensator niederge-

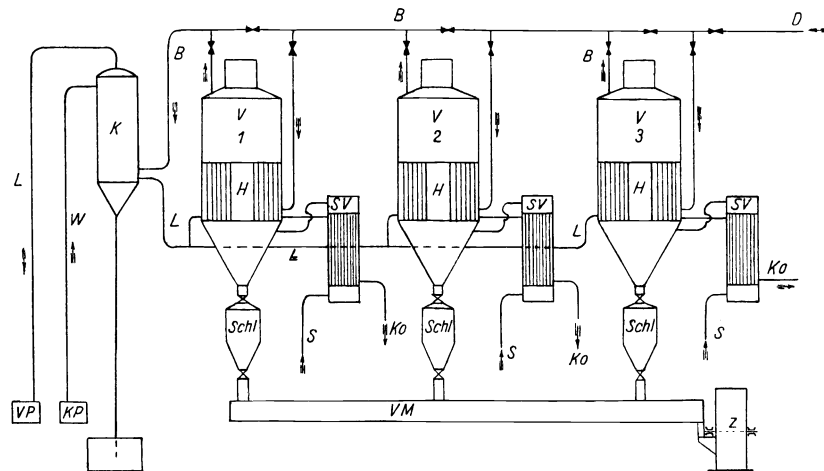


Abb. 2. Dreikörper-Vakuumanlage

V Verdampfraum, H Heizraum, SV Solevorwärmer, Schl Schleuse, VM Verteilungsmäusche, Ko Kondensat, S Sole, K Kondensator, VP Vakuumpumpe, KP Kühlwasserpumpe, Z Zentrifuge, D Dampf, W Wasser, L Luft, B Brüden

schlagen. Die in den einzelnen Körpern herrschenden Unterdrücke und die Siedetemperaturen der Sole bzw. Mutterlauge sind in nachstehender Zahlentafel beispielsweise angegeben.

	Apparat I	Apparat II	Apparat III
Druck im Apparat.....	585 mm	118,5 mm	39 mm HgS
„ „ „ rund	0,8 ata	0,25 ata	0,05 ata
Siedetemperatur der Sole	102°	72,5°	44,5°
Temperatur im Heizraum	118°	92,0°	64,0°
Temperaturgefälle.....	16°	19,5°	19,5°

Hierzu wird bemerkt, daß in den Apparaten II und III Sole und Mutterlauge verkocht wird. Die Wärme der Kondensate wird zur Vorwärmung der Sole aus

genutzt. Im übrigen wird das Kondensat des ersten Verdampfers — da es vollkommen rein ist — dem Kesselbetrieb wieder als Speisewasser zugeführt, während die anderen Kondensate als Waschwasser u. dgl. Verwendung finden.

### Betrieb der Anlage

Der Betrieb der Anlage wird unter Zugrundelegung der Verhältnisse in Ebensee geschildert. In der Saline Ebensee stehen derzeit drei Gruppen zu je drei Verdampfern in Betrieb. Eine Gruppe arbeitet mit Robert-Apparaten. Zwei Gruppen besitzen Ringheizkörper. Der Heizraum der ersten Körper wird mit Abdampf einer Dampfkraftzentrale gespeist, die Kraft- und Lichtstrom für die eigenen Betriebe und für den Verkauf liefert. Die Spannung des Heizdampfes beträgt normal 0,75 atü. Eine Siede dauert 14 Tage, so daß der Kesselbetrieb nur alle 14 Tage an einem Sonntag ruht. Nach der ersten Woche wird die Sole bzw. Mutterlauge gruppenweise abgelassen, worauf die Verdampfer mit Wasser aufgespeist und zwecks Entfernung der Heizflächenbeläge ausgekocht werden. Ist dies geschehen, so werden die Apparate abermals entleert, hierauf mit Sole aufgespeist und wieder in Betrieb genommen. Die Heizröhren der Robert-Verdampfer müssen alle acht Tage mechanisch mit Preßluftwerkzeugen gereinigt werden. Vor dem „Auslöcher“ werden die Verdampfer abermals ausgekocht. Zur Feststellung von Undichtheiten werden die Heizräume alle 14 Tage mit Wasser von 2 atü abgedrückt. Nach Durchführung etwa notwendiger Instandsetzungen wird der Betrieb an dem, dem „Auslöschsonntag“ folgenden Montag, im Laufe des Vormittags, wieder aufgenommen.

Die Anlage ist eine solche mit geschlossenem Vakuum im Gegensatz zum offenen Vakuum. Bei letzterer erfolgt der Salzaustrag über barometrische Fallrohre, so daß die einzelnen Verdampfer, entsprechend den in den Verdampfräumen herrschenden Vakua, verschieden hoch angeordnet werden müssen, was die Bedienung der Anlage erschwert und sehr große Bauhöhen des Apparatehauses bedingt.

Bei den Anlagen mit geschlossenem Vakuum stehen alle Verdampfer in gleicher Höhe. Jeder Verdampfer besitzt eine Schleuse. Normalerweise ist das Salzablaßventil am unteren Ende der Schleuse geschlossen und der Schieber zwischen Verdampfer und Schleuse offen. Das anfallende Salz sinkt in die Schleuse nieder. Ist sie voll, so wird der obere Schieber geschlossen, die Schleuse belüftet, d. h. das Vakuum in ihr aufgehoben und das Salzablaßventil geöffnet. Die Schleuse entleert sich in einen allen Verdampfern gemeinsamen Schneckenrog, aus dem das Salz durch die Schnecke den Zentrifugen zugebracht wird. Nach Entleerung der Schleusen wird das Ablassventil geschlossen, die Schleuse mit Sole gefüllt und hierauf der Zwischenschieber geöffnet. Anstatt die Schleuse mit Sole zu füllen, kann sie auch evakuiert werden. Jeder Verdampfer besitzt einen Solevorwärmer, in dem die im Innern der Rohre aufsteigende Sole von dem nach unten abfließenden Heizdampf- bzw. Brüdenkondensat aufgewärmt wird. Die Heizfläche eines Robert-Apparats beträgt 110 qm, diejenige eines Ringheizkörpers mit sieben Heizringen ist 130 qm. Die Gesamtanlage produziert je Betriebstag im Durchschnitt 1115 q Siedesalz.

### Brüdenverdichtung

Abb. 3 zeigt dieses Verfahren in einer schematischen Darstellung, die von Oberingenieur R. Peter der Escher-Wyss Maschinenfabriks A. G., Zürich, herrührt. Der Verdampfer besitzt einen Röhrenheizkörper *H*. Die Brüden werden von einem Turbokompressor *TK* aus dem Verdampfraum *V* angesaugt und nach Verdichtung als Heizdampf *D* in den Heizraum *H* gepreßt. Das sich im Röhrenheizkörper bildende Kondensat *Ko<sub>1</sub>* wird in einem Solevorwärmer *SV* zur Aufwärmung der kalten Sole *S* verwendet. Unter dem Heizkörper ist eine Rohrspirale eingebaut, die im Bedarfsfall mit Fremddampf (Zusatzdampf) geheizt wird. Mit Hilfe dieser Spirale kann die Apparatur bei Beginn des Betriebs aufgeheizt und während des Betriebs mit kleinen Mengen Zusatzdampf zur Ausgleichung der Wärmebilanz versehen werden. Die aufgewendete mechanische Energie dient nicht zur Erzeugung der Verdampfungswärme, sondern nur dazu, das Temperaturniveau des Dampfes zu erhöhen.

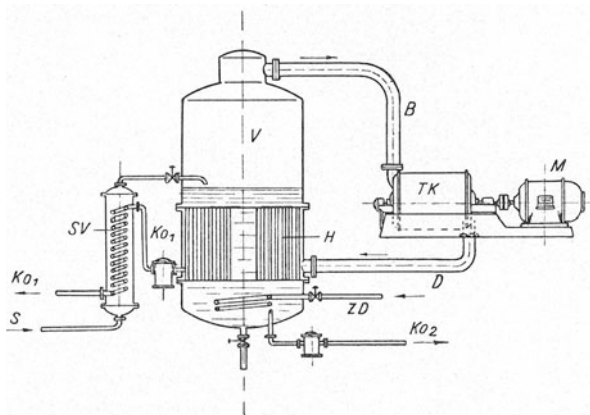


Abb. 3. Schema einer Brüdenverdichtungsanlage mit Turbokompressor

*Ko<sub>1</sub>* Heizdampfkondensat, *Ko<sub>2</sub>* Kondensat aus Zusatzdampf, *V* Verdampfraum, *H* Heizraum, *B* Brüden, *TK* Turbokompressor, *M* Elektromotor, *D* regenerierter Heizdampf, *ZD* Zusatzdampf, *SV* Solevorwärmer, *S* Sole

Rittinger spricht ganz richtig von einem Kreislauf der Wärme. Wie aus dem *i*—*s*-Diagramm leicht zu entnehmen ist, wird der Dampf bei adiabatischer Zustandsänderung durch Drucksteigerung überhitzt, hat aber bei seinem im Heizkörper erfolgenden Übergang in Sattdampf noch immer eine höhere Temperatur als der abgesaugte Brüden Dampf. Das Verhalten des Dampfes bei Kompression läßt sich am besten an einem Beispiel zeigen, das nachstehend tabellarisch angeführt wird und die Brüdenverdichtung von 1 ata auf 2 ata bei adiabatischer Kompression zeigt.

	Temp. C°	Flüssigkeits-	Ver-	Gesamt-	Anmerkung
		wärme	dampfungs-	wärmeinhalt	
kcal/kg					
Sattdampf 1 ata .....	99,1	99,2	539,7	638,9	nach Dampftabelle
Heißdampf durch adiabatische Kompression von 1 ata auf 2 ata ...	165°	—	—	669,0	nach <i>i</i> — <i>s</i> -Diagramm
Sattdampf 2 ata .....	119,6	119,8	526,8	646,6	nach Dampftabelle

Wie ersichtlich, wächst durch die Kompression der Gesamtwärmeinhalt um 30,1 kcal/kg; bei Übergang in Sattdampf von 2 ata gibt der Heißdampf 22,4 kcal/kg ab. Das Temperaturgefälle zwischen Sattdampf von 2 ata und Flüssigkeit von 1 ata beträgt schließlich 20,4° C. Die tatsächlichen Verhältnisse sind etwas anders, weil die Zustandsänderung nicht adiabatisch, sondern polytropisch erfolgt.

Der Erfinder dieses ganz modernen Verfahrens ist der österreichische Berg- und Hüttenmann P. Rittinger. In den Jahren 1856 und 1857 wurden in der Saline Ebensee Versuche durchgeführt. Rittinger verwendete einen durch ein Wasserrad angetriebenen Kolbenkompressor. Die Apparatur war vollkommen richtig berechnet und funktionierte bei der Verdampfung von Wasser und bei der Konzentration nichtgesättigter Sole einwandfrei. Die Versuche mit gesättigter Sole schlugen aber fehl, da sich an den Heizflächen nach zwölfstündiger Betriebszeit sehr starke Gips-Salzkrusten angelegt hatten so daß der Wärmedurchgang fast völlig aufhörte. Der Fehlschlag ist nur darauf zurückzuführen,

daß man damals die Tatsache noch nicht gekannt zu haben scheint, daß gipshaltige Sole zunächst ihren Gips und dann ein Gemenge von Gips und Salz an allen Heizflächen absetzt, deren Temperatur  $100^{\circ}$  erreicht oder übersteigt. Die Siedetemperatur betrug bei diesem Versuch  $113^{\circ}$  C bei einem Druck von 1,36 ata. Der Heizedampf hatte eine Temperatur von  $134^{\circ}$  C bei 2,5 ata. Man kann sich leicht vorstellen, daß der Versuch mißglückte, um so mehr Rittinger gewöhnliche Rohsole und nicht wie heute üblich von Gips gereinigte Sole verwendete.

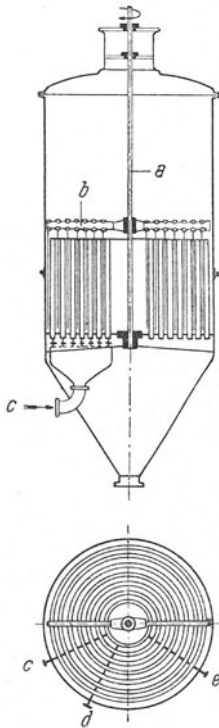


Abb. 4. Verdampfer mit Ringheizkörpern

a Abstreiferwelle,  
b Abstreiferarm,  
c Heizedampf,  
d Kondensat,  
e Entlüftung

Die Anwendung der Brüdenverdichtung für die Salzerzeugung wurde etwa 20 Jahre später unter Ausnutzung hydraulisch erzeugter Energie in der Schweiz von Prof. Piccard wieder aufgenommen. Diese gut arbeitenden, aber wenig leistungsfähigen Anlagen wurden in verschiedenen Salinen, darunter auch in Ebensee, aufgestellt. Einzelne dieser Anlagen stehen auch heute noch im Betrieb.

In den ersten Nachkriegsjahren griff Ing. Wirt den Gedanken der Brüdenkompression neuerdings auf. Er verwendete erstmalig Turbo-kompressoren. Schließlich entschloß sich die Saline Reichenhall, auf Grund der Erfahrung mit einer Versuchsanlage zur Errichtung einer Großanlage mit drei Verdampfern. Die Anlage ist heute mehr als zehn Jahre mit vollem Erfolg in Betrieb. Die Saline Reichenhall verfügt über billige elektrische Energie aus einer eigenen Wasserkraftanlage, was für den wirtschaftlichen Erfolg von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die mit Ringheizkörpern ausgerüsteten Verdampfer werden mit chemisch von Gips gereinigter Sole gespeist. Einen solchen Verdampfer zeigt schematisch Abb. 4.

Der Heizkörper besteht in diesem Fall aus sieben konzentrisch angeordneten Heizringen, d. i. kreisförmigen Hohlkörpern aus Schmiedeeisenblechen, die oben und unten mit Quadrateisen geschlossen sind. Die Zufuhr des Heizedampfes, die Kondensatableitung und die Entlüftung erfolgt durch je einen alle sieben Ringe vereinigenden Anschlußflansch. Der große Vorteil der Ringheizkörper liegt darin, daß sie auch während des Betriebes frei von Inkrustationen gehalten werden können. Die Verdampfer sind zu diesem Zweck mit einer rotierenden Abstreifeinrichtung ausgerüstet, bestehend aus einer vertikalen Welle a mit starken horizontalen Armen b, in die vertikale Kratzerstangen eingesetzt sind. Diese mit vielen federnden Abstreifblechen (Kratzern) versehenen Stangen rotieren zwischen den einzelnen Heizringen, deren Heizflächen von den Kratzern ständig bestrichen und dadurch von Belägen freigehalten werden.

Die Anlage in Reichenhall hat eine Heizfläche von 300 qm und erzeugt in der Stunde 1,8 t Salz. Sie vermag 11 kg Wasser mit 1 PS Verdichterleistung abzdampfen. Die erforderliche Zusatzwärme beträgt 5% der insgesamt notwendigen Verdampfungswärme. Die Brüden werden von 1 ata auf 2 ata verdichtet. Das Temperaturgefälle beträgt  $20^{\circ}$  C.

### Sudpfannen

Von den im Laufe der Zeit entwickelten vielen Pfannenkonstruktionen sollen nur einige erwähnt werden. Die am meisten verwendete Pfanne ist die direkt beheizte, rechteckige Plan- oder Flachpfanne. Die Pfanne besteht aus genieteten oder geschweißten Blechen, deren Stärke für den Pfannboden 7 mm, für Bordbleche 10 mm beträgt. Die Größe der Pfannen ist verschieden und beträgt in neueren Anlagen zumeist  $9 \times 20$  m bzw.  $10 \times 20$  m.

Entweichen die Brüden der Pfanne in die freie Luft, so spricht man von offenen Pfannen. Offene Pfannen sind mit einem Pfannenmantel (Dunsthut) aus Holz abgedeckt, der den Zweck hat, die Brüden zu sammeln und durch einen Dunstkamin ins Freie abzu-

führen. Das Salz wird von Hand aus mit Krücken und Kratzen ausgezogen, wobei der Pfannenmantel auf einer Seite jeweils soweit geöffnet wird, als es der Arbeitsvorgang für den Salzauszug erfordert. Die Brüden werden zur Solevorwärmung in Röhrenvorwärmern oder Vorwärmern anderer Systeme ausgenutzt.

Geschlossene Pfannen haben zumeist kreisrunden Grundriß und sind allseits dicht geschlossene Gefäße, deren Brüden in Dampfpfannen oder Vakuumapparaten weiter verwendet werden. Diese Pfannen müssen daher mechanische Austragvorrichtungen besitzen.

Zu den offenen Pfannen gehören die sog. Rohrdampfpfannen. Es sind dies Planpfannen mit einem System von in die Sole eingesenkten Heizrohren, durch die der Abdampf von geschlossenen Pfannen oder Abdampf anderer Herkunft zirkuliert. Die Pfannen selbst können hier aus Beton bestehen.

Solche Pfannen sind seit Jahrzehnten, bei Verwendung von Abdampf anderer Industrien, insbesondere in den Vereinigten Staaten und in England, in Verwendung. In neuerer Zeit werden sie auch in Deutschland gebaut. Die Rohrdampfpfannen sind verhältnismäßig lang und schmal. So z. B. kann die Länge 13 m, bei einer Breite von 3,3 m und einer Tiefe von 0,7 m betragen. Die Fläche ist demnach nur 43 qm. Die Heizrohren durchziehen die ganze Länge der Pfanne in doppelter Lage, nehmen aber entlang einer Längsseite nur ein Drittel der Pfannenbreite ein. Die Röhren tauchen ganz in die Sole ein. Das Salz wird gewöhnlich wöchentlich nur einmal ausgezogen. Die Leistung dieser Pfanne beträgt in der Woche etwa 8000 kg Salz. In neuerer Zeit werden diese Pfannen auch mit automatischen Ausziehvorrichtungen versehen und erfolgt dann der Salzauszug in kürzeren Intervallen. Diese ganz einfache Bauart hat vielfache Änderungen erfahren, deren Beschreibung zu weit führen würde. Die Soletemperatur beträgt im besten Fall 80° C, liegt aber zumeist tiefer. Die Sole soll möglichst gipsfrei sein. Der Gips setzt sich an den Röhren fest, springt aber von Zeit zu Zeit von selbst ab.

Eine im Deutschen Reich und in der Schweiz häufig anzutreffende Pfannentype ist die sog. Kesselpfanne. Kesselpfannen sind Flammrohrpfannen. Die prinzipielle Anordnung zeigt Abb. 5, die dem Werk: „Siedesalz-Erzeugung“ von Balzberg entnommen wurde. Zweck dieser Pfannenkonstruktion ist die Gipsausscheidung als Schlamm durch Erhitzung der Sole in einem geschlossenen Kessel. Die Solen müssen aber im allgemeinen arm an Nebensalzen sein. In die Planpfanne ist ein durch zwei Flammrohre heizbarer Kessel eingebaut, der oben mit einem Deckel abgeschlossen ist. Die Ränder dieses Deckels liegen 8 bis 10 cm über dem Planpfannenboden. Der Zwischenraum zwischen diesem Boden und dem Deckel bleibt an den Längsseiten der Abdeckung teilweise frei. Durch die entstehenden Schlitzte strömt die im Kessel, „Unterpfanne“ genannt, auf 90° C bis 100° C erwärmte Sole in die Oberpfanne, wo sie verdampft wird. Aus der Abbildung ist ersichtlich, daß die Oberpfanne durch die aus den Flammrohren austretenden Verbrennungsgase geheizt wird. Der Zusatz von frischer Sole erfolgt kontinuierlich.

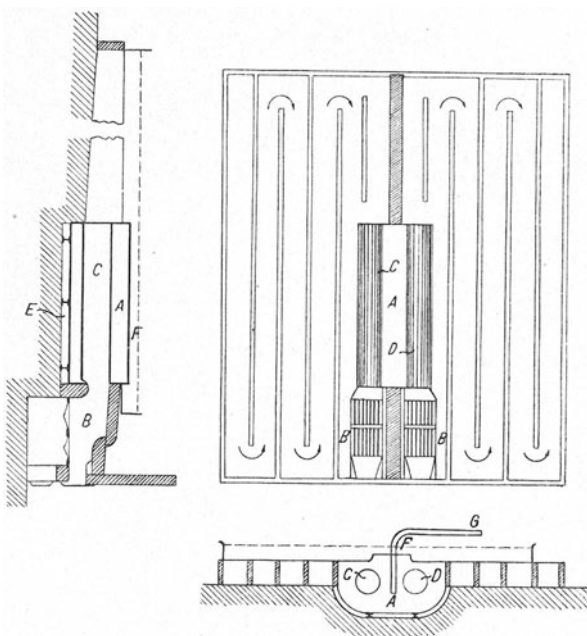


Abb. 5. Flammrohrpfanne (Kesselpfanne)  
A Kessel, B Roste, CD Flammrohre, E Kesselboden,  
F Deckel, G Solezuflußrohr



Auch diese Pfannenkonstruktion hat mannigfache Abänderungen erfahren, die in der Fachliteratur eingehend beschrieben sind. Durch das Erhitzen der Sole wird der größte Teil des Gipses in der Unterpfanne ausgeschieden, ohne daß dabei in dieser Pfanne (Kessel) Salz ausfällt. Der Gips sinkt einerseits als Schlamm nieder und setzt sich andererseits an den Heizflächen (den Außenwandungen der Flammrohre) als dünne Kruste ab, die von Zeit zu Zeit, infolge der Wärmedehnungen, von selbst abspringt. Der Vorteil dieser Pfannentype ist daher stark verminderte Pfannkernbildung, bessere Wärmeübertragung und daher kleinerer Brennstoffaufwand, Schonung der Pfanne und Verlängerung der Betriebsdauer. Infolge Ausscheidung des Gipses im Kessel wird die Pfannkernbildung in der Flachpfanne fast vermieden, so daß man den Betrieb mit Kesselpfannen acht bis zehn Wochen ohne Unterbrechung aufrechterhalten kann, während die Dauer einer Siede bei Flachpfannen zumeist 14 Tage nicht überschreitet. Der Pfannkern erreicht am Ende einer Siede eine Stärke von 5 bis 8 cm. Kesselpfannen sind infolge des glattbleibenden Pfannenbodens besonders gut für mechanische Ausziehvorrichtungen geeignet.

### Salzerzeugung und -verbrauch

Laut „Bericht über die Personal- und Betriebsverhältnisse bei den Österreichischen Salinen im Betriebsjahr 1935“ wurden von den österreichischen Salzsolebergbauen in diesem Jahre rund 6,220.000 hl Sole und 12.500 q Steinsalz erzeugt. Die Sole wird zum Teil direkt an Fabriken verkauft. An Salz wurden rund 96.300 t in den Verschleiß gebracht, hiervon rund 66.300 t Speisesalz. Der Inlandsverbrauch an Speisesalz betrug rund 43.270 t. Der Verbrauch je Kopf der Bevölkerung beträgt daher rund 6,4 kg. Um dem weitverbreiteten Irrtum zu begegnen, daß im Deutschen Reiche verhältnismäßig wenig Sudsalz erzeugt wird, mag angeführt werden, daß nach der „Zeitschrift für praktische Geologie“, Heft 11, vom November 1936, im Rechnungsjahr 1935/36 im Deutschen Reiche rund 538.530 t Sudsalz (dort Siedesalz genannt) erzeugt wurden. Für Genußzwecke wurden im gleichen Zeitraum 486.500 t verbraucht, wovon etwa  $\frac{3}{4}$  Siedesalz waren. Der Salzverbrauch je Kopf der Bevölkerung beträgt daher im Deutschen Reiche rund 7,3 kg

## Die Lagerstätten kristallinen Magnesits und ihre Verteilung im Gebirgsbau der Ostalpen

Von Robert Schwinner, Graz

Mit 1 Textabbildung

Die Lagerstätten der kristallinen Magnesite, welche sich für die Bergwirtschaft der Ostalpenländer so außerordentlich fruchtbar erwiesen haben, sind kaum weniger ergiebig gewesen in der Produktion von Theorien und Hypothesen. Zu untersuchen, was von diesen als erarbeitet und gesichert gelten kann, ist wohl hier der Platz; einerseits wirken sich die Theorien vielfach in der Praxis aus, förderlich oder nicht, andererseits ist die Erfahrung des Bergmanns eine der wichtigsten Grundlagen der theoretischen Forschung.

Will man auf diesem Gebiete nicht ins Uferlose geraten, sondern klare Fragen stellen, um bestimmte Antworten zu erhalten, so muß man sich auf einen ganz bestimmten, genau umgrenzten Gegenstand beschränken, auf homogenes Material: hier also auf die metasomatischen Lagerstätten der sogenannten kristallinen Magnesite (Typus Veitsch nach Redlich).\*) Einzig gewisse Vorkommen von Talk wollen wir unter Vorbehalt fortlaufend mit besprechen, weil sie wirklich mit den Magnesiten eng verknüpft zu sein scheinen, und weil die Mitbesprechung den Gedankengang nicht stört. Die in vielem

\*) Dies ist im folgenden immer gemeint, wenn ohne weiteren Zusatz „Magnesit“ gesagt wird.

ähnlichen Sideritlagerstätten sollen hier beiseitegelassen werden\*) — eben um nicht ins Uferlose zu geraten: Fe ist ein im Gebirgsbau überall vorkommendes Element, und Eisenpat ist eines der häufigsten Fe-Mineralien, er kommt bei allen möglichen Lagerstätten-typen vor. Mg dagegen ist — wenigstens in höherer Konzentration — schon von vornherein auf bestimmte Gesteinsgruppen beschränkt, und Magnesit kann fast als verhältnismäßig seltenes Mineral gelten; ja, der Lagerstättentypus, der hier besprochen werden soll, findet sich nur in einigen Gegenden der Erde, und da, wie in den Ostalpen, auf bestimmte Striche und Lagen beschränkt.

Die geologische Position ist daher ein wichtiges Kennzeichen dieser Lagerstätten-gruppe. Nebenstehend sind diese Magnesite in eine geologische Kartenskizze der Ostalpen eingezeichnet;\*\* das ist die einzige Gruppe der Beobachtungen, die für gesichert und unstrittig gelten kann, soll daher eingehender ausgewertet werden, als meist geschieht. Unsere Magnesite kommen nur in der Zentralzone der Ostalpen, östlich vom Brenner vor. Die Gesteinswelt dieses Gebietes zeigt einen Bau von Sedimenten, meist pelitisch, zum Teil zu Phyllit, Glimmerschiefer, Schiefergneis metamorphosiert, und darin eingeschaltet — also jünger — Serien magmatischen Ursprungs. Diese teilen sich in saure und basische, scharf, ohne Übergang, genetischer Zusammenhang ist un-mittelbar oder auch nur näher nicht nachweisbar. Die ältere Serie ist die basische, Glieder derselben sind vielfach, durch Ablagerung oder Intrusion, in alter Zeit dem Sedimentbau einverleibt worden, und erscheinen, je nach Metamorphose (es kommt vor- und rückschreitende vor) als Diabas, Grünschiefer, Prasinit, Amphibolit, Eklogit, als normale Glieder der Schichtfolgen, seltener als selbständige größere Körper.

Die sauren Magmengesteine\*\*\*) erscheinen dagegen vorwiegend als große Körper, granitische Massive, auch als Gangschwärme (Pegmatite um Zeyring, Millstatt usw.; Porphyrite im Draugebiet, von den Rieserfernern bis zum Bacher usw.) und als Durchträngung des Schichtbaues (Mischgneise der Koralm u. ähnl.). Sie sind im ganzen die jüngeren: aplitische Durchaderung in Amphibolit; das umgekehrte, basisches Gang-gefolge in Granit, fehlt.

Die Magnesite meiden das Gebiet der sauren Magmen, nicht bloß das der Granit-massive selbst, der Gangschwärme und Mischgneise, sondern auch das der typischen von diesen ausgehenden Mineralisationsaureolen, als deren bezeichnendste Vertreter die verschiedenen Abfolgen der Arsenlagerstätten gelten können: nur mit jenen As-Minerali-sationen, die sehr magmenfern gebildet sein müssen, kommt Magnesit in Berührung, und das nicht häufig. Es ist ja von vornherein nicht wahrscheinlich, daß Magmen, die arm an Mg sind, solches in größerem Maßstab abgeben würden. In der Tat, Magnesit-lager werden als Gefolge eines Granits od. ähnl. nirgends beobachtet. Das bestätigt auch unsere Karte. Einzig im Palten-Liesingtale folgt eine Reihe Mg-Lagerstätten auffällig dem Rand des Seckauer Massivs; aber nicht als Teil einer normalen Aureole, dort fehlen die magmanäheren Mineralisationen. Daran könnte die Tektonik schuld sein. Aber dann beweist dieses Zusammentreffen nichts für die Entstehung jener Lagerstätten. Die übrigen

\*) Damit soll kein Vorurteil gefällt werden. Es ist sehr wohl denkbar, daß Magnesit und Siderit, Veitsch und Erzberg genetisch zusammengehören. Aber die Entscheidung darüber kann nur das Endergebnis der Untersuchung sein, darf nicht eingangs vorweg genommen werden.

\*\*) Wie einleitend begründet, sind von der Diskussion alle Vorkommen ausgeschaltet, die stärker vom Normaltypus abweichen: also Magnesite, die mit Salzgesteinen verbunden sind (Typus Hall Redlichs), zu denen vielleicht der vom Kaswassergraben bei Groß-Reifling gehört; jene, die Mg-reichen Gesteinen, fast wie Sekretionsbildungen, anhängen (Typ Greiner), hier vermute ich nach Beobachtungen in Donnersbach auch den sagenhaften Magnesit von Pusterwald; Trens am Brenner, dessen merkwürdige Mineralisation weitere Aufklärung fordert; die sog. „amorphen“ Magnesite; auch — um Weiterungen zu vermeiden — die Magnesite der Ortlergruppe: die Angabe, daß die Schichten, in denen sie liegen, Trias sind, habe ich aus sonstigen Gründen angezweifelt (Geol. Rdschau 20, 354 [1929]).

\*\*\*) Ob es primäre Magmen sind oder — wie modern — Abkömmlinge einer Migmatitfront, macht für unseren Gegenstand nicht aus.

Magnesite, der streichenden Verbreitung nach vier Fünftel aller und der Masse nach vielleicht noch mehr, lassen eine Korrelation ihrer Verbreitung zu den im Alpenbau bekannten saueren Massen\*) überhaupt nicht erkennen.

Die Magnesite liegen ausschließlich in den Gebieten, die durch basischen Magmenzuschuß gekennzeichnet sind. Und zwar scheinen da die Ergüsse wenig auszumachen, weder die alten (Amphibolite) noch die jüngeren. Man wird von den Magnesiten nie weit zu gehen brauchen, um Diabas usw. anzutreffen, aber umgekehrt gibt es weite Gebiete mit reichlich Diabas, ohne Magnesit: Grazer Paläozoikum (ausgenommen Nordrand: Breitenau), Mittelkärnten, Murau, Gurktaler Alpen (ausgenommen Westrand: Turrach—St. Oswald), westliche Kitzbühler usw. Wirklich regelmäßig und eng hängen Magnesit und Serpentin in ihrer Verbreitung zusammen.\*\*\*) Die Obersteirische Magnesitlinie ist von der Enns bis zur Lamming (Nr. 19—6) fortlaufend von Serpentin begleitet (Nr. 25—13). Weiter östlich liegt die Zone basischen Magmas unter den Kalkalpen, nach Zeugnis der dortigen exotischen Vorkommen (Nr. 1—9). Gerade wo diese basische Zone in die Grauwacke einschwenkt (Gabbro der Rothsohlschneid), ist der Magnesit der Veitsch gelegen. Aus den Hohen Tauern ziehen zwei Striche mit Serpentin herzynisch (SO—NW) hinaus: der eine Zederhaus—Gr. Arl—Lend—Embach (Nr. 35—39), die Magnesite von Goldegg bis Fieberbrunn (Nr. 21—26) erscheinen gerade über der streichenden Fortsetzung. Der andere zieht von Heiligenblut über Stubach zu den Gabbro-Serpentinvorkommen südlich von Mittersill, und erscheint wieder in der Wildschönau (Nr. 45—48) — Magnesit ist allerdings hier nicht viel (Nr. 26a). Die Magnesite von Lanersbach und Steinacherjoch (Nr. 27—28) haben in der Nachbarschaft die Serpentine des Reckner und von Matrei (Nr. 60, 61). Nur die Kärntner Magnesitlinie Turrach—Tragail (Nr. 29—33) liegt ziemlich fern von den nächsten Serpentin. Aber hier geht der Serpentin aus Schieferhülle und Altkristallin auch in den hangenden Phyllit (Nr. 41, aber wohl auch Nr. 33, 34). Es kann seinerzeit Serpentin auch im abgetragenen Phyllit, also näher der Magnesitlinie gelegen haben.\*\*\*)

Man kann annehmen, daß Herde basischer Tiefengesteine Mg direkt liefern, Mineralien ihrer Kontaktzonen haben oft beträchtlichen Mg-Gehalt (Spinelle, Cordierit, Phlogopit, gewisse Augite und Hornblenden). Dagegen geben heutige Basaltvulkane Mg an die Umgebung nicht ab, Mg-Mineralien sind in ihren Aushauchungen selten. Ferner muß bei der Serpentinbildung aus Peridotit†) viel Mg-Karbonat ins Wandern kommen.

\*) Man hat versucht, die Gesamtheit der ostalpinen Lagerstätten zu „erklären“ als Aushauchungen eines großen Körpers von sauerem Magma (Andesit nach Petrascheck), der unter den Zentralalpen in ihrer ganzen Erstreckung verborgen läge. Sonst ist davon allerdings nichts zu merken, ja wie man es im Alpenbau unterbringen sollte oder auch nur könnte, fehlt jede Andeutung. Wenn die Striche gleicher Lagerstätten als Zonen gleicher Nähe (oder Ferne) des Magmas angesehen werden sollen, müßte dieser gedachte Intrusivkörper eine eigenartige Form haben oder seine Wirkung müßte merkwürdig variabel sein. „Erklären“ heißt sonst, Unbekanntes mit Bekanntem verbinden!

\*\*) Peridotit ist normal der Rest der Entwicklung eines basischen Magmaherdes, daher als Kern der Gabbro- (Amphibolit-) Masse eingelagert. (Somit muß bei Bestehen einer Korrelation Magnesit-Serpentin auch eine gewisse Korrelation Magnesit-Gabbro aufscheinen.) In Verband mit anderen Gesteinen (Serien) — z. B. Phyllit, Kalkphyllit — kommt er nur offensichtlich anormal, tektonisch. Überhaupt, dieses extreme, schwerste Gestein ist ursprünglich immer Bildung der Tiefe, kommt nur durch spätere Umwälzungen an die Oberfläche. Also erscheint wohl nur ein Teil des Serpentins, der im betreffenden Gebirgsstrich vorhanden ist, an der Oberfläche aufgeschlossen, weitere beträchtliche Massen müssen anschließend in der Tiefe vermutet werden.

\*\*\*) Man vergleiche damit, daß in der Oststeiermark eine Reihe von Talkvorkommen (Magnesit kann nicht gebildet werden, weil dort kein Karbonatmuttergestein zur Verfügung steht) von St. Jakob i. W. bis südlich des Rabenwaldes (Nr. 34, 35) begleitet wird von einem Zug Gabbro und Abkömmlinge, der von Rettenegg bis Fürstenfeld nachgewiesen ist (Nr. 62—65). Bei Vorau liegt Talk neben einem Orthoamphibolitstock. Wo aber die basischen Tiefengesteine fehlen, bei Aspang („Kaolinwerk“), ist dieselbe empfängliche Schicht, der „Leukophyllit“, der sonst in Talk umgewandelt wird, ohne größeren Mg-Gehalt!

†) Durch aufsteigende Säuerlinge, wie sie bei Knittelfeld, Gmünd usw. heute noch vorkommen.

Aber man kann auch die verschiedenen Denkmöglichkeiten offenhalten, daß der Zusammenhang der Magnesite mit basischen Tiefengesteinen entfernter, indirekt zustande käme, indem die granitisierten Gebiete meist Geoantiklinalen, die des basischen Magmaregimes Geosynklinalen waren, sich daher geologisch und geophysikalisch vielfach gegensätzlich verhalten haben.

Die vertikale Verbreitung der Magnesite ist schon weniger klar. Für die obersteirische Grauwackenzone (Nr. 1—19) ist es wahrscheinlich ein und derselbe Kalkhorizont des tieferen Karbon, welcher in Dolomit und dann in Magnesit umgewandelt worden ist. Man darf die Möglichkeit nicht ablehnen, daß es auch bei den anderen derselbe Horizont wäre. Aber meistens nimmt man an, daß wesentlich der Schladminger Schwelle Karbon überhaupt fehle (Ohnesorge, dagegen unsichere Funde aus Mitterberg). Dann läge der Magnesit dort wohl im Devon.\*) Nach der Serie würde dasselbe auch für Lanersbach und Steinacherjoch gelten, für Turrach, St. Oswald und Tragail.\*\*\*) In jedem Fall handelt es sich um das jeweils höchste\*\*\*) vorhandene Karbonatniveau der vorvariskischen Serie.

Volle Horizontbeständigkeit wäre ein starkes Argument für sedimentäre Entstehung, der wirkliche Nachweis: hier Karbon, dort Devon, würde diese Hypothese werfen. Daß immer der jüngste, höchste Kalk- (Dolomit-) Horizont der vorvariskischen Serie in Magnesit umgewandelt ist, kann verschieden gedeutet werden: bei Zufuhr von oben wäre es der erste Ort, wo Mg ausgefällt werden konnte; bei Zufuhr von unten jener, bei dem die Zirkulation umkehrt.

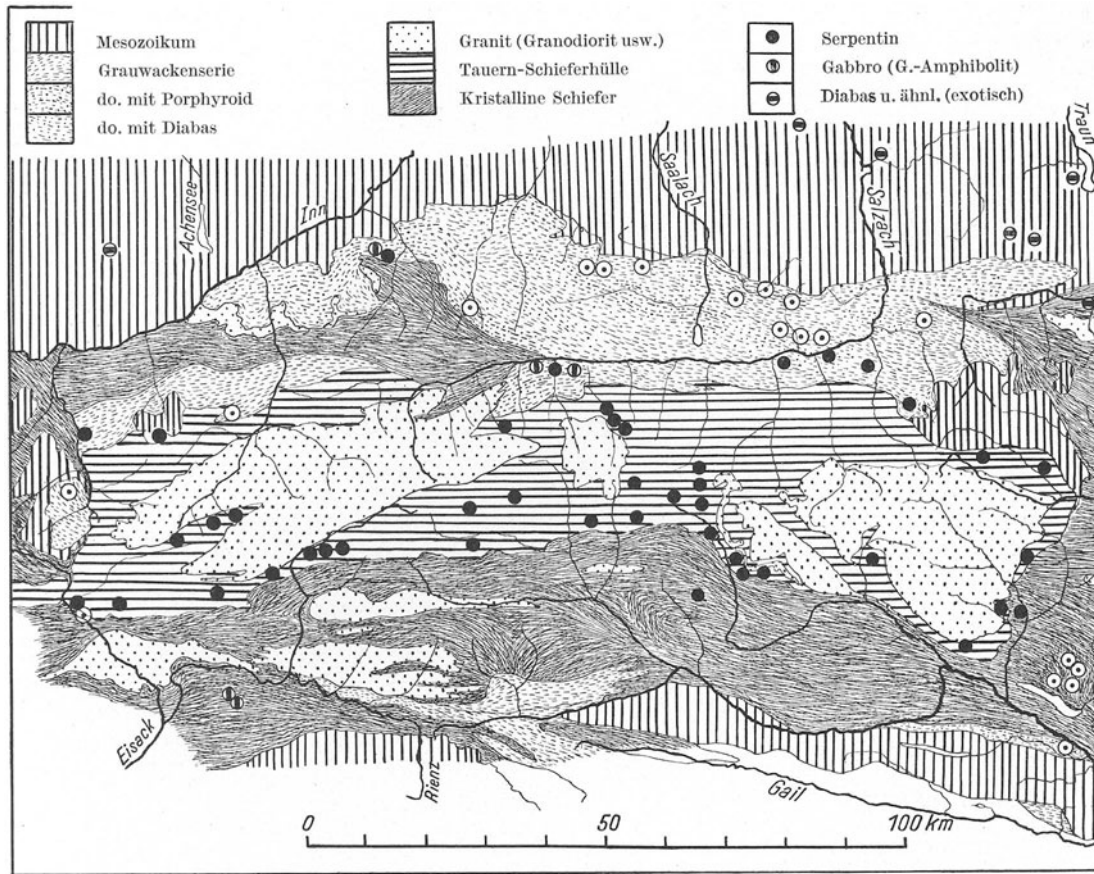
Wohl nicht den geologischen Horizont, in dem die Magnesite liegen, aber den Zeitpunkt der Magnesitbildung könnte man versuchen, aus dem Verhältnis von Kristallisation und Durchbewegung zu erschließen.†) Aber diese sonst so erfolgreiche Methode stößt hier auf besondere Schwierigkeiten. Zwischen den Klötzen von Kalk — Dolomit — Magnesit und den sie begleitenden Tonschiefern und Phylliten ist der Unterschied an Festigkeit sehr groß. Die tektonische Beanspruchung scheint daher oft bloß auf die Schiefer zu wirken, nicht auf das Gefüge der Magnesitstöcke. Am klarsten ist Tragail, wo Linsen von Hausgröße abwärts in scharf steil aufgefalteten Schiefeln stecken. Aber ihre interne — in der Bänderung des Magnesits abgebildete — Schichtung ist ungestört, ganz unabhängig in der Lage von den umhüllenden Schiefeln: der größte Maßstab, in dem ein Sandersches „verlegtes si“ beobachtet wird. Nach dem Gefügebild des Handstückes würde man hier schließen, daß der Magnesit seit seiner Kristallisation eine Gebirgsfaltung nicht mehr mitgemacht hat; das Aufschlußbild zeigt im Gegenteil, daß sein Gefüge fertig kristallisiert war, bevor er als „Einsprengling“ in die Faltung der Schiefer einbezogen worden ist.

\*) Die Angabe von Hayden (Verh. 1936, 134) ist leider durch die sonstigen Konfusionen entwertet.

\*\*) Radenthein wird oft als Altkristallin angegeben. Das Lager ist stark durchbewegt (talkige streichende Schubflächen), und grenzt mit Myloniten an die Glimmerschieferserie; sein Südende, die Linse am Lammersdorferberg und die im Pollandbach (Redlich, Jb. 1935, 133, letzteres Vorkommen war mir nicht bekannt gewesen), bestimmen eine Schubfläche, die den Strukturlinien des Altkristallin nicht folgt, sondern die weitläufige Sigmoide der Amphibolite abschneidet (Schwinnler: Sitzber. Wien, Abt. I, 136, Bd. 1927, 353, Karte). Neben dem Magnesit findet man Kalk und Dolomit, der paläozoischem ähnelt, nicht dem alten Marmor, und der von Redlich hervorgehobene Tremolit ist nicht Faziesmineral des dortigen Altkristallin — wohl aber z. B. vom Rabenwald. Es ist sicher eine fremdbürtige Einschuppung, wahrscheinlich der gleiche paläozoische Horizont wie die Nachbarvorkommen.

\*\*\*) Ganz ähnlich liegt der Talk der Oststeiermark in den untersten Semmeringschiefern, welche — wegen Gehalt an aufgeschlossenem Feldspat — der zur Umwandlung geeignete, höchste Horizont der vorvariskischen Serie sein dürften.

†) Wie ich als erster vorgeschlagen und versucht habe: Ztrbl. Mineral., Geol. Paläont., Abt. B, S. 276/277, 1925.



Karte der Magnesit-

## Erläuterung zur Karte

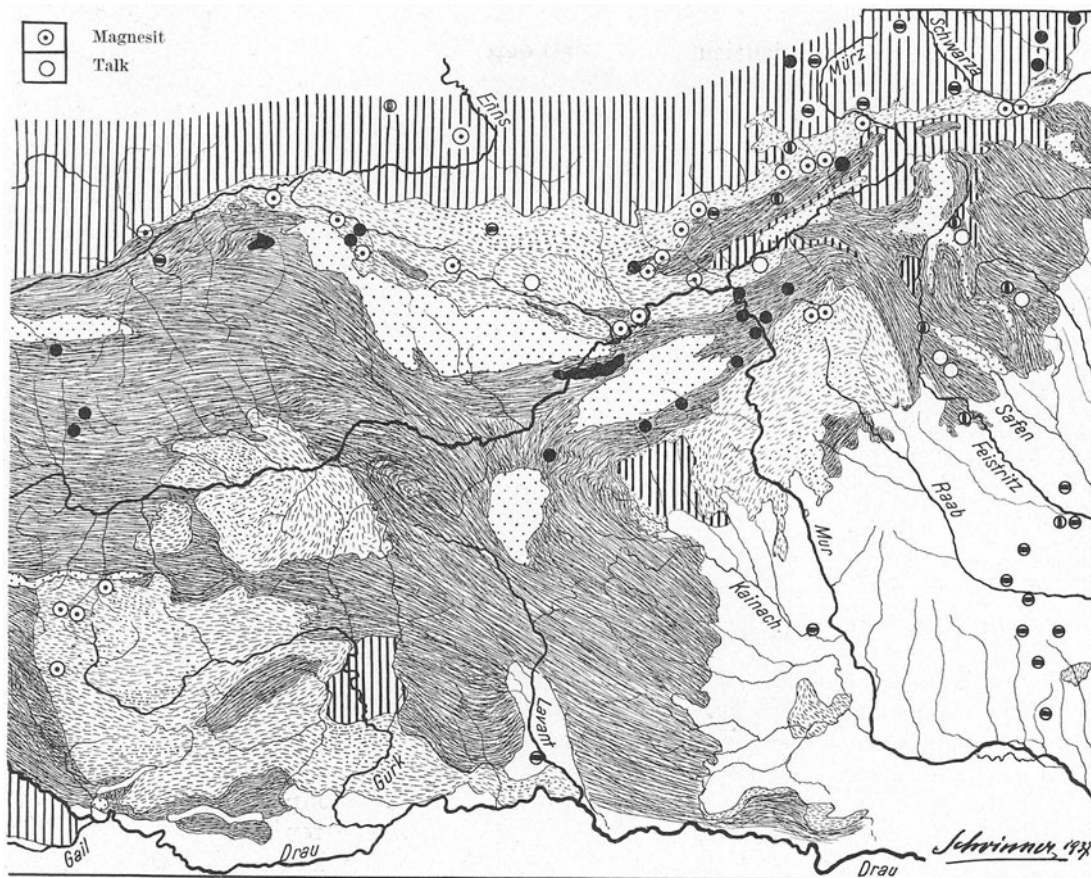
Grundlage der Kartenskizze ist die „Geologische Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete“ von H. Vettors. Die Ausscheidungen sind weitgehend vereinfacht: Mesozoikum (nur die größeren der zentralalpiner Vorkommen); Grauwackenserie, mit Diabas, Porphyroid ausgezeichnet, bei schätzungsweise häufigerem Vorkommen; Granit (Granodiorit, Tonalit usw.); Schieferhülle der Hohen Tauern; Krystalline Schiefer (einschließlich Ennstaler, Brixner, Innsbrucker Phyllit); als Hauptgegenstand:

Magnesit- und Talklagerstätten. (Die einschlägige Literatur zureichend vollständig bei K. A. Redlich. Über einige wenig bekannte Magnesitlagerstätten Österreichs: Jahrb. Geol. Bundesanst. 1935, S. 101.)

1. „Eichberg“ am Semmering, von Hart bei Gloggnitz bis nahe E. St. Klamm, nahezu 4 km streichende Erstreckung, 26 verschiedene Vorkommen.
2. Arzbach, südlich von Neuberg.
3. Veitsch, Sattlerkogel, westwärts anschließend kleinere Vorkommen.
4. Süd von Ort Stübing.
5. West von Bahnhof Aflenz (eine Zeitlang auf Talk gebaut).
6. Nord von St. Kathrein a. d. Lamming, am Lercheck.
7. Südwest von St. Kathrein a. d. Lamming, „Wiesergut“.
8. „ „ „ „ „ „ „ „ „ „Hohenburg“.
9. Kotzgraben bei Oberaich.
10. Sölsnitz, Süd von St. Marein-Mürztal, Talkbau.
11. St. Erhardt—Breitenau.
12. Häuselberg—Leoben.
13. Jassing bei St. Michael.
14. Mautern, Talkbau.
15. Wald.
16. Sunk bei Trieben.
17. Singsdorf bei Rottenmann.
18. Lassing bei Selztal (eine Zeitlang auf Talk gebaut).
19. St. Martin a. d. Enns.
20. Hinterleitner, nördlich von Wagrein.
21. Goldegg-Dienten bis Klingspitz (38 Fundpunkte).
22. Berg Dienten.
23. Entacher, Hintertal.
24. Jezzbachtal bei Alm (Saalfelden).
25. Inschlagalm, Schwarzleotal.
26. Schwarzachtal, Südost von Fieberbrunn.
- 26a. Spießnägels, Gr.-Rettenstein.
27. Wanglalm, Nord von Vd. Lanersbach (Tuxertal).
28. Steinacherjoch.
29. Eisenhut-Westgrat (ober Turrach).
30. Kotalm—Stangalm.
31. St. Oswald bei Kl.-Kirchheim.
32. „Radenthein“: Hauptlager Nordosthang der Millstätter Alpe, kl. Fortsetzungen: Lammersdorferberg, Pollandbach (Ober-Millstatt).
33. Tragail bei Paternion.
34. St. Jakob i. Walde (Oststeiermark). Topfsteinbruch.
35. Rabenwald östl. von Anger, mehrere Talkbrüche.
36. Rottleithner, Löffelgraben (Vorau), Talk.

Basische Gesteine. (Ausgeschieden wurden alle Serpentine, Gabbro (G.-Amphibolit) nur in einigen bemerkenswerten Fällen, alle „exotischen“ Vorkommen am Kalkalpenrand.)

1. Serpentin im Werfener, Höflein (Grünbach, Ost): Kirchbühel, Strelzhof.
2. Serpentin im Werfener, Brucker Gipswerk, Puchberg, Südost.



### und Talklagerstätten

3. Serpentin im Werfener, westlich von Schloß Stixenstein.
4. Diabas im Werfener, Schlagergraben, West von Schwarzau am Gebirge.
5. Diabas im Werfener, 1/2 km West von Frein.
6. Ultrabasisches Gestein im Werfener, 4 km West von Frein.
7. Diabas im Werfener, Sängerkogel, Westseite (Rax, Süd).
8. „ „ „ „ Nord von Alpel, Nord von Neuberg.
9. „ „ „ „ Dohreinbach (Mürzsteg, West).
- 9a. Serpentin, im Troiseckkristallin, östl. von Kl.-Veitsch.
10. Gabbro, Rothsohlschneid, Südseite der Hohen Veitsch.
11. Epidosit, im Troiseckkristallin, Ost-Süd-Ost von Turnau.
12. Diabas im Karbon, östlich von Bahnhof Aflenz-Thörl.
13. Serpentin, Laintal, 3. Dorf (Trofajach, Ost).
14. „ „ „ Bahnhof Bruck a. d. M.
15. „ „ „ Pfaffenberg (Bruck, Süd).
16. „ „ „ Tragöb (Bruck, Süd).
17. „ „ „ Gabraungraben, Süd-West von Rennfeld.
18. „ „ „ Buchecksattel, Ost von Rennfeld.
19. „ „ „ Südseite des Gleinalmkernes: Waldkogel; Wolfsgrube; Ochsenkogel-Brendl (6 Linsen); Kotgraben bei Kl.-Feistritz.
20. Serpentin, Kraubath.
21. „ „ „ St. Lorenzen, Paltental.
22. „ „ „ Lerchkogel, Sunk.
23. Uralitdiabas, Kragelschinken (Teuchensattel usw.).
24. Gabbro im Werfener, Ober-Laussa.
25. Serpentin, Hochgrößen, Oppenberg.
26. Diabas-Durchbruch im Phyllit, Walchen, Öblarn.
27. „ „ „ „ „ Schladming, El.-Werk.
28. „ „ „ im Werfener, Sulzenhals, Süd von Thorstein.
29. „ „ „ „ „ bei Hofpürghütte.
30. „ „ „ „ „ Hallstätter Salzberg.
31. „ „ „ „ „ Scheffau, östlich von Golling.
32. „Silit“, im Werfener, Berchtesgaden.
33. Serpentin, Klafferkessel und Greifenberg, Schladming, Süd.
34. Serpentin, Federweißschartl, Preber und Lessach, Tamsweg, Nord.
35. Serpentin, Zederhaustal (mehrere).
36. „ „ „ Filzmoosalpe, Gr.-Arltal.
37. „ „ „ Ahnstein (Gr.-Arltal).
38. „ „ „ östlich von Lend.
39. „ „ „ Embach.
40. „ „ „ Thorscharte, nördlich von Gmünd.
41. „ „ „ Blaumoosgraben, im Phyllit, nördlich von Gmünd.
42. „ „ „ Radlgraben, westlich von Gmünd.
43. „ „ „ Garglitzengrat, ober Pusarnitz.
44. „ „ „ Mallnitz.
45. „ „ „ Heiligenblut und Glocknergruppe (viele).
46. „ „ „ Stubachtal.
47. „ „ „ und Gabbro-Amphibolit, in und beiderseits des untersten Velbertales.
48. Serpentin und Gabbro, Wildschönau.
49. „ „ „ Habachtal.
50. Diabas?, Ladizjochl, Karwendel.
51. Serpentin, Petzeck, Schobergruppe.
52. „ „ „ Bergertörl.
53. „ „ „ Kals-Matreier Törl.
54. „ „ „ Eichham.
55. „ „ „ Isltzfall.
56. „ „ „ Gösleswand.
57. „ „ „ Durreckzug (mehrere).
58. „ „ „ Speikboden bis Schloß Sprechenstein (mehrere).
59. „ „ „ Greinerzunge (Ochsner, Greiner, Pfitscherjoch).
60. „ „ „ Reckner (Tarntaler).
61. „ „ „ Matrei am Brenner.
62. Gabbro-Amphibolit, Süd von Rettenegg.
63. Flasergabbro, Birkfeld (mehrere).
64. „ „ „ St. Johann-Herberstein (mehrere).
65. „ „ „ im Basaltuff, Fürstenfeld.
66. Gabbro-Amphibolit, Stiftshügel, Vorau.

Ferner, daß man grob-mechanische Beeinflussung des Gefüges der Magnesite so selten feststellen kann, kommt vielleicht daher, daß deren Kristalle unter Umständen, ähnlich wie die anderen Karbonate, die Fähigkeit haben, gebrochene Körner zu regenerieren. Solche findet man nämlich selbst in Magnesitgefügen nicht oder selten, die man dem Gefühl nach für verknäuelte, gestört halten möchte. Dabei spielt auch der oft, beinahe regelmäßig anwesende Talk mit: seine Blätter nehmen die dem Gefüge aufgezwungenen Schiebungen auf, und vermindern dadurch die Beanspruchungen der Magnesitkörner.\*)

Schließlich, das Gefügestudium hilft nur weiter, wenn über die tektonischen Vorgänge, zu welchen das Gefüge in Korrelation gesetzt werden soll, Klarheit besteht. In der Grauwackenzone, wo die Dislokationen verschiedener (variskischer und alpidischer) Faltungen kaum zu sondern sind, kann man eindeutige Ergebnisse nicht erwarten. In St. Erhard ist ein Bänderdolomit (wie Schöckelkalk durch Auswalzung gefalteter Schichten entstanden) durch ein Magnesitgefüge abgebildet, das weitere Umformung im allgemeinen nicht erlitten hat. Nachkristalline Bewegungen sind am Rand des Stockes zu merken. Im Innern findet man hie und da submeridionale Scherflächen, die mit talkigem Harnisch die Kristalle zerschneiden. Da die alpidische Faltung hier nur zu germanotypen Formen geführt hat, erscheint als ihr einziges Äquivalent im Gefüge diese Zerdrückung, Zerschierung. (Bei solcher homogener Beanspruchung tritt der Unterschied zwischen Schiefer und Magnesit weniger hervor als bei der Faltung.) Bei Turrach ist die Bankung grob (Wandeln ober der Kotalm), wohl Schichtung, nicht die Feinbänderung einer vormagnesitischen Faltung, wie in St. Erhard. In die Falten des Phyllitstockwerkes sind die Klötze eingewickelt worden, wieder ohne daß man davon was im Gefüge merkt. Nur in der kleinen Magnesitlinse am Eisenhutwestkamm schneiden wieder Scherflächen durch Magnesit und „Roßzähne“: diese liegt nah an einer der meridionalen Querstörungen (Turrach — Turracher See), auf welche sich die alpidische Tektonik hier beschränkt. Die Karbonplatte ist in die Faltung des Phyllitstockwerkes nichteinbezogen. Da sie Pflanzen des Oberen Westfal führt, fällt die Phyllitfaltung in die sudetische oder erzgebirgische Phase. Die Bildung des Magnesits ist hier älter. Höchstwahrscheinlich sind die anderen Vorkommen gleichzeitig gebildet. Da nach den neuen Fossilfunden in der Grauwackenzone die betreffenden Schichten erst im untern Karbon abgelagert worden sind, ist die Magnesitbildung auf ein kleines Intervall festgelegt.

Zwecks der eingangs geforderten Homogenität behandeln wir hier einzig die Bildung des Magnesits. Quarz mit Sulfiden — sonst viel beredet — gehört nicht zum regelmäßigen Bestand unserer Magnesitlager. Davon sind frei: Breitenau, Wald, Sunk, Fieberbrunn, Lanersbach, Steinacherjoch, St. Oswald, Radenthein, Tragail und wohl auch Turrach (Kot- und Stangalm).\*\*) Dieser jüngere Vererzungsvorgang hat also nur einen verhältnismäßig kleinen Teil der Magnesitlager betroffen. Er ist nicht bloß zeitlich, sondern auch räumlich scharf abzusondern. So bilden Semmering—Veitsch—St. Martin (in letzterem fällt die Verquarzung von weitem auf) einen besonderen Hof,\*\*\*) dessen Hauptbereich und Herd weiter nördlich, unter den Kalkalpen zu liegen scheint.

\*) Kieslinger bezeichnete den Talk als dynamometamorphes Äquivalent des Magnesits (also der „Deformationsverglimmerung“). Dagegen spricht die stoffliche Verschiedenheit. Aber etwas Talk dürfte immer da sein, als runde Nester und Nüsse (Lanersbach), oder als Schichten (Wald), wo gerade  $\text{SiO}_2$  da war. Aber wenn der Talk auch nicht durch mechanische Einwirkung gebildet wird, bei Durchbewegung wird er ausgeschmiert und fällt dann auf.

\*\*) Der sog. Kupferbau liegt weit vom Magnesit, das Fahlerz ober der Kotalm zwar nah, aber in einer anderen Bank.

\*\*\*) Nebenbei bemerkt entspricht das auch der Verbreitung des Porphyroids. Nicht daß dieses, das viel älter ist, das Erz gebracht hätte, aber es kennzeichnet die Tendenz der magmatischen Entwicklung. Dagegen dürfte in Kärnten der Porphyritschwarm der Rieserfernersippe mit der begleitenden Sulfidvererzung wirklich ursächlich zusammenhängen.



In allen Lagerstätten, die nicht oder wenig gestört sind, erscheint als Muttergestein des Magnesits zweifellos ein grauer bis graublauer feinkörniger Dolomit; Kalk kommt mit Magnesit normal nicht in Berührung, selbst in den stärkst gestörten Lagern gelingt es meist, ein Schiefermittel dazwischen zu finden. Es sind nämlich Kalk—Dolomit, Dolomit—Magnesit nebeneinander als Bodenkörper in einer und derselben konzentrierten Lösung bestandfähig, nicht aber Kalk—Magnesit. So bilden sich im Gefüge der Magnesitkristalle, gleichzeitig und gleichartig mit diesen, die großen weißen Dolomitkristalle („Roßzähne“). Aber der Mutterdolomit war zuerst fest, gebankt und geklüftet, eben dann erst begann der Magnesit über diese Absonderungsfugen einzuwandern und den Dolomit aufzufressen (am schönsten ober der Kotalm). Demnach ist gleichzeitiger Absatz nicht wahrscheinlich: wo und wie hätte das Magnesiakarbonat während der Verfestigung des Dolomits deponiert bleiben sollen, und warum wäre es dann auf einmal zu dem metasomatisierenden Angriff aktiviert worden? Der Grundsatz des physikalisch-chemischen Gleichgewichtes erlaubt auch eine andere Vorstellung: nur wo die Mg-führende Lösung auf älteren Dolomit traf, konnte Magnesit entstehen; wo sie auf Kalk traf, konnten nur analoge metasomatische Dolomitbildungen sich ergeben, wie sie ja wirklich auch beobachtet werden (Tragail, Maishofen — Hammer usw.). Solche Bildungen sind allerdings nicht gar zu häufig, nach einer Art prästablierter Harmonie scheint sich die spätere Mg-Zufuhr im allgemeinen an den Bereich gehalten zu haben, wo die frühere Sedimentation schon Dolomit geliefert hatte.\*) Immerhin könnte man nach dem Grundsatz der Konsequenz dafür eine Erklärung zu finden versuchen.

Der Mutterdolomit ist wohl als zusammenhängende Schicht, in Mächtigkeit höchstens allmählich schwankend, abgelagert worden. Der Magnesit findet sich selten in Schichtplatten, die im Streichen länger anhalten, meist in gedrungenen Klötzen, Linsen, Blöcken jeder Größe durch die Schiefer verstreut.\*\*\*) Einzig allein durch die Tektonik kann das nicht genügend erklärt werden. Durch Schiebung in s kann wohl eine in Schiefeln liegende feste Platte in eine Perlschnur von Linsen zerrissen werden, wie die berühmten Belemniten im Bündner Schiefer! Dann kann die Mächtigkeit der Linsen nicht größer sein als die ursprüngliche dieser Platte. Hätte der Mutterdolomit aber ursprünglich Mächtigkeiten gehabt wie manche Magnesitstöcke (Sattlerkogel, Breitenau, Sunk usw.), so muß man doch fragen, wo das hingekommen ist?\*\*\*) Daß dieselbe Bank an der einen Stelle ausgedünnt, an der anderen zusammengeknäuelte wird, ist im Gegenteil nur bei faltender Zusammenstauchung denkbar — das gibt im ganzen ein anderes Bild als die Linsen der Grauwackenzone. In der Struktur der Stöcke ist — wie schon erwähnt — weder von Ausdünnung (*étirage*) noch von Zusammenstauchung etwas festzustellen, Bewegungsspuren finden sich meist nur außen, wie an starren Einsprenglingen, die sich in zähem Mittel bewegt haben.

Nach einer anderen Annahme†) würde von der ursprünglichen Dolomitplatte durch Lösung mehr Kalk- als Magnesiakarbonat entfernt: die Bildung des Magnesits durch „Eklektogenese“ erfolge unter starkem Volumverlust, der sich aber nicht gleichmäßig verteilt, und die Bank überall dünner macht. Sondern, entsprechend der Zirkulation, bilden sich Löcher, der Belastungs- oder orogenische Druck preßt die Schiefer in diese hinein, die Bank zerfällt in Stücke. Die Schwierigkeit mit der Anfangs-

\*) Wie eine solche Dolomitablagerung entsteht, ist zwar eigentlich auch ein Problem, aber diese Frage wirft man gewöhnlich nicht auf.

\*\*) In den betreffenden Gegenden (Grauwackenzone, Turrach usw.) kommen übrigens auch Dolomite, und sogar auch Kalke — ohne Magnesit oder sonstige Vererzung — in dieser Form vor.

\*\*\*) Clar (Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien 1931, S. 396) meint, daß die Teile der Bank, die Kalk und Kalkschiefer, daher gleitfähig geblieben, bei tektonischer Beanspruchung aus dem Verband mit dem sperrig gewordenen Magnesitstock gelöst „und abgeschleppt“ würden — wohin? Übrigens, neben Magnesit liegt normal nicht Kalk oder gar Kalkschiefer, sondern — selbst in der Breitenau, an die Clar denkt — Dolomit, der ebenfalls unbildsam ist.

†) Mohr H.: Min. Petr. Mitt., 38, 154 (1925).



mächtigkeit ist da noch ärger als bei der nurtektonischen Erklärung. Unmittelbare Beobachtung spricht dagegen: In den Wandeln ober der Kotalm gehen die Bänke, soweit noch unterscheidbar, gleichmäßig durch: Die Ersetzung des Mutterdolomits durch Magnesitkristallgefüge, die von Klüften, besonders aber von den Schichtlassen her — mehr oder weniger weit — vordringen, verursacht keine merkliche Volumänderung. Über dem Kamm, auf der Fläche der Stangalm, zerfällt dieser Zug in Linsen; die ersten sind Magnesit, die weiteren Dolomit, alle weniger mächtig als der Magnesitklotz am Grat, der Rotkofel: das paßt nicht zur Eklektogenese, eher noch zur *étirage*, die aber drüben auf der Kotalm wieder nicht anwendbar ist!

Die einfachste Vorstellung ist, daß die erste Phase der variskischen Faltung die Platte des Dolomits, die ja im Schichtstoß oben lag, in den Bereich der Erosion brachte. Sie mag dabei gewellt, zerstückelt, stellenweise auch zu großen Mächtigkeiten zusammengestaucht worden sein. (Vormagnesitische Tektonik in St. Erhard, s. o. S. 212, und Clar, l. c. S. 394). Was höher aufragte, wurde abgetragen, die zweite Phase der variskischen Faltung fand davon nur mehr Klippen, vereinzelt in den Schiefen steckend, ein Bild, wie aus jungen Falten (Mittelmeer: Sizilien, Kreta, Zypern usw.) wohl bekannt.

Die Magnesitbildung, die metasomatische Ersetzung von Dolomit durch Magnesit, muß zwischen diesen zwei Faltungen stattgefunden haben. So wie die Stöcke und Linsen durch die zweite Faltung in undurchlässige Schiefer eingewickelt worden sind, ist Zu- und Abfuhr großer Stoffmengen (überdies durch Lösungen geringer Konzentration), wie die Metasomatose verlangt, nicht möglich. Es ist auch kein Anzeichen solcher Vorgänge beobachtet: der Magnesit bildet keine Gänge, keine „Schiefererze“, nicht einmal Verfärbung, Bleichung oder Veränderung, wie sonst bei Vererzung gebräuchlich, ist an den Hüllschiefern zu merken. Wie azzendente Erzzufuhr unter den gegebenen Verhältnissen aussieht, hat man bei Turrach am Zinnober der Koralm ein gutes Gegenbeispiel bei der Hand; ebenso für allgemeine Diffusion, Durchtränkung der Schiefer in den Kalkphyllitserien (Hohe Tauern, Unterengadin, Rechnitzer Insel).\*) Einer deszendente Stoffzufuhr müssen dagegen damals jene Klippen zugänglich gewesen sein.\*\*\*) Es ist auch kein Zufall, daß gerade zu diesem Zeitpunkt die Mg-Zufuhr einsetzte. Es war dieselbe erste der variskischen Orogenesen, die zur Zerstückelung der Dolomitplatte geführt hatte, welche auch die alten basischen Magmenherde neu aktiviert, die Umwandlung Peridotit—Serpentin in Gang gebracht hat (Wirkung neuen Magmenaufstieges). Ein Teil des geförderten Mg — vermutlich Karbonat — mag mit fließendem Wasser gleich abtransportiert, in diesem und in See und Meer bis zur Unwirksamkeit verdünnt worden sein; ein beträchtlicher Teil ging aber ins Grundwasser über, wo eher achtbare Konzentration erreicht werden konnte, und wurde mit diesem gerade gegen die Depressionen zugeführt, in welchen Teile der Dolomitplatte der Abtragung entgangen waren.

\*) Die Kalkphyllitserien stellen in jedem Fall uns eine heikle Frage. Basische Gesteine, besonders Serpentin in Menge — also Mg-Zufuhr — umwandlungsfähiges Karbonatgestein und doch kein Magnesit! Da wären drei Erklärungen möglich:

1. Der Kalkphyllit wäre jünger als die Mg-Ausstrahlung.
2. Der Kalkphyllit — gleich, welchen Alters — wäre damals fern gelegen und erst später an die Serpentine herangeschoben worden.
3. In der allgemeinen Überflutung der Schieferhülle usw. mit Kalk (manches ist ja sedimentäre Kalkschicht, das meiste aber mit Kalk *lit par lit* durchtränkter Tonschiefer und solche Tränkung geht bis in den Zentralgranit!) wäre jene Mg-Zufuhr wirkungslos untergegangen — wie im Kalkphyllit Lagerstätten überhaupt ja fehlen: gegenüber der Kalkdurchtränkung konnten andere Stoffe, deren Zufuhr nicht gefehlt haben mag, wirksame Konzentration nicht erreichen.

\*\*\*) Zufälligkeiten — ob aufgeschlossen oder etwa schon ganz eingewickelt — erklären gewisse Unregelmäßigkeiten, z. B. ist im Turracher Phyllit magnesitführender Dolomit und reiner Kalk nah nebeneinander eingewickelt zu finden.

## Der Breitpfeiler- oder Strebbau in den Lignitflözen des Hausruckes

Von Ing. Arthur Wieden, Ampflwang, O.-Ö.

Mit 2 Textabbildungen

Die autochthone Flözablagerung des Hausruckes ruht auf dem Schlier bzw. Schliermergel in Form einer nahezu horizontalen Platte und ist von pliozänen Quarzschotter von verschiedener Mächtigkeit bis zu einem Maximum von 240 m überlagert.

Die Kohlen- und Tegelformation ist verschieden mächtig und ihre Zusammensetzung wechselnd. Einmal überwiegen die Kohlenflöze und sind als Liegend, wie auch als Oberflöze bauwürdig, anderwärts überwiegen die Tegelbänke und ist nur das Liegendflöz bauwürdig.

Charakteristisch ist, daß die Ausbißränder der Kohlenformation unter gleichzeitigem Auskeilen immer ansteigen. Es ist daher anzunehmen, daß die Kohlenformation die Unterlagsplatte für die stehengebliebenen Schotterrücken bildete und die Hänge des Hausruckes in den ansteigenden Rändern der Kohlen-Tegelformation ihre Widerlager gefunden haben. Die Schotterdecke wurde in jungpliozäner und diluvialer Zeit durch die strahlenförmig auseinanderlaufenden Täler zerschnitten. In den Haupttälern reicht die Erosion unter die Kohlen-Tegelformation bis tief in den Schlier herab.

Die Flöze liegen also über der Sohle der Haupttäler und werden von diesen aus stollenmäßig erschlossen.

Die Schotter fanden in der Kohlen-Tegelformation eine wasserundurchlässige Schicht, so daß sie unmittelbar oberhalb derselben wasserführend wurden. Die wasserführende Schicht und damit der Kohlenausbiß ist obertags an den Versumpfungen und den Überfallsquellen sofort erkennbar.

Die Wasseransammlungen werden durch die stellenweise trogförmige Ausbildung der Kohlen-Tegelformation begünstigt. Sie treten entweder linsenförmig abgegrenzt auf oder reichen über weitere Flächen hinweg. Die höheren Regionen der Schotter, welche trocken und auch zum Teil konglomeriert sind, sitzen auf den wasserdurchtränkten Schotter-schichten auf. Obwohl die oberen Schottermassen in sich ein gewisses Maß von Gebirgsspannung haben, ist diese für die Flözunterlage wirkungslos. Es schwimmt gleichsam ein verhältnismäßig starkes Gebirgsmassiv auf einer breiigen Masse, wodurch sich nun das Gewicht der ganzen Überlagerung auf die Flözformation überträgt.

Ist die Überlagerung trocken und kompakt, so wird ihre deformierende Wirkung auf eine freigewordene Fläche oder einen Hohlraum im Flöz gering sein und mit dem Zunehmen der Überlagerung noch geringer werden, weil sich die Gebirgsspannung und die innere Reibung vergrößert. Sie wächst aber mit der Überlagerung, wenn diese in ihrem Zusammenhang gelockert ist, wie es bei Wasserdurchtränkung eintritt.

Lockerungen der Überlagerung kommen aber auch dann zustande, wenn die Schotter einer Berglehne auf einer wasserundurchlässigen Unterlage ruhen, welche zum Tal geneigt ist. An solchen Stellen, welche im Hausruck noch vereinzelt zu finden sind, treten Berg-rutschungen auf, die sich natürlich auf eine benachbarte Grube sehr ungünstig auswirken müssen.

Für die Gebirgsspannung und damit für den Druck in der Grube spielt nicht nur die Mächtigkeit der Überlagerung eine Rolle, sondern auch ihre dimensionale Gleichmäßigkeit. Eine auf ein weites Flächenmaß ausgedehnte, gleichmäßig abgelagerte Schotterdecke wird sich jedenfalls auf Grubenbaue viel günstiger auswirken, als eine durch viele Taleinschnitte zerrissene Überlagerung.

Es konnte an genügend Beispielen die Erfahrung gemacht werden, daß der Druck dort am größten ist, wo sich das Obertagsterrain rasch ändert (Steilhänge).

Diese Einleitung war zu dem zur Diskussion stehenden Thema des Breitpfeilerbaues unbedingt notwendig, weil der Breitpfeilerbau weniger als Rationalisierungs-

maßnahme eingeführt, sondern durch die Druckverhältnisse erzwungen wurde und die Druckverhältnisse wiederum mit dem Gebirgsaufbau in innigem Zusammenhang stehen.

In den 150 Jahren, in welchen der Bergbau im Hausruck umgeht, hat sich allmählich eine Auffahrungs- und Abbaumethode entwickelt, welche bis zu Kriegsende fast ausnahmslos in allen Gruben beibehalten wurde. Das Flöz wird mit einem Quadratnetz von Strecken erschlossen und vom Rand des Vorkommens mittels Bruchbau heimwärts gebaut. Dabei werden die von der Auffahrung her bestehenden Pfeiler von 50 m Seitenlänge in kleinere Pfeiler von 4 bis 5 m Breite geteilt, so daß die Zubaustrecken im etwa vorhandenen Gefälle liegen und so die gefüllten Hunde leicht abbefördert werden können und die im Abbau zusitzenden Wasser abfließen. Eine solche Abbaufigur ist normal nur mit 2 Mann belegt. Die Gewinnung geschieht nur mit Handwerkzeugen bei einer Mächtigkeit bis zu 2,50 m gleich in der Ausweitung, bei größerer Mächtigkeit und entsprechenden Absichten wird ein Teil der Kohle angezimmert und nach entsprechender Ausweitung niedergelassen (sog. Firstenrauben).

Diese Abbaue werden in Staffelform hintereinandergereiht, wobei ein Abstand der einzelnen Abbaue von 10 bis 20 m eingehalten wird. Der Abstand richtet sich so ein, daß der alte Mann des zu Bruche geworfenen Abbaues festgepreßt ist, bis der nächste Abbau an dieser Stelle folgt. Das Zubruchegehen des Abbaues erfolgt, wenn die Ausweitung 6 bis 10 m erreicht hat und soll in dem Maße vor sich gehen, als die Ausweitung des Pfeilers fortschreitet. Oft läßt sich aber die Grenze für das Zubruchegehen nicht halten und die Firste verbricht bis zum Stoß.

Da das unmittelbare Hangende bestenfalls durch eine Tegelpatte verkörpert wird, die sich nicht anzimmern läßt und darüber dann Schotter kommt, muß bei allen Abbauen eine mindestens 20 cm starke Kohlenfirste angezimmert werden, die beim Zubruchegehen des Abbaues größtenteils verlorenght.

Die Bewetterung der Abbaue geschieht durch Diffusion, welche zur zweimännischen Belegung ausreicht.

Der Verhieb mittels Schmalpfeiler, der vor allem den Nachteil vieler Vorrichtungstrecken hat, ist dort anzuwenden, wo die Mächtigkeit der Überlagerung nicht zu groß ist und wo dieselbe bei bereits kleineren freien Flächen „klar“ verbricht oder den Hohlraum schnell verrollt.

Zum Großteil lassen die Gruben den Schmalpfeiler zu, wenn auch mitunter mit Schwierigkeiten. Unsere „Altvorderen“ müssen aber auch auf Flözteile gestoßen sein, die sie einerseits mangels technischer Einrichtungen (Wasserhaltung und Wetterführung), andererseits aber auch wegen der Druckverhältnisse nicht meistern konnten, weil Flöze, durch alte Karten bekannt, in neuerer Zeit wieder erschlossen, stehen gelassen wurden, obwohl an ihrer Bauwürdigkeit nicht zu zweifeln ist und war. Bei der damaligen Wertlosigkeit und dem Überfluß an Substanz ist man dem Druck einfach ausgewichen.

Eines der ausgedehntesten Flözvorkommen der W. T. im Göbelbergmassiv nächst Ampflwang hat bereits beim Aufschluß in den Strecken derartigen Druck gezeigt, daß an eine Pfeilerteilung in vorher beschriebener Form nicht zu denken war. Diese Zwangslage führte zu dem Versuch, breite Pfeiler in Angriff zu nehmen. Da die Kohlen-Tegel-formation ungefähr 20 m stark ist, davon aber nur das Liegendflöz in einer maximalen Mächtigkeit von 3,0 m in einer Ausweitung zu gewinnen ist, waren für die schwierige Aufgabe wenigstens günstige Voraussetzungen gegeben.

Man mußte annehmen, daß bei einem eventuellen Niedergehen der Firste die mächtigen Tegelbänke mit einigen schwachen Oberflözen ein Durchdringen der nassen Schotter nicht zulassen werden und es zu einem durch Verschlemmung gefahrbringenden Verbruch gar nicht kommt.

Betrachtet man die Verhältnisse in einem Schnitte durch den Abbau senkrecht zum

Stoß, so stellt uns die zwischen Hohlraum und Schotter gelegene Kohlen-Tegelformation einen einseitig eingespannten Balken vor, der der Einfachheit halber vorerst als durch den Schotter gleichmäßig belastet angesehen wird (Abb. 1).

Im Gebirgszusammenhang sind den Tegel- und Kohlschichten elastische Eigenschaften bis zu einem gewissen Grad zuzuschreiben. Die auf Biegung beanspruchte Firste senkt sich allmählich auf das Liegende nieder. Berührt nun die Firste das Liegende eher, als ihre Bruchgrenze überschritten wird, so ist der Idealfall gegeben, daß es zu keinem Verbruch kommen kann, sondern der Abbau „wächst rückwärts in dem Maße zu“, als die Ausweitung fortschreitet. Das eine Auflager der Firste, der Abbaustoß, erleidet dabei eine derartige Kantenpressung, daß die Kohle in senkrechten Schollen abgesprengt wird, was wir mit Gewinnungsdruck bezeichnen.

In Wirklichkeit sind die Verhältnisse etwas komplizierter, als sie eben betrachtet wurden. Die Belastung wäre, wie vorher angenommen, dann gleichmäßig, wenn der Schotter frei lagern würde und durch die Gebirgspressung und innere Reibung nicht mehr oder weniger selbsttragend wäre. Sein Gewicht kommt erst dann zur Geltung, wenn er nachsitzen kann. Selbst während des Setzens spielt die innere Reibung noch eine hemmende Rolle. Die biegende Belastung durch den Schotter wird erst dann wirksam, wenn er Bewegungsfreiheit erlangt. Bewegungsfreiheit gewinnt er infolge der Gebirgspressung und inneren Reibung erst nach und nach und so wird die Deformierung der tragenden Decke erst nach einer gewissen Zeit eintreten. Schreitet nun die Ausweitung im Pfeiler rascher vorwärts, als die Deformation der tragenden Decke, so ist für die Gewinnung die genügende Sicherheit geboten.

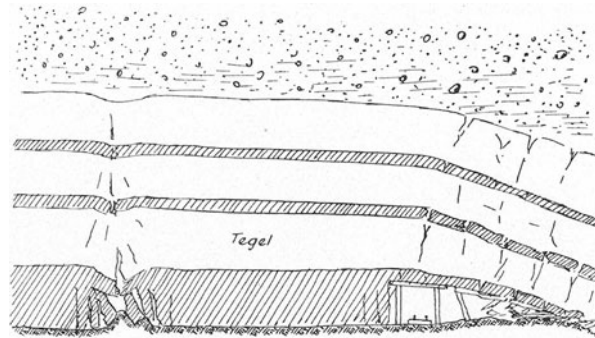


Abb. 1. Schnitt durch den Pfeiler

Wir haben bis jetzt die Tegel-Flözformation als eingespannten Balken oder tragende Decke angenommen. Auch das ist nicht ganz richtig, denn ihre Festigkeit ist so gering, daß sie sich bei größerer Ausweitung selbst nicht zu tragen vermöchte. Die ihr zugeordnete Eigenschaft besitzt sie nur hinsichtlich des Abhaltens von rollendem Schotter (evtl. Wasser) infolge ihrer dichten Beschaffenheit. Wenn wir sie als „tragend“ bezeichnet haben, so ist dies so aufzufassen, daß sie infolge ihrer Kompaktheit und sehr großen inneren Reibung viel länger braucht, um sich aus ihrem Verband zu lockern, als die Überlagerung. Um das Gefüge durch innere Reibung möglichst lange aufrecht zu erhalten, ist ausgiebige Zimmerung notwendig, die fallweise bei der Gefahr des Loslösens der unteren Schichten sogar durch Holzkastenpfeiler verstärkt werden muß.

Die in einem Schnitt durch den Abbau geführte Betrachtung muß natürlich für beliebig viele Schnitte gelten, oder mit anderen Worten: „Die Verhältnisse sind von der Breite des Pfeilers unabhängig.“ Tatsächlich wurden schon Fronten von 180 m Breite ohne Anstand in bezug auf gebirgsdynamische Verhältnisse gebaut.

War der Begriff einer starken Tegel-Flözformation als tragende Decke für die ersten Versuche und für die Einführung des Breitpfeilers Voraussetzung, so hat zunehmende Erfahrung den Breitpfeiler auch dort Platz greifen lassen, wo diese Decke ganz schwach entwickelt ist. Unbedingt gebunden bleibt aber der Breitpfeiler an eine genügend starke Überlagerung mit großer innerer Reibung. Die Überlagerung darf durch benachbarte Fronten nicht gelockert sein oder durch die Geländebildung von Haus aus zur Lockerung neigen (Rutschterrain). Gebiete, in denen eine geringe Überlagerung beim Zubruchgehen eines Abbaues unmittelbar bis ober Tags „absackt“, sind für den Breitpfeilerbau unmöglich.

### Die Anlage der Breitpfeiler

Sind in einer Grube die Voraussetzungen zum Breitpfeiler gegeben, so handelt es sich darum, wie er am besten angewandt werden kann. Die Breite ist theoretisch belanglos, richtet sich aber in erster Linie nach den Fördereinrichtungen. Ist man mit der Förderung auf direkte Verladung in Hunde im Abbau beschränkt, so ist das Maximum der Pfeilerbreite wohl mit 25 m gegeben. Darüber hinaus werden die Förderzeiten auf Kosten der Leistung zu lange. Ist man in der Lage, eine Rundförderung einzurichten, d. h. daß die leeren Hunde in einer Strecke dem Abbau zugeführt werden und nach Beladung in der gleichen Fahrtrichtung den Abbau durch eine andere Strecke verlassen, so sind die Förderzeitverluste bei steigender Pfeilerbreite nicht so ausschlaggebend. Muß aber die Förderung von leeren und vollen Hunden in einer Strecke abgewickelt werden, so wird der Förderzeitverlust mit zunehmender Breite sehr fühlbar und unwirtschaftlich.

Auch aus anderen Gründen, wie Gedingfrage, Schußpausen usw., geht man nicht über 25 m Pfeilerbreite.

Die vom Betrieb geforderte Erzeugung wird durch Aneinanderreihung mehrerer Breitpfeiler in einer Linie erzielt, wobei die Belegung eine derartige Dichte aufweisen muß, daß ein täglicher Abbaufortschritt von mindestens 1,50 m/Tag erreicht wird.

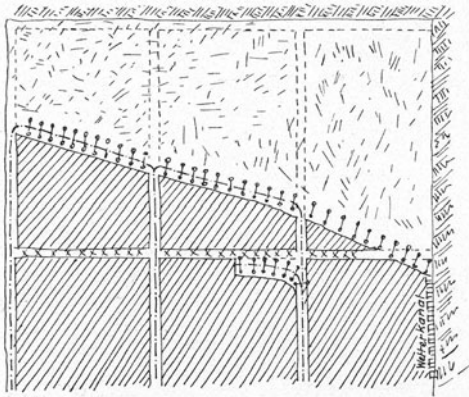


Abb. 2. Grundriß einer Breitpfeilerfront mit Streckenübersetzung

Vollkommen falsch wäre es, die Breitpfeiler in Staffelfront zu führen, denn die „tragende Decke“ würde von der nachsitzenden Überlagerung des vorausgegangenen Breitpfeilers von der Seite her ständig beunruhigt werden. Die Staffelfront wäre auch höchst unpraktisch, denn die Vorteile der „Rundförderung“, als auch die durchgehende Bewetterung ginge verloren. Bei der Linienfront hat man schlimmstenfalls nur den an den alten Mann anliegenden Pfeiler blasend zu bewettern, was auch oft umgangen werden kann, wenn die Druckverhältnisse längs des alten Mannes einen Wetterkanal zulassen (s. Abb. 2).

Nähert sich die Front einer ihr quer vorgelagerten Strecke, die von der Auffahrung her schon längere Zeit steht, so stößt man auf Schwierigkeiten. Der Zusammenhang der sonst tragenden Decke ist dort gestört, in einer Art, wie sie in der Abb. 1 leicht erkannt werden kann. Die Streckenulme sind in Schollen abgedrückt, das Liegende oft bis zur Firste aufgepreßt und letztere verbrochen. Meist ist man nicht imstande, die Strecke mit der Front so ohne weiteres zu überschreiten und man stünde in einem solchen Fall einem gänzlichen Förderausfall durch einige Schichten gegenüber. Deshalb stellt man die Front etwas diagonal zur Strecke. Sind die Druckerscheinungen in der Strecke nicht so arg, daß sich eine Übersetzung der Strecke noch lohnt, so ist die Erzeugungshinderung nur auf einen kleinen Teil der Front beschränkt.

Gelingt die Übersetzung nicht, so muß zeitgerecht jenseits der Strecke eine neue Straße aufgefahren werden, die natürlich unter starken Druck stehend und nur beschränkte Zeit haltbar, keine erhebliche Pfeilerbreite zuläßt.

Die Diagonalstellung der Front hat so zu geschehen, daß sie im Druckmaximum, wenn schon ein alter Mann vorhanden, also längs diesem vorseilt. Grundbedingung ist ferner, daß die Frontlinie annähernd senkrecht zur Längsachse des Bergrückens verläuft. Ist das Flözvorkommen unter einem Bergrücken so breit, daß es nicht mit einer Front gebaut werden kann, so soll die Front zuerst unter dem Kamm geführt und dann in den Berglehnen nachgezogen werden.

Unbedingt zu vermeiden ist eine Frontführung gegen den Hang. Hierbei würde nicht nur die Überlagerung unmittelbar über der Front in Bewegung versetzt, sondern auch der Hang, dessen Schubkomponente den Druck in der Grube ungeheuer vermehrt.

### **Die Wirtschaftlichkeit des Breitpfeilers**

Die bedeutende Ersparung an Vorrichtung, die Zentralisierung der Gewinnung und Förderung, eine bessere Beaufsichtigungsmöglichkeit lassen auf den ersten Blick erkennen, daß die Breitpfeilermethode ökonomisch sein muß. Durch die Hundeförderung im Bau wird die Leistung gegenüber dem Schmalpfeiler allerdings erheblich gedrückt, so daß der Vorteil der Ersparung an Vorrichtung fast wieder aufgezehrt wird.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei Mechanisierung der Förderung im Bau durch Abtransport der Kohle mittels Rutschen oder Bänder. Im Steinkohlenbergbau des Ruhrgebietes ist man beispielsweise fast ausnahmslos auf den Strebbau mit Rutschen- und Bandförderung übergegangen.

Von besonderer Bedeutung wird die Breitpfeilermethode in Verbindung mit mechanisierter Förderung im Bau bei Flözen mit geringer Mächtigkeit. Die Bauwürdigkeit eines Flözes ist bei Hundeförderung in erster Linie damit gegeben, daß die Mächtigkeit des Flözes größer sein muß, als die Höhe des Förderwagens. Bei minderwertigen Kohlen wird die Bauwürdigkeit eine noch größere Mächtigkeit fordern, weil die die Arbeitstätigkeit hindernde Niedrigkeit hohe Gedinge zur Folge hat, was sich um so mehr auswirkt, als eine Abbaumethode mit viel Vorrichtung zur Anwendung kommt.

Durch den Breitpfeiler wird die Vorrichtung ein nebensächlicher Faktor, selbst dann, wenn die Zubaustrecken bei genügender Pfeilerbreite sogar teilweise im Tauben getrieben werden müssen.

Rutsche oder Band sind in jeder praktisch möglichen Abbauhöhe unterzubringen. Durch diese Fördereinrichtung erhöht sich relativ die Leistung bedeutend bzw. erniedrigen sich die Gedinge, so daß also auch lohnmäßig der Bauwürdigkeit weitere Grenzen gezogen sind.

Speziell auf die W. T. angewandt, dürfte sich die Bauwürdigkeit, die heute bei einer Flözmächtigkeit von 1,60 m zu suchen ist, durch Strebbau mit Rutschen- oder Bandförderung bis zu 1,00 m herunterdrücken lassen.

Wenn der Strebbau bei der Braunkohle noch nicht in dem Maße Eingang gefunden hat, wie bei der Steinkohle, dürfte dies in den Umständen zu suchen sein, daß es sich beim Braunkohlenbergbau meist um größere Mächtigkeiten handelt, die andere Methoden noch immer ökonomisch erscheinen lassen, andererseits aber, daß die Steinkohle fast immer von gesteinsartigen, besser tragenden Schichten begleitet ist, hingegen die Braunkohle jüngere, lose Sedimente als Deckgebirge hat.

Gruppe:

# **Der Bergbau im Nahen Osten und seine Entwicklungsmöglichkeiten**

## **Der Erzbezirk von Panagjurische in Bulgarien**

Von Ing. K. A. Georgieff, Sofia

Mit 4 Textabbildungen

### **I. Allgemeines**

85 km südwestlich von Sofia, auf den südlichen Abhängen von Sredna Gora und südlich von Panagjurische, sind hauptsächlich in Verbindung mit den kreidetertiären andesitischen Eruptionen, drei Zonen der Vererzung zu beobachten, welche den Hauptteil des Erzbezirks vom Panagjurische bilden. Nördlich von Panagjurische wurden auch Erzausscheidungen gefunden, welche gangförmige Erzausscheidungen mit Quarz in Muskovitgranit darstellen. Diese und andere kleine Fundorte werden nicht in Betracht gezogen.

In geologischer und petrographischer Beziehung ist das Erzgebiet von Prof. G. N. Slatarsky,<sup>1)</sup> Prof. G. Bontscheff<sup>2)</sup> und im mittleren Teil von Dr. E. Levien<sup>3)</sup> untersucht worden. Slatarsky spricht nur von pyritischen Ablagerungen bei „Belata prst“ westlich von Panagjurische, bei Elschiza, bei „Stipzata“ südlich von Böta; über „Belata prst“ berichtet auch Bontscheff und sagt (S. 88), daß es im Bezirk von Panagjurische keine Erzablagerungen gibt. Bis 1924 blieb dieser so wichtige Erzbezirk fast unbekannt. 1929 wurden die ersten Schurfarbeiten gelegt, welche 1931 aufgelassen wurden, um seit 1935 wieder in Angriff genommen zu werden. Heute wird vom Staat, sowie von einer französischen Gesellschaft sehr intensiv geschürft.

### **II. Topographie**

Das Gelände ist stark hügelig. Südlich bei Aprilzi (260 m) und Schtrkowo (265 m) geht es allmählich ins Maritzatal hinein; nach N erhebt sich das Terrain und bildet zwei Ketten, geteilt durch Banjanska reka. Die südliche Kette hat ihren höchsten Punkt bei Bukowa mogila (965 m). Die nördliche erhebt sich bei Rossna mogila auf 824,4 m. Das Gelände ist stark erodiert. Im Sommer ist es ziemlich wasserfrei. Mehr Wasser hat Luda-Jana und seine Zuflüsse: Streltschanska Luda-Jana und (Banjanska) reka. Die kleine Wassermenge in anderen Tälern stammt von Spaltenquellen.

### **III. Petrographische Zusammensetzung**

Die petrographische Charakteristik der Gesteine ist begründet auf makroskopische Beobachtungen. Mikroskopische Untersuchungen haben Slatarsky,<sup>1)</sup> Bontscheff<sup>2)</sup> und Levien<sup>3)</sup> gemacht. Es können beobachtet werden:

1. Metamorphe Gesteine.
2. Magmatische Gesteine: a) Intrusive, b) effusive und c) Gesteinsgänge.
3. Sedimente: a) Senone Ablagerungen, b) andere Sedimente.

#### **1. Metamorphe Gesteine**

a) Gneise: Zwischen Banja und Borimetschkowo kommen Muskovit-Biotitgneise zusammen mit Glimmerschiefer vor. Diese sind auch in schmalen Schieferzonen zwischen Borimetschkowo und Sbor, besonders südlich von Elschiza zu finden. Diese Gesteine

sind schwach nach dem Glimmer geschiefert. Sie bestehen aus Quarz, Feldspat und Muskovit und sind durch Pegmatitgänge und Stöcke durchbrochen, die aus grobkörnigem Quarz, Orthoklas und Muskovit bestehen. Es sind auch Quarzgänge und Stöcke in dem Gneis eingelagert.

b) Glimmerschiefer: Die Gipfelkette zwischen Banja und Borimetschkowo, Böta und Elschiza ist durchsetzt von dünngeschiefertem dunklem Glimmerschiefer. Dieselben Gesteine bilden einen schmalen Streifen zwischen Borimetschkowo und Sbor. Südlich von Böta kommt Muskovitschiefer vor, während westlich und auf anderen Stellen Biotitschiefer zum Vorschein kommt. Der Glimmer kommt in dünnen Streifen zwischen den linsenförmigen Quarzablagerungen vor, deren Stärke im Mittel 20 mm beträgt. Die Pegmatitgänge und -stöcke, und solche nur aus Quarz, durchschneiden auch die Gesteine. Die Glimmerschiefer sind in der Richtung NW—SO gefaltet und gespalten in den Richtungen NW—SO bis O—W und NO—SW bis N—S.

Nach petrographischer Zusammensetzung sind dies Paraschiefer.

c) Hornblendeschiefer: Im Glimmerschiefer, parallel zur Streifung, sind kleine Linsen von Hornblendeschiefer eingelagert, die nach den Hornblenden geschiefert sind. Außer Hornblende ist Feldspat und wenig Biotit zu sehen. Das Gestein ist sehr hart und dunkel gefärbt.

## 2. Magmatische Gesteine

a) Intrusive Gesteine: Das Gelände zwischen Borimetschkowo, Lesitschewo und Kalugerowo ist hauptsächlich von hollokrystallinem hellem Muskovitgranit durchsetzt. Östlich von Kalugerowo und Borimetschkowo geht der Muskovitgranit in dunklen Hornblende-Biotitgranit über. Hier ist im Granit schwache Schieferung nach dem Glimmer zu sehen. Die makroskopische Zusammensetzung der Granite ist: durchsichtiger Quarz, weiße Feldspäte und Muskovit oder Hornblende und Biotit. Es sind auch rote Feldspäte zu sehen. Die Granite sind auch von Pegmatitgängen durchbrochen.

Nordwestlich von Elschiza, bei den Gipfeln Sereewiza und Kartal Tepe, treten im Granit Dioritausscheidungen auf. Der Diorit ist von Hornblende, Biotit, Feldspat und Quarz gebildet und enthält viel Magnetit, hat eine dunkle Farbe und ist sehr hart. Der allmähliche Übergang zwischen dem Diorit und Granit gestattet den Diorit als eine basische Ausscheidung des granitischen Magmas zu betrachten.

In der Umgebung von Elschiza und südlich davon bis Aprilzi und Schtrkowo geht der Granit in Quarzporphyr über. Hier sind Übergänge zwischen beiden Gesteinsarten sehr oft zu sehen. Der Unterschied zwischen diesen Gesteinen besteht nur in porphyrischer Ausscheidung des Quarzes bei dem Quarzporphyr. Die Quarzkristalle sind durch die magmatische Korrosion abgerundet. Der Quarzporphyr stellt einen schnell abgekühlten Granit dar.

Der Granit und der Quarzporphyr zerfallen in Grus, während der Diorit in Blöcke zerfällt. Diese Gesteine sind auch wie die metamorphen Gesteine, in beiden haupttektonischen Richtungen gespalten. Einige von den Spalten in Richtung N—S sind mit Quarz ausgefüllt und enthalten wenig Pyrit und Kupferkies. In dieser Richtung ist auch eine jüngere Serie von Spalten zu beobachten, die meist noch offen sind.

b) Effusive Gesteine: Das Hauptgestein ist hier der Andesit. Seine Verbreitung kann als unregelmäßige Gänge, von 0,1 m bis 5 km Dicke, betrachtet werden. Diese Gänge schneiden die metamorphen und intrusiven Gesteine durch, sie haben auch die senonen Sedimente verändert. Es können vier wichtige Andesitgänge gezählt werden: bei Elschiza, bei Popinzi, bei Pessowez und bei Petelowo. Der erste Gang verläuft südlich von Elschiza. Seine Stärke überschreitet nicht 300 m. Der Andesit hat ein tufföses Aussehen. Man kann in ihm nur unvollkommene Feldspatkristalle beobachten. Die vulkanische Tätigkeit ist hier nicht stark gewesen. Richtige Tuffe sind nur bei Belkowez, westlich von Elschiza, zu beobachten, wo sie geschichtet sind. Der Andesit ist fast durchweg stark pyritisch propylitisiert.



Der Andesitgang bei Popinzi fängt südlich von Böta an, geht südlich von Popinzi vorbei und verbreitet sich nach SW. Hier ist der Andesit mehr porphyrisch als bei Elschiza. Es sind auch Zerklüftungen in vierseitige Prismen zu beobachten.

Beim Zar Assen ist der Andesit durch ein saures Gestein (Rhyolith, Dazit) ersetzt. Solche Gesteine schneiden auch gangartig den Andesit in nordwestlicher Richtung. Die vulkanische Tätigkeit ist hier sehr stark gewesen, davon zeugen die mächtigen Tuffablagerungen, die nördlich von Zar Boris und Smilez geschichtet sind.

Der Andesitgang bei Pessowez nimmt das Terrain östlich und westlich vom gleichnamigen Gipfel ein. Der Andesit ist hier mehr porphyrisch, mit Ausscheidungen von Feldspat, Biotit und Augit. Nördlich von Pessowez sind massige Tuffablagerungen zu sehen, die reich an Kalkspat und Opal sind.

Der Andesitgang bei Petelowo beginnt östlich bei Streltschanska Luda-Jana und verbreitert sich nach W, um sich bei Topolniza wieder zu verengen. Der Andesit ist von deutlich ausgebildeter porphyrischer Struktur. Er enthält unter anderen Bestandteilen

viel Hornblende und kann als Hornblende-Andesit bezeichnet werden. Nördliche und südliche Teile dieses Ganges sind von Tuffen durchsetzt,



Abb. 1. Alternation zwischen Mergel und Andesittuffen, nordwestlich von Zar Assen (weiß — Mergel, dunkel — Tuffe)



Abb. 2. Spalten in Andesittuffen nordöstlich von Popinzi

die südlich von Panagjurische und entlang Metschanska reka geschichtet sind. In den massiven Tuffen in der Gegend von Strajata, nordwestlich von Banja, sind Funde von gediegenem Kupfer mit Zeoliten gemacht worden.

Alle aufgezählten Andesitgänge zusammengefaßt, kann bemerkt werden: von S nach N nimmt die porphyrische Struktur des Gesteins zu. Während bei Elschiza der Andesit mehr tuffös ist, kommt bei Petelowo eine deutlich ausgebildete Struktur zum Vorschein.

Andesitische Tuffe sind zwischen den senonen Mergeln zu sehen. Die Mächtigkeit dieser Bänke variiert zwischen 0,2 m bis mehr als 50 m. Nordwestlich von Zar Assen ist eine Reihe von Tuffbänken zwischen den Mergeln zu sehen (Abb. 1). Östlich von Popinzi sind die Tuffe sehr fest und werden zu Stufensteinen u. a. bearbeitet. Hier sind sehr deutlich die beiden Hauptrichtungen der Zerklüftung zu sehen (Abb. 2). Die große Verbreitung der Tuffe deutet auf eine starke effusive Tätigkeit. Ihre feine Schichtung und präzise Klassierung der gröberen und feineren Bestandteile deuten auf eine subaquatische Ausscheidung.

Die Andesite und ihre Tuffe sind reich an Magnetit. Sie sind in beide obengenannten Hauptrichtungen gespaltet.

Südlich von Zar Assen und Elschiza kommen saure jungeruptive Gesteine (Rhyolithe, Dazite usw.) zum Vorschein. Hier haben sie eine massige Verbreitung. Das sind Gesteine

mit porphyrer Struktur, bei dichter bis glasiger, bläulich, grünlich bis rötlich gefärbter Grundmasse mit Einsprenglingen von Quarz, Feldspat, Hornblende und Biotit. Die Quarzkristalle sind abgerundet. Es sind aber Partien mit kristalliner Grundmasse zu beobachten und dann ist der Unterschied zwischen diesen Gesteinen und dem Quarzporphyr von intrusivem Zyklus sehr schwer zu machen. Diese sauren Gesteine sind jünger als der Andesit.

c) Gesteinsgänge: Metamorphe und intrusive Gesteine, besonders um Elschiza und zwischen Borimetschkowo und Lessitschewo, sind von Gesteinsgängen durchbrochen. Es kommen rhyolithische, dazitische, trachytische, andesitische u. a. Gänge vor, deren Mächtigkeit 0,2 m bis mehr als 50 m erreicht. Ihr Streichen ist NW—SO bis O—W.

### 3. Sedimente

a) Senone Ablagerungen: Zwischen Panagjurische und Böta haben dünn-schichtige kalkige Mergel große Verbreitung. Das ist eine Alternation von tonigen und sandigen blaugrauen Mergeln mit Bänken von Sandstein und reinem Ton. An einigen Stellen enthält der Mergel mehr  $\text{CaCO}_3$  — Kalkmergel, auf anderen Stellen mehr Ton — Tonmergel. Südlich von Böta sind im Mergel bis 6 m dicke Bänke von graublauen Sandsteinen mit tonigem Bindemittel zu sehen, in welchen sich bei Verwitterung runde  $\text{SiO}_2$ -reiche Knollen bilden, die beim Zerfallen des Gesteins auf der Oberfläche liegen bleiben. Südlich von Petelowo und nördlich vom Dülewo, konkordant mit dem Mergel, kommen dicke (bis 400 m) grobstückige Konglomeratbänke vor, wo die einzelnen Stücke bis 1,5 m Größe erreichen. Besonders südlich vom Petelowo sind gleichzeitig mit spärlichen Andesitstücken mehr Quarzstücke und Stücke von sauren Magmagesteinen zu finden. Das Muttergestein dieser Blöcke ist nicht in der Umgebung zu finden; das sind wahrscheinlich von Andesit überflossene Gesteine oder solche, die weit nördlich verbreitet sind. Die andesitischen Stücke sind nicht propylitisiert, wie das in der Nähe befindliche Andesitmassiv, in einigen sind aber kleine Stückchen von Schwefel- und Kupferkies zu beobachten, welche Mineralien höchstwahrscheinlich primären Ursprung haben. In den Konglomeratbänken sind Mergel- und andesitische Tuffbänke eingelagert. Das spricht für mehrmalige Wiederholung der Erosionstätigkeit.

Im Kontakt mit Andesit sind die Mergel mehr oder weniger verbrannt. Sie haben eine braunrote bis hellrote Farbe bekommen. Schwache Überkristallisation der Kalkmergel im Kontakthof ist sehr selten zu sehen. Bildung von Kontaktmineralien konnte nicht beobachtet werden. Im Kontakthof, mehr in den roten Mergeln, sind Ablagerungen von  $\text{MnO}_2$  zusammen mit Opal zu finden. Nordwestlich von Banja sind zwischen diesen Mergeln Stücke von gediegenem Kupfer zu finden.

Die Mergel sind in der Richtung NW—SO bis O—W gefaltet und fallen nach NO ein. Man kann auch kleine Sättel und Mulden in derselben Richtung beobachten. In den Mergeln sind auch sehr oft Spalten in beiden vorgenannten Hauptrichtungen zu finden.

Diese Sedimente sind fast fossilienfrei. Es sind zwischen Metschka und Poibrene Bivalves gefunden worden, nach welchen die Sedimente zum Senon zugerechnet worden sind.

b) Andere Sedimente: Bei allen erzführenden Zonen sind rote Brekzienkonglomerate zu finden, welche aus Stücken des Nebengesteins, verkittet mit limonitischen, sandigen und tonigen Bindemitteln, bestehen. Meist sind diese Konglomerate geschichtet und fast ungestört geblieben, mit Ausnahme der schwachen Erhebung gegen benachbarte Hügel.

Südlich von Böta, in Gasjan dere, sind alte Terrassenschotter, die ungefähr 20 m über dem heutigen Wasserniveau liegen. Nordwestlich von Banja sind kalkige Tuffe vorhanden. Zu dieser Gruppe der Sedimente sind auch die Ablagerungen von Ton, Schotter und Sand in Wasserwegen und auf den Berghängen zu zählen.

#### IV. Geologisches Alter

Überwiegende Verbreitung der magmatischen und metamorphen Gesteine einerseits und Fossilienarmut der Sedimente andererseits machen die genaue Bestimmung des geologischen Alters fast unmöglich. Das wird nur nach dem gegenseitigen Verhalten der verschiedenen Gesteinsarten beurteilt. Als älter können die metamorphen Gesteine an-

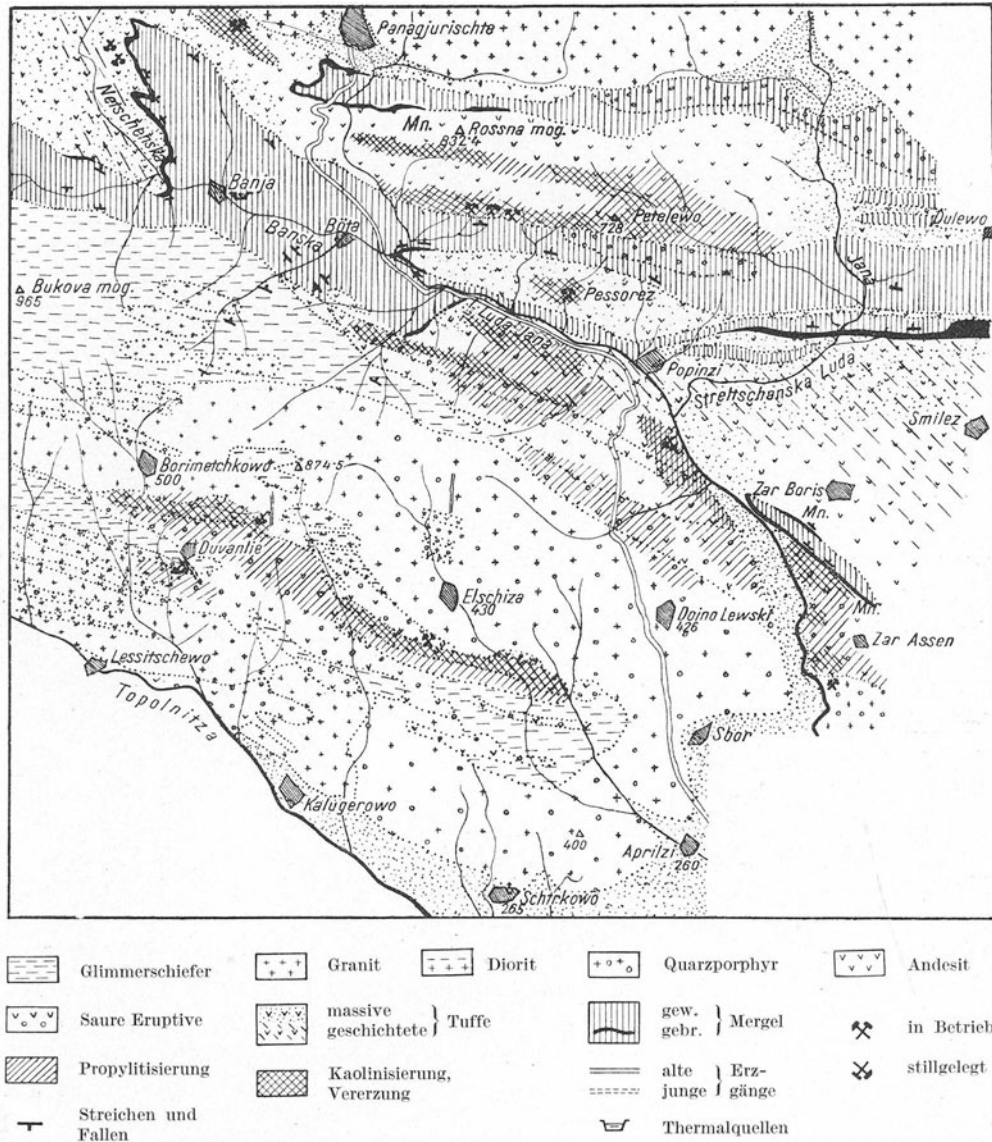


Abb. 3. Geologische Karte des Erzbezirkes von Panagjurischte in Bulgarien  
Maßstab 1 : 190.000

genommen werden. Cvijic rechnet sie dem vorpermischen Paläozoikum zu, Slatarsky und G. Bontscheff bezeichnen sie als archaisch. Die intrusiven Gesteine schneiden die metamorphisierten und sind jünger als sie. Diese werden der paläozoischen Magmatätigkeit zugerechnet. Die Andesite, Rhyolithe, Dazite und andere junge eruptive Gesteine gehören zur oberen Kreide (Senon) und zum Teil zum Tertiär. Die Mergel, nach deren Alter jenes der effusiven Gesteine orientiert wird, sind, wie schon gesagt wurde,

senonisch. Mächtige Konglomeratbänke sind auch zum Senon zu rechnen. Rote Brekzie-konglomerate, Tone, Schotter und Sande gehören zum Diluvium und Aluvium.

## V. Tektonik

Die unregelmäßigen Falten im Glimmerschiefer, die Zerklüftung der metamorphen und intrusiven Gesteine in Richtung N—S bis NO—SW, deren Spalten meist mit Quarz ausgefüllt sind, deuten auf tektonische Tätigkeit vor der Oberen Kreide. Während des Senons sind die tektonischen Bewegungen stärker gewesen. Sie haben in Richtung NW—SO bis O—W den Weg der effusiven Gesteine vorgebildet. Mächtige vulkanische Tuffablagerungen deuten auf starke effusive Tätigkeit. Bis wann die eruptive Tätigkeit gedauert hat, ist ohne ausreichende Untersuchungen in größeren Gebieten nicht ohne weiteres zu sagen. Die Wege der Erzlösungen sind wieder durch tektonische Kräfte in Richtung NW—SO vorgebildet. Zu diesem tektonischen Moment gehören wahrscheinlich die mächtigen Konglomeratbänke, dafür spricht auch das Fehlen von vererzten Andesitstücken im Konglomerat. Nach den Erzablagerungen, wahrscheinlich gegen Mitte des Tertiärs, hat sich eine neue, sehr starke tektonische Bewegung in Richtung NW—SO bis O—W abgespielt. Sie zeichnet sich durch Faltung und Zerklüftung aller Gesteine aus. Daß die Faltung der Mergel nach der Erzablagerung stattgefunden hat, darauf deutet die Tatsache, daß die erzführende Zerklüftung nicht in den Mergelschichten weitergeht. In Erzzonen ist diese tektonische Tätigkeit durch (bis 1 m) breite Spalten von lettenartig zerquetschtem Nebengestein bemerkbar. Nach diesem tektonischen Moment ist noch eine starke Bewegung zu sehen, die eine Zerklüftung aller Gesteine in Richtung NO—SW bis N—S verursacht hat. Einige dieser Klüfte sind noch offen, was für ihr nicht großes Alter spricht. Auf alten tektonischen Spalten sind Rutschflächen zu beobachten, welche von jüngeren Bewegungen sprechen. Diese Bewegungen und die alten Flußterrassen sind zur diluvialen Orogenese in Sredna Gora zu rechnen.

Verwerfungen von 1 bis 2 m wurden nach Spalten in beiden tektonischen Richtungen (NW—SO und NO—SW) konstatiert. Die großen Verwerfungen, welche Levien nordwestlich von Banja und nördlich von Tongur „beobachtet“ hat, sind nichts anderes als einfache Erosionserscheinungen (s. Abb. 3).

## VI. Vererzung

In dem in Betracht gezogenen Erzbezirk sind folgende Erzausscheidungsarten zu unterscheiden:

1. Echte Gänge: a) alte, b) junge.
2. Kontaktausscheidungen.
3. Unregelmäßige (fossile) Erzausscheidungen.
4. Imprägnationen.
5. Metasomatische Erzausscheidungen und Hohlraumausfüllungen.

In Beziehung mit jungen Erzgängen, Imprägnationen und metasomatischen Erzausscheidungen sind folgende Veränderungen im Nebengestein zu beobachten.

a) Epidotisierung: Sie umfaßt sehr stark die Andesite. Südlich von Elschiza ist auch der Quarzporphyr stark epidotisiert. Diese Veränderung charakterisiert sich durch Bildung von Epidot in großen Mengen, welche in gangförmigen und stockförmigen Ausscheidungen zu finden sind. Südlich von Elschiza sind Epidotgänge im Quarzporphyr mit 15 cm Mächtigkeit zu sehen. Hier erreichen die stockförmigen Ausscheidungen eine Dicke von 60 cm. Das epidotisierte Gestein ist gebleicht und voll zersetzter weichlicher Bestandteile. Die Epidotisierung ist eine postvulkanische Erscheinung der hydrothermalen Tätigkeit. Sie begleitet die Erzausscheidungen, hat aber keine nähere Beziehung mit diesen und kann nicht zum Indizieren der Erzausscheidungen gedient haben.

b) Propylitisierung: Unter Propylitisierung ist hier nur die pyritische Sonderart im Sinne Lasarevic zu verstehen. Sie umfaßt große Partien in effusiven Gesteinen, kommt aber auch bei anderen Gesteinsarten, mit Ausnahme der Sedimente, vor. Bei der Propylitisierung sind hauptsächlich die dunklen Gesteinsbestandteile angegriffen und fast ganz zerstört, bei Neubildung von Kalkspat, Serizit,  $\text{SiO}_2$  und Pyrit. Feldspat und Quarz sind fast unverändert geblieben. Das propylitisierte Gestein ist bleicher geworden und auf einigen Stellen schauen propylitisierte Glimmerschiefer und Granite wie Sedimente aus. Das Gestein ist mit Pyrit imprägniert. Levien hat Pyrit-propylite bei Böta analysiert und hat gefunden, daß die Eisenmenge im Pyrit derjenigen in den zersetzten dunklen Bestandteilen quantitativ gleich ist.

Die Propylitisierung kommt zusammen mit den Erzausscheidungen vor; sie findet sich aber auch weit von solchen und kann nicht zur Nachweisung für Erze dienen. Sie ist verbreitet in tektonisch zerklüfteten Gesteinen. Die regelmäßige Verbreitung des Pyrits deutet auf innige Durchtränkung des Gesteins durch Propylitisierung verursachende Agens, was nur im pneuma-hydrothermalen Stadium der postvulkanischen Tätigkeit möglich ist.

c) Kaolinisierung: In der Nähe der Erzausscheidungen ist das Nebengestein stark zersetzt. Von den ursprünglichen Bestandteilen ist nur der Quarz geblieben. Das kaolinisierte Gestein ist ganz weiß geworden. Diese weiße Farbe an der Erdoberfläche deutet auf Erzausscheidungen. Sehr stark hat die Kaolinisierung die jungen Eruptivgesteine erfaßt. In kleinerem Maßstab findet man sie auch bei den metamorphen und intrusiven Gesteinen. Gewöhnlich enthalten die kaolinisierten Gesteine feinkörnigen Pyrit. Es finden sich aber auch kaolinisierte Gesteine ohne dieses Mineral (bei Elschiza). In diesem Fall kann die Kaolinisierung nicht als ein fortgeschrittenes Stadium der pyritischen Propylitisierung, wie es Lasarevic annimmt, betrachtet werden. Jedenfalls ist die Kaolinisierung als Produkt der hydrothermalen Tätigkeit anzunehmen. Sie begleitet die Erzausscheidungen, ist aber nicht immer als Indikator von großen Erzausscheidungen zu betrachten. Die Kaolinisierung umfaßt bis 500 m breite Zonen, sie ist aber nicht gleichmächtig zu beiden Seiten der Erzausscheidungen.

d) Verkieselung: Unter dieser ist die Durchtränkung der Gesteine mit  $\text{SiO}_2$  zu verstehen. Sie kommt immer in der Nähe der Erzausscheidungen vor und begleitet immer propylitisierte und kaolinisierte Gesteine. Man kann drei Arten von Verkieselung beobachten:

Verkieselung, bei welcher die Kieselsäure durch Verwitterung der Silikate im Nebengestein ihren Ursprung hat. Die Kieselsäure ist chalzedonartig ausgeschieden. Diese Art der Verkieselung ist auch bei unpropylitisierten und unkaolinisierten Gesteinen zu finden. Für die Erzausscheidungen bildet sie nicht immer einen sicheren Hinweis.

Verkieselung, bei welcher  $\text{SiO}_2$  durch hydrothermale Zersetzung der Silikate entstanden ist. Diese Art der Verkieselung ist nur in propylitisierten und kaolinisierten Gesteinen zu finden. Hier hat die Kieselsäure besonders die Grundmasse des Gesteins fein durchtränkt. Die vorher kaolinisierten Feldspatkristalle sind unverkieselt geblieben, und bei Verwitterung auf der Erdoberfläche bildet sich ein poröses Gestein, wo die Hohlräume die ausgelaugten Feldspat- und Pyritkristalle darstellen. Das bildet sich im eisernen Hut aller Erzzonen. Derartige Verkieselung begleitet die Erzausscheidungen, findet sich aber auch weit von solchen und kann deswegen nicht immer als Hinweis für Erzausscheidungen dienen.

Verkieselung, wo die Kieselsäure mit erzführenden Lösungen zusammengekommen ist. Hier kann auch eine feine Durchtränkung mit  $\text{SiO}_2$  vorkommen, meist ist aber die Kieselsäure in dünnen Äderchen und kleinen Nestern ausgeschieden. Diese Verkieselung begleitet die Erzausscheidungen immer in der nächsten Nähe und ist ihr Haupthinweiser auf der Oberfläche. Es finden sich aber auch solche Verkieselungen ganz erzfrei oder nur mit spärlichen Ausscheidungen von Schwefelkies.

### 1. Echte Gänge

a) Alte Erzgänge: Sie haben das Hauptstreichen N—S und sind nur in intrusiven Gesteinen nordwestlich von Elschiza und östlich von Borimetschkowo gefunden worden. Der Quarz ist milchigweiß, grobkörnig, wo die einzelnen Kristalle dicht nebeneinander verkittet sind. Es sind auch Drusenbildungen zu sehen. Die einzelnen Quarzkristalle erreichen bis 30 mm Länge. Die Mächtigkeit der Gänge ist im Durchschnitt 0,4 m. Sie sind auch nicht lang, was durch Durchbrechen von jungen Eruptivgesteinen zu erklären ist. Zusammen mit dem Quarz kommen kleine Mengen von Schwefel- und Kupferkies vor. Bei Verwitterung des Kupferkieses entsteht an Ort und Stelle ein glasiger, rotbrauner, dichter Limonit. Der Schwefelkies verwittert in einen porösen Limonit, der leicht auslaugbar ist. Das Nebengestein dieser Erzgänge ist fast unverändert geblieben, mit Ausnahme von schmalen Streifen, eingesprengt mit wenig Schwefelkies und durchadert von Quarzgängchen.

Minimale Erzführung, kleinere Mächtigkeit und kurze Erstreckung geben diesen Gängen kein praktisches Interesse.

b) Junge Erzgänge: Sie erstrecken sich in NW—SO- bis O—W-Richtung in Glimmerschiefer und sauren jungeruptiven Gesteinen südlich von Borimetschkowo. Das sind auch Quarzgänge mit Schwefelkies, Kupferkies, Zinkblende und Bleiglanz. Der Quarz ist feinkörnig und halbdurchsichtig. Die Erze sind hollokrystallin. Es finden sich Schwefelkieskristalle bis 20 mm Größe. Die Ausscheidungsfolge ist: Quarz — Schwefelkies — Kupferkies — Zinkblende — Kupferkies — Bleiglanz. Zinkblende und Bleiglanz sind in bis 20 cm starken Gängen ausgeschieden. Die ganze Gangmächtigkeit erreicht 2 m. Die streichende Länge überschreitet nicht 200 m. In die Tiefe sind die Gänge nicht verfolgt worden, dürften aber nicht sehr tief sein. Die Analysen der Schlitzproben von den Gängen in Glimmerschiefer haben ergeben:

	Cu	Fe	S	Zn	As	Au	Ag
1.	2,72;	10,61;	14,48;	6,92	Spuren	Spuren	20 g/t;
2.	11,4;	26,11;	25,42;	Spuren	Spuren	Spuren	12 g/t.

Der Glimmerschiefer ist in der Nähe schwach kaolinisiert und propylitisiert; stärker sind die jungen Eruptive in der Nachbarschaft der Erzgänge angegriffen.

Großes praktisches Interesse kommt diesen Gängen nicht zu.

### 2. Kontaktausscheidungen

Im Kontakt zwischen roten Mergeln und Andesiten finden sich auf einigen Stellen Mn-Oxyd-Ausscheidungen, begleitet von opalartigem SiO<sub>2</sub>. Es sind Ausscheidungen solcher Oxyde parallel der Schichtung der Mergel zu sehen. Das sind, höchstwahrscheinlich, hydrothermale Ausscheidungen in Verbindung mit der hydrothermalen Phase der effusiven Gesteinsbildung. Kleinere Mächtigkeit dieser Ausscheidungen und ihr stellenweise großer SiO<sub>2</sub>-Gehalt machen sie von nicht besonders großem praktischen Interesse.

### 3. Unregelmäßige (fossile) Erzausscheidungen

Hierzu sind spärliche unregelmäßige Ausscheidungen von gediegenem Kupfer in tuffösen Andesiten und roten Mergeln zu zählen, welche nordwestlich von Banja zu finden sind. In Andesiten kommt das Kupfer mit Zeolithen zusammen vor. Östlich von Bōta bei „Sweta Petka“ finden sich auch in Andesiten eingeschlossene Opalmandelsteine mit kleinen Körnern von gediegenem Kupfer. Alle diese Ausscheidungen sind auch zur hydrothermalen Folge der jungen effusiven Gesteine zu rechnen. Spärliche Verbreitung und kleine Mengen geben diesen Ausscheidungen kein praktisches Interesse.

### 4. Imprägnationen

Dies betrifft vor allem die Schwefelkiesimprägnationen in kaolinisierten und silizisierten Gesteinen. Hierzu sind aber auch die imprägnationsartigen Ausscheidungen von Kupfer-

kies, Bleiglanz und Zinkblende in der Nähe der Erzstöcke zu zählen, wie es bei Elschiza deutlich zu sehen ist. Hier dürfen aber nicht die pyritischen Ausscheidungen bei der Propylitisierung zugerechnet werden. In Betracht kommen nur die durch Erzlösungen hervorgerufenen Imprägnationen. Derartige Erzausscheidungen haben wegen ihrer kleinen Erzgehalte und Mächtigkeiten kein besonderes praktisches Interesse.

### 5. Metasomatische Erzausscheidungen und Hohlraumausfüllungen

In diese Gruppe gehören die wichtigsten Erzausscheidungen im ganzen Erzbezirk. Jeder der oben aufgezählten andesitischen Gänge ist Träger solcher Erzbildungen. Auf der Erdoberfläche sind die Erzzonen durch mächtige Kaolinisierungen und Verkieselungen gekennzeichnet. Nachfolgend werden verschiedene Erzzonen getrennt aufgezählt.

a) Erzzone bei Elschiza: Sie umfaßt den Andesit und die an ihn angrenzenden sauren, jungeruptiven Gesteine. Der Hauptteil dieser Erzzone befindet sich bei „Kanata“ südlich von Elschiza. Durch Schurfarbeiten sind hier verschiedene Erzausscheidungsfolgen konstatiert worden. Die erste, wahrscheinlich ältere, zeichnet sich durch mächtigen Quarz-Schwefelkies und wenig Kupferkies aus. Sie hat lange (2000 m) Erstreckung und kommt nordwestlich von „Kaletto“ wieder zum Vorschein. Der Quarz ist halbdurchsichtig, feinkörnig. Der Schwefelkies und Kupferkies sind hollokrystallin. Kupferkiesausscheidungen kommen meist getrennt von jenen des Schwefelkieses in Form von kleinen Nestern vor. Auf der Erdoberfläche zeichnet sich diese Erzausscheidungsfolge durch poröses, stark verkieseltes, limonitreiches Gestein aus. Nach einem solchen eisernen Hut beurteilt, kann eine reiche Erzzone im Ausmaß  $30 \times 400$  m erwartet werden. Die Oxydationszone geht hier über 25 m in die Tiefe. Die Analyse hat gezeigt, daß der hier ausgeschiedene Schwefelkies im Mittel 0,4% Cu enthält, ohne Gehalt an Au und Ag.

Die zweite, jüngere Erzausscheidungsfolge ist, nach Ausscheidungsfolge geordnet, charakterisiert durch den Gehalt an Quarz — Schwefelkies — Kupferkies — Zinkblende — Bleiglanz — Kupferkies — Baryt. Es ist bei Ausscheidung von Schwefel- und Kupferkies einerseits, Zinkblende und Bleiglanz andererseits eine Folge zu bemerken, bei welcher Schwefel- und Kupferkiesausscheidungen älter sind. Bei Zinkblende-Bleiglanz-Ausscheidungen sind auch zwei Ausscheidungsfolgen zu beobachten. Bei der ersten ist der Baryt jünger als die Erze und bei der zweiten älter als sie. Die Erze der zweiten jüngeren Ausscheidungsfolge sind sehr dicht und porös, was für die Ausscheidung aus konzentrierten Lösungen bei rasch abnehmender Temperatur spricht. Die Analyse der Erzstücke dieser Erzausscheidungsfolge hat ergeben: für Schwefel-Kupferkiesreihe: Cu 30,7%, Fe 32,4%, S 34,1%, Pb 0,55%, Zn 0,15%, Au 15 g/t, Ag 154 g/t, und für Zinkblende-Bleiglanzreihe: Cu 3%, Fe 2,72%, As 0,12%, S 16,3%, Pb 32,8%, Zn 36,1%, Au 20 g/t, Ag 1608 g/t.

In dieser Erzzone sind metasomatische Erzausscheidungen sehr häufig. Es kommen aber auch Hohlraumausfüllungen vor, wo die Erze die Hohlräume zwischen einzelnen Stücken des zerbrochenen Gesteins ausfüllen.

b) Erzzone bei Popinzi: Sie ist im gleichnamigen Andesitgang zu finden und beginnt bei „Dulschowa wodeniza“, südlich von Zar Assen. Hier, als Hohlraumausfüllungen im zerbrochenen Quarzporphyr, ist folgende Ausscheidungsfolge zu sehen: Quarz — Schwefelkies — Kupferkies — Zinkblende — Bleiglanz. Die Erzausscheidung ist sehr klein.

Nach NW ist die Erzzone durch mächtige Kaolinisierungen und Verkieselungen gekennzeichnet. Durch Schurfarbeiten sind hier mächtige Ablagerungen von Schwefelkies und wenig Kupferkies nachgewiesen worden. Bei „Tscherwena mogila“ sind metasomatische Ausscheidungen von Schwefelkies und Kupferkies gefunden worden. Bei „Stipzata“ südlich von Böta endet diese Erzzone.

c) Erzzone vom Pessowez: Um den gleichnamigen Gipfel ist diese Erzzone durch mächtige Kaolinisierung und Verkieselung auf der Erdoberfläche vermerkt. Aus silizi-

sierten Gesteinen macht man hier Mühlsteine. Die hier betriebenen Schurfarbeiten hatten bis jetzt keinen Erfolg, außer kleinen Funden von Kupferkies.

d) Erzzone bei Petelowo: Beginnend bei Petelowo und Borovan, nördlich von Popinzi, teilt sich diese Erzzone in zwei Äste. Der südliche folgt der Grenze zwischen Andesit und senonen Mergeln, der nördliche verläuft nur im Andesit. Bei Luda Jana verschwindet die Vererzung und zeigt sich wieder bei „Belata prst“ westlich von Panagjurischte.

Diese Erzzone ist die größte und ist auf der Erdoberfläche durch breite (bis 500 m) Kaolinisierungen und Silizisierungen verzeichnet (Abb. 4). Durch Schurfarbeiten im mittleren Teil des südlichen Astes wurde 1929 ein Erzstock gefunden, wo Levien folgenden Mineralbestand nachgewiesen hat: Pyrit, Enargit, Kupferkies, Luzonit, Tennantit, Fahlerze, Bornit, Bleiglanz, Kupferglanz, und als sekundäre: Malachit, Rotkupfer, ged. Kupfer. Es ist auch in kleineren Mengen Zinkblende zu sehen. Gangart ist Quarz, in kleineren Mengen kommt aber auch Baryt als jüngere Ausscheidung vor. Als Gangart kommt hier merkwürdigerweise auch Gips in Form von Alabaster in großer Menge vor. Eine von Levien angegebene Analyse einer mittleren Probe dieses Erzes ergab: Cu 5,4%, Fe 12,5%, S 14,5%, Au 2,5 g/t, Ag 300 g/t. Die 1935 wieder in Angriff genommenen Schurfarbeiten haben die 1929 gefundenen Erzblöcke noch nicht erreicht.

Bei „Belata prst“ hat man eine gegen 10 m mächtige Ausscheidung von kompaktem Hämatit gefunden, wo größtenteils der Hämatit in Eisenglimmer umgewandelt ist. Auf einigen Stellen ist der Hämatit auch magnetitisiert. Als jüngere Ausscheidungen finden sich in dem Hämatit Ausscheidungen von Schwefel und Kupferkies. Das Nebengestein ist stark kaolinisiert. Außerhalb des Hämatitstockes sind in verkieselten Partien Ausscheidungen von Schwefelkies und Kupferkies, wenig Bleiglanz, Zinkblende und Baryt gefunden worden. Der Hämatit ist hier hydrothermalen Ursprungs und ist die älteste Ausscheidung. Durch späteren Metamorphysmus ist er in Eisenglimmer und Magnetit umgewandelt. Die hier in Betrieb befindlichen Schurfarbeiten haben kleineres Ausmaß.

In tektonischen Klüften sind bei allen Erzonen Ausscheidungen von Gips (Marienglas) zu finden. Das sind Oxydationsbildungen durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Kalziumverbindungen, die bei der Zersetzung des Pyrits und der Plagioklase entstanden sind. Man kann auch als allgemein verbreitet die Tatsache konstatieren, daß es zwei Folgen der Erzausscheidungen gibt: die erste, ältere, ist charakterisiert durch Ausscheidung von Quarz — Pyrit — Kupferkies, vor allem grobkörnig, die zweite, jüngere Erzausscheidungsfolge enthält: Quarz — Pyrit — Kupferkies — Zinkblende — Bleiglanz — Baryt; hier sind die Erze mehr oder weniger dicht und porös. Der Baryt ist auf einigen Stellen (bei Elschiza) älter als Zinkblende und Bleiglanz. Nur die Erze der zweiten Ausscheidungsfolge scheinen Au- und Ag-haltig zu sein. Wenig vorgeschrittene Schurfarbeiten gestatten noch nicht eine genauere Verbreitung der einen oder anderen Erzausscheidungsfolge zu ersehen. Es kann nur annäherungsweise wahrgenommen werden, daß die Menge von Zinkblende, Bleiglanz und Baryt von Süd nach Nord sich vermindert. In derselben Richtung ist eine Vermehrung von As-Gehalt und an Eisenoxyden zu bemerken. Mir scheint, daß diese Tatsache der stärkeren Erosionstätigkeit in den nördlichen Teilen des Erzbezirks zuzuschreiben ist. In diesem Teil sind in Oberflächennähe Zinkblende- und Bleiglanzausscheidungen erodiert, und es zeigen sich tiefere Zonen von Erzausscheidungen. Für eine stärkere Erosionstätigkeit im nördlichen Teil spricht



Abb. 4. Kaolinisierung bei Grube „Krasen“, nordöstlich von Bôta



auch die grobwerdende Struktur des Andesits. Zukünftige Schurfarbeiten werden diese Frage lösen.

Auf Grund der bisher gefundenen Erze und der mächtigen Kaolinisierungen und Verkieselungen beurteilt, stellt der Erzbezirk von Panagjurishte sehr großes praktisches Interesse dar. Die Tatsache aber, daß die Erze unregelmäßig in erzführenden Zonen, meist stockförmig ausgeschieden sind, verlangt sehr umfangreiche und gut angelegte Schurfarbeiten, welche in Zukunft durchgeführt werden sollen.

Der Erzbezirk von Panagjurishte ist seinem Charakter nach ähnlich jenem in Ost-Serbien. Die großen und reichen Erzkonzentrationen, wie in Bor, sind bei Panagjurishte noch nicht gefunden worden. Der Reichtum des Erzbezirks vom Panagjurishte bleibt daher eine große Zukunftsfrage.

#### Literatur

<sup>1)</sup> G. N. Slatarski: Ein geologischer Bericht über die Sredna Gora zwischen den Flüssen Topolniza und Strema. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. 57, S. 559—568 (1890). — <sup>2)</sup> Dr. G. Bontscheff: Petrographische Rundreisen in Bulgarien. Sofia. 1907. — <sup>3)</sup> E. Levien: Untersuchung der Enargit-Kupferkies-Lagerstätte bei Bôta-Panagjurishte und Beitrag zur Petrographie der Sredna Gora in Bulgarien. Aachen. 1933. — <sup>4)</sup> M. Lasarevic: Die Enargit-Covelin-Lagerstätte von Cuka Dulkan bei Bor in Ost-Serbien. Sonderabdruck aus der Z. prakt. Geol., XV. Jahrg., Heft 9. 1912. — <sup>5)</sup> M. Lasarevic: Die Propylitisierung, Kaolinisierung und Verkieselung und ihre Beziehung zu den Lagerstätten der propylitischen jungen Gold-Silber-Gruppe. Ztschr. prakt. Geol., XX. Jahrg., Heft 8, S. 345. — <sup>6)</sup> P. Niggli: Versuch einer natürlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen Erzlagerstätten. Halle (Saale). 1925. — <sup>7)</sup> Georg Berg: Vorkommen und Geochemie der mineralischen Rohstoffe. Leipzig. 1929.

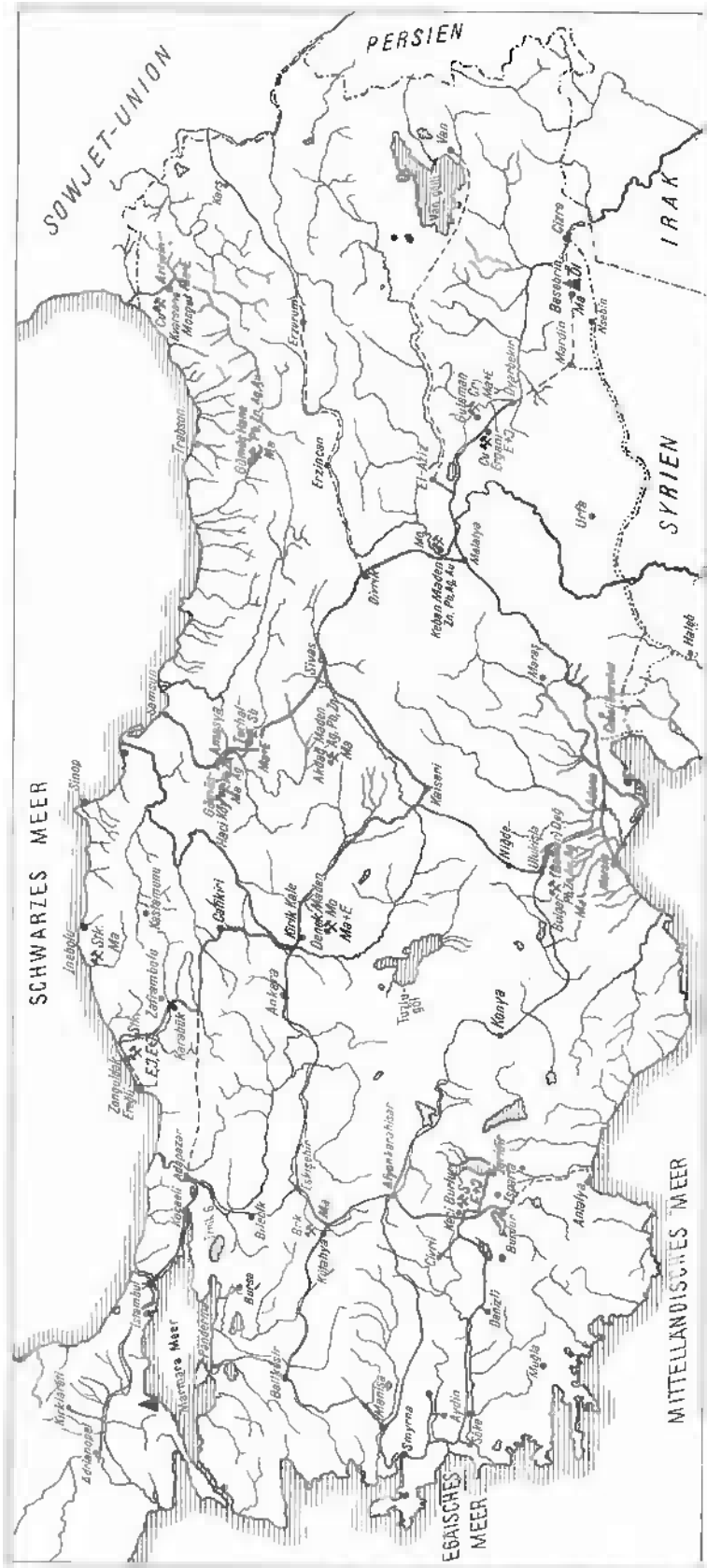
## Die Entfaltung des Bergbaues in der neuen Türkei

Von Prof. Dr.-Ing. B. Granigg, Graz

Mit 1 Textabbildung

Die Regierung des osmanischen Reiches beschränkte sich, wie überall, so auch im Gebiete der heutigen Türkei, darauf, Steuern ein- und Rekruten auszuheben und Volk und Land sich selbst zu überlassen. Die Wirtschaft und besonders der Handel wurden maßgebend beeinflußt von den Minoritäten griechischer und armenischer Volkszugehörigkeit, und auf das kulturelle Leben hatte die mohammedanische Geistlichkeit größten Einfluß. Ein durch zahllose Kriege und Aufstände (Tripoliskrieg 1911, Balkankrieg 1912, Weltkrieg, Aufstände in Jemen, in Mazedonien, in Albanien) ausgeblutetes Land, ein begabtes und zähes, aber in religiösem Fatalismus und damit in Trägheit niedergehaltenes, verarmtes Volk von Analphabeten, das von den Segnungen moderner Technik und leistungsfähiger Verkehrsmittel ferngehalten worden war, das war das Erbe, welches die neue Türkei zu übernehmen und nach dem Weltkrieg noch im Befreiungskrieg gegen Griechenland zu verteidigen hatte.

Aller nennenswerte Bergbau lag in der „alten Türkei“ ausschließlich in den Händen ausländischen Kapitals, geführt von ausländischen Technikern (Steinkohlengruben von Heraklea = französische und deutsche bzw. italienische Unternehmungen, Chromitbergbau = vorwiegend französische Unternehmungen, Pandermit von Sultan Çayr = englisches Unternehmen, Blei-Zink-Grube von Balia Maden = französische Unternehmen usw.). Die völlige Umgestaltung des kulturellen Lebens und der wirtschaftliche Aufbau des Landes setzten voraus, daß zunächst die militärische Sicherung des Besitzstandes nach außen und die Herstellung geordneter Verhältnisse im Innern gewährleistet wurden, weshalb es nur natürlich ist, daß anfangs die Ausgaben für Militär, Gendarmerie und Polizei nur verhältnismäßig bescheidene Mittel für den Wirtschaftsaufbau frei ließen.



- Eisenbahnen v. d. türk. Republik erbaut
- - - Eisenbahnen v. d. türk. Republik erworben
- - - Eisenbahnen v. d. türk. Republik in Bau genommen
- ..... Eisenbahnen noch in fremdem Besitz
- ▲ Öl
- ▲ Gas
- ▲ Stk. Steinkohle
- ▲ Brk. Braunkohle

- ✕ E Bergbaubetriebe der Eti-Bank
- ✕ J Bergbaubetriebe des Is-Bankasi
- ✕ E + J Bergbaubetriebe der Eti-Bank und Is-Bankasi gemeinsam
- ✕ Ma Schurfbetriebe des Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
- ✕ Ma + E Betriebe vom Maden Institut bearbeitet u. d. Eti-Bank übergeben

Der Bau neuer Eisenbahnlinien und der Rückkauf der in ausländischen Händen befindlichen Linien wurde und wird als dringlichste Aufgabe erkannt und durchgeführt (s. Karte).

Es erfolgte sodann die Errichtung von Industrien auf der Basis inländischer, landwirtschaftlicher Rohstoffe (vier Zuckerfabriken, Baumwoll-, Woll- und Seidenindustrien, Alkoholindustrie).

Im Bergbau der neuen Türkei erfolgte das Vordringen des nationaltürkischen Einflusses in etwas langsamerem Zeitmaß, bedingt durch den Mangel an türkischen Bergbauingenieuren und durch die Beschränktheit der Geldmittel. Das Werden des türkischen Bergbaues in der neuen Türkei läßt sich durch folgende Schritte kennzeichnen:

**Steinkohle:** In der Steinkohle von Zonguldak, deren Bedeutung für die Türkei in der Versorgung der Eisenbahnen, der Schifffahrt und der Industrie mit Brennstoff liegt, und die auch in der Ausfuhr eine gewisse Rolle spielt (Jahreserzeugung rund 2 Mill. t, davon für die Ausfuhr rund 500.000 t), arbeiteten, wie eingangs erwähnt, vor allem französische und italienische Unternehmungen. Für die Türkei verblieben neben ganz kleinen türkischen Gruben jene Kohlenbergbaue im Zonguldaker Gebiet, die vor dem türkischen Befreiungskrieg in griechischem Besitz waren, und die nach dem für die Türken siegreichen Ende des Befreiungskrieges liquidiert und in türkischen Besitz übernommen wurden. Damit faßte die Türkei festen Fuß in der Steinkohlenproduktion.

Die Bedeutung dieser Betriebsübernahme lag weniger in der Höhe der Produktion als darin, daß nunmehr die türkischen Direktoren und Ingenieure (unterstützt von ausländischen, vorwiegend belgischen Bergbauingenieuren) Gelegenheit hatten, die technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse des Steinkohlenbergbaues ihres eigenen Landes im Wettkampf mit den ausländischen Unternehmungen des Zonguldaker Beckens kennenzulernen und ihr Können auf eine praktische Probe zu stellen.

Diese Probe fiel durchaus zugunsten der türkischen Steinkohlengruben aus. Der erste türkische Bergbaudirektor Esad Kerimol schaffte aus einer kümmerlichen, ehemals griechischen Grube einen Betrieb, der technisch, wirtschaftlich und in seinen sozialen Einrichtungen weitaus an der Spitze aller Steinkohlengruben von Zonguldak marschiert.

Dieser Erfolg, dem bald ein ähnlicher auf einer anderen, ehemals griechischen Grube folgte, bahnte das weitere Vordringen des türkischen Einflusses an.

Anlaß hierzu boten einerseits die komplizierten und unübersichtlichen Konzessionen, welche der Bergbauentfaltung sehr hinderlich waren.\*) In der alten Türkei waren unter anderem Konzessionen auf einzelne Flöze erteilt worden, so daß in derselben Grundfläche mehrere Betriebe lotrecht untereinander abbauberechtigt waren! Andere Konzessionen wieder waren auf einzelne Flöze und auch noch der Tiefe nach beschränkt. (Nach Art der „Schubladelmaßen“ im Österreich des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts.) Da es sich um nahezu 30 durch Verwerfungen oft stark gegeneinander verlagerte Flöze handelte, schaffte der verwickelte Zustand der alten Konzessionserteilungen Besitzzustände, die manchmal überhaupt nicht mehr entwirrbar waren und die oft eine durchaus ungesunde Zersplitterung der Betriebsführung erzwungen haben.

Dieser jeder gedeihlichen Bergbauentfaltung hinderlich im Wege stehende Zustand verlangte dringend eine Bereinigung durch Schaffung von „Wirtschaftseinheiten“, die unbekümmert um die bestehenden Besitzverhältnisse so abgegrenzt wurden, daß jede Einheit ein geschlossenes Ganzes bildet, mit genügendem Kohleninhalt für einen bergbaulichen Mittel- bis Großbetrieb. Die vom Verfasser in dem angedeuteten Sinne ausgearbeiteten Vorschläge wurden von der türkischen Regierung angenommen und teilweise auch schon durchgeführt.

Bei der Frage, wer die so zunächst am Papier geschaffenen Wirtschaftseinheiten zu übernehmen hätte, spielte die Erwägung eine gewisse Rolle, daß vor allem die in

\*) Vgl. B. Granigg: Die Energiequellen Kleinasiens, II. Steinkohle. Z. prakt. Geol. 1936.

französischem Besitz befindlichen Gruben in ihren Einrichtungen viel zu wünschen übrig ließen (Abbau mit Kohlenverlusten, die oft 50 v. H. überstiegen, veraltete Kraftanlagen mit Dampfkesseln von 6 atü usw.). Die im Bergbau so notwendige Wahrung der Kontinuität der Betriebsführung wurde schon dadurch völlig außer acht gelassen, daß innerhalb von 25 Jahren 16mal der leitende Direktor ausgewechselt worden ist. Es erübrigt sich, die Folgen, die sich daraus ergeben haben, zu schildern. So beschloß denn die türkische Regierung, den französischen Bergbaubesitz im Zonguldaker Gebiet abzulösen, und seit Mai 1937 befinden sich diese Gruben in türkischem Besitz und unter türkischer Leitung.\*)

Schürfungen auf Steinkohle. Im April 1937 wurde nach langen Vorbereitungsarbeiten mit der Errichtung einer Eisenindustrie in Karabük, im Innern des Landes, begonnen (Hochöfen, Stahlwerk, Walzwerk). Um für diese Industrie eine Kohlen- bzw. Koksbasis zu schaffen, die ebenfalls im Landesinnern und dem Werke räumlich näher liegt als Zonguldak, wurden vom Verfasser gemeinsam mit Prof. Dr. Clar geologische Aufnahmen im Bereich zwischen Zonguldak-Inebolu-Kastamunu-Zaframbolu durchgeführt, mit dem Erfolg, daß mehrere, wenn auch stark gestörte Steinkohlengebiete von beachtenswerter Ausdehnung aufgefunden werden konnten (s. Übersichtskarte).

Organisation der bergbaulichen Erschließung des Landes. Bis zum Jahre 1935 lag die Betreuung aller Bergbauangelegenheiten einschließlich des Verleihungswesens und der Bergpolizei in den Händen der Bergbausektion des Wirtschaftsministeriums. Über Anregung des Ministerialdirektors, Ing. Vehbi Ergene, eines ehemaligen Absolventen der Leobener Hochschule, wurde im Jahre 1935 ein völlig selbständiges, staatliches Institut geschaffen, mit der Aufgabe, zunächst die geologische Untersuchung bekanntgewordener Lagerstätten durchzuführen und die aussichtsreicheren Objekte geophysikalisch und bergmännisch so weit aufzuschließen, bis eine Substanzziffer nachgewiesen ist, welche die Errichtung eines Bergbaues rechtfertigt. („Maden tetkik ve arama enstitüsü“ — wörtlich übersetzt = Lagerstättenuntersuchungs- und Aufsuchungs- [Erschließungs-] Institut.) Der türkischen Leitung dieses Instituts stehen ausländische Geologen und Bergingenieure als Berater zur Seite. Die vom Institut bis zur Betriebsreife aufgeschlossenen Objekte werden sodann der vom Staate zu diesem Zwecke, ebenfalls im Jahre 1935 gegründeten „Eti-Bank“ übertragen, diese errichtet und führt die Bergbaubetriebe und sie besorgt auch den Verkauf der Produkte. So führt die Eti-Bank die ehemals französischen Steinkohlengruben in Zonguldak.

Bei den Kupfergruben der Ergani-Maden am Tigris, deren Substanzziffer längst bekannt ist (deutsche Schürfarbeiten während und nach dem Weltkrieg), wird durch die Eti-Bank (gemeinsam mit einer Privatbank, der Iş-Bankasi) soeben eine Kupferhütte erbaut (Humboldt Köln-Kalk). Durch die seit 1935 fertiggestellte Eisenbahn El-Aziz—Dyarbekir ist die Transportfrage für Ergani-Maden gelöst.

Die Chromerz-Ausbisse von Guleman bei Ergani-Maden, die während des Weltkrieges von einer deutschen, geologischen Kommission entdeckt worden sind, erwiesen sich als so ausgedehnt, daß ohne weitere Aufschlußarbeiten mit der Chromitgewinnung im Tagebau begonnen werden konnte. An technischen Einrichtungen war nur der Bau einer Seilbahn notwendig. Damit hat der türkische Staat im Wege der Eti-Bank auch in der Chromitgewinnung, die bisher nur in Privathänden (vorwiegend ausländischen) lag, festen Fuß gefaßt.

Die Schwefelgruben von Keci-Burlu an der Bahnlinie Smyrna—Aydin—Isparta früher ein beliebtes Spekulationsobjekt, wurden in türkischen Besitz und schließlich in die Eti-Bank (gemeinsam mit der Iş-Bankasi) übergeführt, eine moderne Schwefelschmelze wurde erbaut und dank der Initiative und der technischen Leistungen des

\*) Als Entschädigung wurde ein Betrag festgelegt, der ungefähr mit der vom Verfasser errechneten Summe übereinstimmt.

türkischen Ingenieurs Şahap Enver, ist seit 1935 die Türkei in der Versorgung mit Elementarschwefel unabhängig.

Bezüglich der Braunkohle\*) wird der Vorgang eingehalten, daß aussichtsreiche Vorkommen eingehend aufgeschlossen werden, wenn auch vorläufig die Großverbraucher noch fehlen. So wurde bei Söyüt-Ömer, nächst Kütahya durch seichte Tiefbohrungen und durch Stollen ein Großvorkommen von Lignit erschlossen. Die Fragen der Braunkohlenverschmelzung und der Kohlenhydrierung werden in diesem Zusammenhange und im Wettbewerb mit der Steinkohle eingehend erwogen.

Bei der Holzarmut Inneranatoliens, besonders des Ostens, verdienen auch Objekte, die nur dem örtlichen Bedarf genügen, besondere Beachtung. Hierzu kommt allerdings noch die Erschwernis, daß die Bevölkerung (auch die städtische) erst zur Anschaffung von Öfen und von Rauchabzügen, die für die Kohlenfeuerung geeignet sind, erzogen werden müßte. Die geologischen Aufnahmen und die Schürfungen auf Erdöl werden fortgesetzt, nachdem die erste Ölbohrung bei Básebrin (1200 m tief) im Süden des Landes, nahe den Grenzen von Syrien und Irak kein Ergebnis gebracht hat.\*\*\*) Bei Merefte, am europäischen Ufer des Marmarameeres wurde Gas erbohrt.

Die Erschließung der Lagerstätten der Nichteisenmetalle im Rahmen des genannten Instituts liegt in den Händen des ausgezeichneten Kenners türkischer Lagerstätten, Dipl.-Ing. Hadi Yener.

Zunächst (1934 bzw. 1935) wandte man sich den seit fast einem Jahrhundert verlassenen, ausgedehnten Erzbezirken der Keban-Maden am Euphrat und der Bulgar-Dağ-Maden im Taurus (jetzt Bolkar-Dağ genannt) zu. In beiden Fällen handelt es sich um oxydische und sulfidische Blei-Zink-Erze mit hohem Silber- und beachtenswertem Goldgehalt. Die Aufgewältigung der alten Arbeiten und die neuen Unterfahrungsstollen liefern bisher zufriedenstellende Aufschlüsse, die Arbeiten werden fortgesetzt. Durch die Taurusbahn und durch die Bahn Fevzi—Paşa—El-Aziz sind beide Lagerstättengebiete dem Verkehr nahegerückt.

Die Kupfergruben von Kvarsane und von Morgul bei Artwin, im Hinterland von Batum, die vor dem Weltkriege zu Rußland gehörten, dürften in der aller-nächsten Zeit wieder in Betrieb genommen werden.

Der alte, berühmte Erzdistrikt von Gümüş-Hane an der Straße Trapezunt—Erzurum ebenso wie der alte Bergbau von Gümüş-Haci-Kög westlich Amasya wird neuerdings einer Beschürfung unterzogen.

Der Übergang der Antimongewinnung von Turhal an der Sivas—Samsun-Bahn, in staatlichem Besitz, wird durch das genannte Institut vorbereitet und die einheitliche rationelle Herstellung von Antimonregulus im Ausmaße von mehreren tausend Tonnen pro Jahr wird in die Wege geleitet.

Mit der vorstehend gegebenen Aufstellung sind die wichtigsten jener Objekte angeführt, bei denen ernste Schürfarbeiten und Untersuchungen über Aufbereitungs- und Verhüttungsfragen eingesetzt worden sind. Daneben laufen im Rahmen der verfügbaren Geldmittel, über das ganze Land verteilt, geologische Bereisungen, zum Teil auch geologische Teilaufnahmen von noch weniger bekannten Erz-, Kohlen- und Ölgebieten.

So wird, um nur einige Beispiele anzuführen, dem Molybdänglanz in einem Quarzgang, der im Granit der Denek-Maden bei Yahşe-Han aufsetzt, zunehmende Beachtung geschenkt, die alte Ak-Dağ-Maden tritt in den Kreis der Beachtung, und über die Eisenerzlagerstätten wurde an anderer Stelle berichtet.\*\*\*)

\*) Die Zahl der Braunkohlenvorkommen der Türkei ist außerordentlich groß. Vgl. B. Granigg: Die Energiequellen Kleinasiens, III. Braunkohle. Z. prakt. Geol. 1936.

\*\*) Vgl. B. Granigg: Die Energiequellen Kleinasiens, IV. Erdöl.

\*\*\*) B. Granigg: Die Grundlagen der türkischen Eisenindustrie. Stahl u. Eisen 1937, 833.

Der im Zuge befindliche Ausbau des Eisenbahnnetzes nach dem Osten (Sivas—Erzincan—Erzurum—russische Grenze und El-Aziz—Van—See) rückt die Lagerstättengebiete dieses bisher wirtschaftlich wenig erschlossenen Landesteiles in den Kreis wirtschaftlicher Beachtung. Darüber hinaus laufen Bestrebungen nach einer besseren Verwertung vorhandener Bodenschätze. So wird versucht, die großen Schmirgellagerstätten Kleinasiens, deren Verwertung durch den Wettbewerb mit dem künstlichen Schmirgel und dem Karborundum stark eingeengt ist, zur Herstellung von Tonerde (Aluminium) oder von feuerfesten Spezialsteinen heranzuziehen.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß sich die „neue Türkei“, wie auf allen anderen Gebieten des Wirtschaftslebens, so auch auf jenem des Montanwesens unter Ausschaltung jedweder Spekulation damit befaßt, aus dem Lebensraum, den sie besitzt, an Bodenschätzen herauszuholen, was immer mit den modernsten Mitteln der Forschung und der Technik herauszuholen möglich ist. Mit relativ bescheidenen Mitteln wurde bis heute schon Erstaunliches geleistet, und die Arbeiten zur Aufsuchung, Erschließung und Nutzbarmachung der Bodenschätze des Landes werden mit aller Intensität fortgesetzt in meist harmonischer Zusammenarbeit zwischen den türkischen Ingenieuren und ihren ausländischen Beratern.

## Ungarns Kohlenlagerstätten und der ungarische Kohlenbergbau

Von Dr. J. Herczegh, Budapest

Es besteht eine Schicksalsverbundenheit der österreichischen Alpenländer und des ungarischen Donauraumes in bezug auf ihre Kohlenlagerstätten. Die ungarischen Mittelgebirge waren Bestandteile der mesozoischen alpinen Geosynklinale, und das pannonische Becken bildete eine tektonische Einheit mit dem Wiener Becken und den anderen alpinen Senkungsgebieten der Tertiärzeit. Daher kommt die sonst seltene Parallele alters- und faziesgleicher Kohlenlager beider Staaten.

Es besteht auch eine innige Schicksalsgemeinschaft des österreichischen und des ungarischen Bergmannstandes nicht nur durch die viele Jahrhunderte alte Gemeinschaftsarbeit in einem Wirtschaftsraum, sondern auch infolge der Ähnlichkeit der technisch-wirtschaftlichen Aufgaben, die uns beschäftigen.

Ich möchte an dieser Stelle kurz auf die wichtigsten geologischen und technisch-wirtschaftlichen Kennzeichen unseres Kohlenbergbaues hindeuten.

Die Kohlenenerzeugung der Länder der heiligen Stefanskronen betrug im letzten Friedensjahr rund 10 Mill. t. In der Weltbraunkohlenenerzeugung stand Ungarn gleich nach dem österreichischen Kaiserreich. Von dieser Erzeugung fielen rund 7 Mill. t auf das heutige Gebiet Trianon-Ungarns. Die gegenwärtige Kohlenförderung dieses Gebietes beträgt nahezu 8 Mill. t und verteilt sich auf folgende Reviere:

Das Pécsér (Fünfkirchner) Steinkohlenrevier enthält zahlreiche liassische (Grestener) Kohlenflöze, eingefaltet in das alpine Mesozoikum des Mecsekgebirges, eines südlichen Überrestes vom pannonischen Zwischengebirge. Die Steinkohlenwerke dieses Reviers sind in den letzten Jahrzehnten großartig ausgebaut worden, und ihre Anlagen sind vom Schrifttum wohlbekannt. Die Kohle ist überwiegend eine Fettkohle, die besonders für Lokomotiv- und Kesselheizung sowie auch für Hausbrand, Preßkohlen- und Koksenerzeugung gebraucht wird. Die Jahresförderung beträgt rund 0,8 Mill. t.

Den bedeutendsten Kohlenreichtum Ungarns bilden jedoch seine Braunkohlenlagerstätten. Diese vertreten sämtliche altersgleichen Kohlenbildungen der Ostalpen, mit dem Unterschied, daß in Ungarn Alttertiärkohlen überwiegen.

In Altersreihenfolge kommt das kleine Kreidekohlenbecken von Ajka im Bakonyerwald, als einziger Überrest der alpinen Gosauformation in Trianon-Ungarn. Diese

Schichtenfolge führt — im Gegensatz zu den alpinen Kreidekohlen — noch eine ausgesprochene Braunkohle.

Den größten wirtschaftlichen Wert für Ungarn bedeuten die alttertiären Glanzkohlenlagerstätten (Tatabánya-Totis, Dorog-Tokod [Gran], Pilisvörösvár), die entlang der nördlichen Vortiefe und in den Binnensenken des großen transdanubischen Mittelgebirges (Bakonyer-Wald), Vértes, Gerecse, Pilis), insbesondere im Untereozän abgelagert sind. Tektonisch erklären sich diese kohleführenden Alttertiärbereiche als Einbuchtungen der Alpen- und Karpathenvortiefen, und die Kohlenmulden selbst sind tektonisch versenkte Abschnitte einer ehemals viel weiteren Eozänbedeckung, deren Zusammenhang mit dem alpinen Alttertiär nicht mehr nachweisbar ist.

Eine intensive Verkarstung des Grundgebirges ging der Kohlenablagerung voraus und brachte die vom Schrifttum wohlbekannte Wassergefahr, insbesondere des Esztergomer (Graner) Reviers mit sich.

Der transdanubische Glanzkohlenbergbau hat sich im engen Anschluß an die steirischen Braunkohlenreviere entwickelt. Es fand oft ein gegenseitiger Austausch von Gedanken und von Fachmännern statt, und es freut mich, bei dieser Gelegenheit feststellen zu dürfen, daß wir bei der Entwicklung unseres Starkflözabbaues manche nützlichen Winke von unseren alpenländischen Berufsgenossen erhalten haben.

Der Abbau des brandgefährlichen und zum Teil schlagwetterführenden Hauptflözes erfolgte anfänglich, wie im Leobner Revier, mit Handversatz und mit Bauscheiben in der Reihenfolge von unten nach oben. Infolge der geringen Versatzdichte kehrte man später die Reihenfolge um, wie es in Leoben ebenfalls geschah. Man nahm nun die Scheiben in der Reihenfolge von oben nach unten und baute unter einer durch den Sohlenbelag der oberen Bauscheibe gestützten Versatzdecke. Es ist zu verzeichnen, daß diese Abbauweise mit einigen zeitgemäßen Verbesserungen (Einbühnen von Kappen unter den Sohlenbelag, mechanisches Einbringen des Trockenversatzes) beim Steinkohlenbergbau in Spanien (Asturien), in Mittel- und Südfrankreich und beim siebenbürgischen Braunkohlenbergbau neuerdings wieder aufgegriffen wurde.

Gegenwärtig herrscht bei dem Starkflözabbau des transdanubischen Glanzkohlenreviers allgemein Spülversatz und Scheibenbau, in der Reihenfolge von unten nach oben, und werden dort, wo die Lagerung ziemlich störungsfrei ist, die Scheiben geneigt und mit breitem Blick angelegt (Langfrontabbau).

Die Jahreserzeugung dieser Reviere beträgt über 3 Mill. t. Die Kohle wird hauptsächlich als Industriekohle verbraucht. Seitdem geeignete Dauerbrandeinrichtungen für Zentral- und Zimmerheizungen entwickelt worden sind, nimmt die Verwendung der aschenarmen Eozänkohlen für Hausbrandzwecke zu. Hierdurch wird ein gewisser Ersatz für die jenseits der neuen Zollgrenzen verlorenen Absatzgebiete geboten.

Die ungarische Eozänkohle ist eine gasreiche, nicht backende Glanzkohle mit vorherrschendem Vitritanteil, welche beim Schwelen über 10% phenolhaltigen Urteer abgibt. Zwei Schwelanlagen sind im Betrieb, die je etwa 20.000 t Schwelkoks und 3000 t Ölprodukte im Jahr erzeugen.

Das zweite und ausgedehnteste Braunkohlenvorkommen liegt im großen Miozänbecken des nördlichen Trianon-Ungarns, welches mit dem Wiener Becken einen einheitlichen tektonischen Bildungsraum bildet, deren Ablagerungen nur örtliche Faziesänderungen aufweisen. Dieses Becken, welches die Salgótarján- und Borsoder (Sajó-taler) Teilreviere umfaßt, ist durch einen besonders stark bewegten Untergrund, durch häufige marine Einbrüche, intensive Einbruchs- und Zerrungserscheinungen sowie zum Teil auch durch vulkanische Einwirkungen gekennzeichnet.

Die durch mächtige Gesteinsschichten voneinander getrennten Braunkohlenflöze geringer oder mittlerer Mächtigkeit werden hier auf die Art des Steinkohlenbergbaues abgebaut. In sehr schwachen Flözen wird auch Strebbau mit Selbstversatz unter Nutz-

barmachung des Hangenddruckes angewendet. Die Flöze führen im südwestlichen (Salgótarján) Teilrevier Glanzbraunkohle, die im nordöstlichen (Borsoder) Revier in gewöhnliche Hartbraunkohle übergeht. Die Kohle wird als Lokomotiv- und Industriekohle sowie für Hausbrand verwendet. Das Borsoder Revier ist der Sitz einer großen Eisenindustrie. Die Jahreserzeugung des gesamten Miozänbeckens beträgt rund 3 Mill. t.

Von den kleineren Miozänkohlenvorkommen ist das Brennberger Revier zu erwähnen, welches im inneralpinen Wiener Becken selbst liegt.

Miozänkohlen lignitischer Beschaffenheit kommen in Transdanubien vor. Eine größere Bedeutung kommt dem Vorkommen von Várpalota (Gründer Schichten) am Bakonyer-Wald zu, wo eine Stickstoffindustrie ihren Sitz hat. Die Kohle von Várpalota und der Pliozänlignit von Rózsaszentmárton (Mátragebirge) kommen auch als Trockenkohle in den Handel.

Pliozänkohlen kommen im pannonischen Becken noch häufig vor. Die Flözbildung zeigt starke örtliche Abweichungen, die Flöze sind oft schwach und im allgemeinen nur im Tiefbau gewinnbar. Außer dem letzterwähnten Vorkommen ist ihre Gewinnung derzeit noch unbedeutend.

Die ungarischen Braunkohlenlagerstätten sind, wie die österreichischen Braunkohlenvorkommen, tektonische Gebilde der alpinen Gebirgsbewegung. Sie sind auf einem stark bewegten Untergrund abgelagert, häufiges Ertränken der Kohlenmoore, marine Einbrüche unterbrachen die Flözbildung und hatten die Einlagerung von Zwischenmitteln oder die Bildung von mehreren schwachen Kohlenflözen zur Folge. Daher kommt die häufige Unregelmäßigkeit der Lagerstätten, die durch spätere tektonische Einflüsse, durch Zerrungs- und Einbruchserscheinungen des binnenländischen Hebungsraumes noch stärker betont wurde.

Der österreichische und der ungarische Bergmann steht gleichen natürlichen Schwierigkeiten gegenüber. Auch die wirtschaftliche Seite des Kohlenbergbaues zeigt eine gewisse Ähnlichkeit.

Manche unserer Kohlenreviere sind in ihrem Ausbeutungsgrad über ihre Jugendzeit bereits hinaus. Es handelt sich nicht mehr um einen Industriezweig mit unbegrenzten Entwicklungsmöglichkeiten.

Auch die Struktur unserer Kohlenwirtschaft zeigt eine gewisse Ähnlichkeit.

Österreich und Ungarn verbrauchen jährlich rund 6 bzw. 8 Mill. t Kohle. Hiervon entfallen nahezu zwei Drittel auf Industrie und Verkehr, das restliche Drittel auf Hausbrand, öffentliche Werke und Landwirtschaft. Unsere Bergbaue sind gleich industrieangewiesen in bezug auf die Verwertung ihrer Produkte. Ungarn, noch allgemein als Agrarstaat betrachtet, hat die Entwicklungsstufe erreicht, wo der durch die Landwirtschaft ernährte Bevölkerungsanteil abnimmt und die Fertigungsindustrie allein befähigt ist, den Bevölkerungszuwachs zu beschäftigen. Unsere Kohlenbergbaue liefern den wichtigsten Energieträger für die Industrie, welche diese eigene Kohlengrundlage auch bei einem freien Spiel der wirtschaftlichen Kräfte nicht mehr entbehren könnte.

Dem österreichischen und dem ungarischen Kohlenbergbau obliegt die Aufgabe, diese Grundlage der Wirtschaft zu sichern. Wir sind oft genötigt, Braunkohlen höherer oder mittlerer Güte unter Verhältnissen zu gewinnen, worunter in kohlenreichen Staaten hochwertige Steinkohlen abgebaut werden.

Diese Schicksalsverbundenheit stärkt das bergmännische Gemeinwesen zwischen dem österreichischen und dem ungarischen Bergmannsstand, das Gemeinwesen, welches auf jahrhundertaltes Wirtschaften im Donauraum gegründet und, durch gemeinsame Freuden und Leiden, durch miterlebte gute und böse Zeiten gestärkt, eines der innigsten Verbindungsglieder unserer Völker bildet.



## Geologie und Bergbau der Chromeisenerzlagerstätten des Balkans

Von Dr.-Ing. **Gustav Hiebleitner**, Graz

Mit 5 Textabbildungen

*Die bergwirtschaftliche Bedeutung der balkanischen Produktion an Chromeisenerz im Rahmen der Welt-Chromerzversorgung. — Die Peridotitserpentine als Muttergesteine der Chromerzlagerstätten. — Innere Gliederung chromerzführender Peridotitmassive. — Verschiedene Typen von Chromeisenerzlagerstätten. — Alter, Tektonik und Metamorphoseerscheinungen von Muttergestein und Lagerstätten. — Bergbaugeologie und Geophysik im Dienste des Chromerzbergbaues. — Technisch-wirtschaftliche Bedingungen des balkanischen Chromerzbergbaues und Ausblick auf seine Entwicklungsmöglichkeiten.*

Im Jahre 1929, Rekordjahr der Weltmetallproduktion in der Nachkriegszeit, betrug die Welterzeugung an Chromeisenerz rund 600.000 t. Vermeint ist darunter Erz mit min. 48% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Stückerz und Konzentrat, als auch Erz mit 40 bis 48% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Im Jahre 1930 betrug die Chromerz-Erzeugung Jugoslawiens nicht ganz 30.000 t, jene Griechenlands, des nächst wichtigen Erzeugers, etwa 20.000 t, die Produktionen der übrigen Balkanländer haben damals und auch seither noch keine wirtschaftliche Bedeutung erlangt.

Hingegen hat die an Chromerz reiche asiatische Türkei, am selben Lagerstättenzuge gelegen, in den letzten Jahren eine bedeutsame Entwicklung der Chromerzproduktion — 1935: 150.000 t — erfahren.

Insgesamt hat also der Balkan in den genannten Jahren mit zirka 8% an der Weltchromerzproduktion teilgehabt. Die von der Weltwirtschaftskrise betroffene Metallproduktion hat seither auch eine Verminderung der Chromeisenerzproduktion erlitten, etwa im Ausmaße von 15 bis 25%, wobei jedoch die Balkanproduktion ungefähr anteilmäßig sich behaupten konnte.

Zahlentafel 1. Chromerzproduktion der Balkanländer 1930 bis 1936 in Tonnen

	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	Anmerkung
	in Tonnen							
Jugoslawien . . . .	27.500	37.300	25.900	15.600	31.400	35.500	35.000	
Griechenland . . .	23.000	5.600	1.500	14.800	30.700	29.800	Daten noch ausständig	
Albanien . . . . .								Geringfügig, Daten fehlen
Bulgarien . . . . .				170	85	325	270	
Rumänien . . . . .								Geringfügig, Daten fehlen

Wenn wir vergleichsweise die österreichische Bleimetallproduktion betrachten, die weniger als 1% zur Weltbleiversorgung beiträgt, oder die österreichische Roheisenerzeugung, die mit 1/4% an der Weltroheisenversorgung teilnimmt, so erhellt sofort, daß die Chromerzproduktion des Balkans zwar keine bestimmende, doch zumindest — insbesondere für den europäischen Verbraucherkreis — eine beachtliche Bedeutung hat. Tritt noch hinzu, daß das versandfähige Chromerz ab Grube oder Aufbereitung infolge Vielfalt und Eigenart seiner Verwendung eine besondere Pflege und Erfahrung des Marktes bedarf, ferner, daß Geologie des balkanischen Chromerzes und sein Bergbaubetrieb keineswegs immer einfache Verhältnisse zur Voraussetzung haben, so wird verständlich, daß ungeachtet des geringen Umfanges der Chromerzbergbau am Balkan einen recht interessanten Zweig der Erzbergbauwirtschaft dieser Länder darstellt.

Die Erze mit einem Gehalt um 40% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> finden fast ausschließlich in der Industrie feuerfester Steine Verwendung. Für die reicheren Erze mit 48% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und darüber eröffnet sich der Markt für

Erzeugung von Ferrochrom (60 bis 70% Cr, Ausgangsprodukt der Chromstahlerzeugung), hochwertige feuerfeste Steine und chemische Industrie. Die Weltchromerzproduktion wird etwa zu 50% von Eisenchromlegierungen, von mindestens 40% von der ff. Steinindustrie, der Rest von der chemischen Industrie und Verchromung in Anspruch genommen.

Die Peridotite als Muttergesteine der Chromeisenerzlagerstätten. Nach Berg<sup>1)</sup> sind 99,9% des Chrommetallvorrates der festen Erdkruste in Form von  $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ , Chromeisenerz, gebunden und dieses ist wieder ausschließlich als Ausscheidungsprodukt basischer, kieselsäurearmer, Mg- und Fe-reicher Orthosilikatmagmen anzutreffen. In der Regel sind es Peridotite in verschiedenen Abarten, mehr oder weniger serpentiniert, welche als Muttergestein der Chromeisenerzlagerstätten wirken. Die Chromerzanhäufungen sind durch Entmischung aus dem Magma, Absinken bei gleichzeitiger Sammelkristallisation entstanden, wobei die Ausscheidung meist vor Verfestigung der Silikate erfolgt; doch ist manchmal auch ein Übergreifen der flüssigen Chromerzphase über die bereits feste Silikatphase<sup>3)</sup> abzuleiten und auch an balkanischen Vorkommen sind fallweise Beobachtungen in dieser Schlußrichtung zu machen.

Auch am Balkan sind Peridotite in verschiedenen Serpentinisierungsgraden die Träger der Chromitvorkommen.

Häufig ist dunitisches, pyroxenfreies Olivingestein in unmittelbarem Verband mit den Chromeisenerzausscheidungen, aber auch pyroxenführende Peridotite, Harzburgite, Lherzolithe und Wehrlite nehmen die Stelle des Nachbargesteins ein; in selteneren Fällen sind größere Chromerzausscheidungen in reinen Pyroxenfelsen eingeschlossen. Eine lebhaftere Differentiation an sich, Schlierenausscheidung von Pyroxeniten, Anorthositen, Gabbropegmatiten usw., wechselnder Pyroxengehalt des Peridotits, sind vielfach für den Bereich der Chromerzausscheidungen kennzeichnend. Der wenig scharfe, oft vielfach gewundene Grenzverlauf der verschiedenen Spaltgesteinsmassen zueinander, die unregelmäßig schlierenartige Raumform derselben und andere Beobachtungen führen zur Vorstellung einer trägen, zähflüssigen, hinsichtlich Schmelzpunktverschiebung labilen Aggregatsbeschaffenheit zur Zeit vor der Verfestigung.

Über die ursprüngliche Raumform der einzelnen Peridotitintrusionen wie auch über die Intrusionsmechanik lassen sich nur schwer Beobachtungen anstellen, da nachfolgend eine Reihe tektonischer Phasen die ursprünglichen Verbandsverhältnisse weitgehend verwischt haben. Vermutlich handelt es sich häufig um lagerartiges bis



Abb. 1. Übersicht der wichtigeren Verbreitungsgebiete von Chromerz am Balkan

Im besonderen genannt: 1 Chromerzgebiet zwischen Vardar- und Lepenactal, 2 oberes Lepenactal, 3 Lojane, 4 Westl. Moravatal, 5 Kran Mahale, 6 Soufflion, 7 Volo

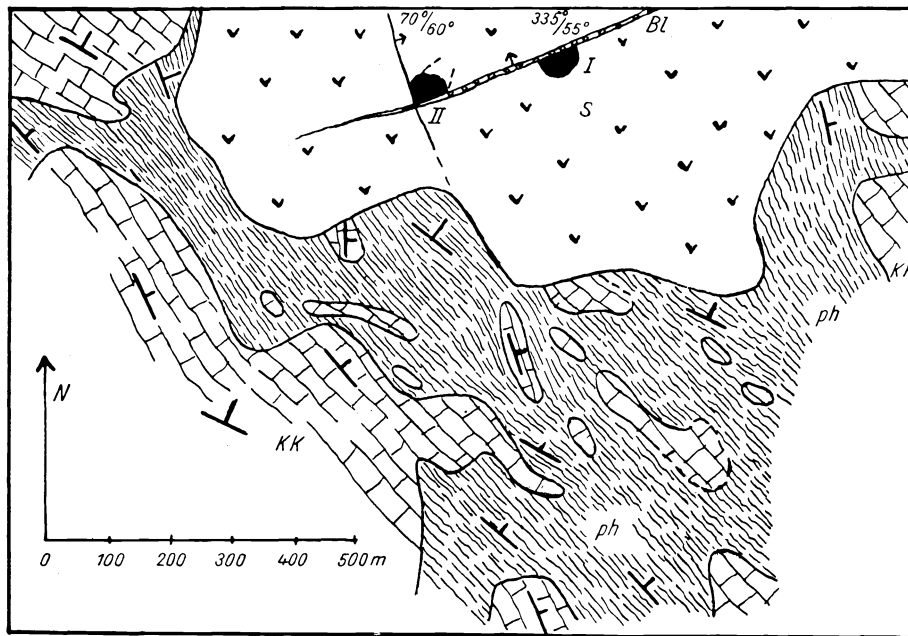


Abb. 2. Diskordanter Grenzverlauf des Peridotitserpentins von Orašje, West Skoplje, Südserbien, zu seiner Unterlage

*ph* sandig tonige phyllitische Schiefer, *KK* kristalline gestreifte Kalke, *S* Peridotitserpentin; *I*, *II* stockförmige Chromerzkörper der Lagerstätte Orašje (zirka SH 550 m), durch eine Störung *Bl* geteilt und getrennt

lakkolithartiges Eindringen — ausgehend von spaltenartigem Aufdringen — von Peridotitmassen in eine Serie älterer Schiefer. Aber auch dort, wo die Unterlage verhältnismäßig ursprünglich und konform der Unterfläche des Massengesteins aufgeschlossen erschien, wie im Chromerzrevier des Vardar-Lepenac-Gebietes in Südserbien, erwies sich in der Detailaufnahme und mit fortschreitendem Aufschluß des Bergbaues auch diese untere Grenzfläche als beträchtlicher Bewegungshorizont. Die ursprüngliche Hangendfläche der Peridotitmasse ist nirgends einwandfrei erschlossen; entweder handelt es sich um Bewegungskontakte oder häufig bildet die transgressive Oberkreide auch das heutige Dach des Peridotitmassivs.

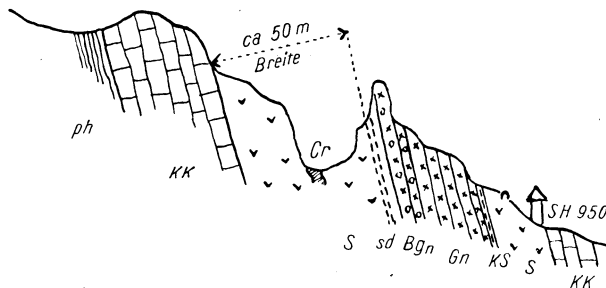


Abb. 3. Querschnitt durch den chromerzförenden Serpentinzug von Rozden, Südserbien (serbisch-griechische Grenze westlich Demirkapija)

*ph* phyllitische Gesteine, *sd* sandige Schiefer, *KK* kristalline Kalke, *KS* Kalkschiefer, *Gn* grobkörniger feldspatreicher Gneis, *Bgn* Brecciengneis, *S* Serpentin, *Cr* Chromitlagerstätte

In den Serpentinzügen des dinarischen Streichens, die durch Bosnien nach Serbien, Albanien und weiter nach Griechenland ausstrahlen und über die Inseln der Ägäis nach Kleinasien fortsetzen, scheint in der Regel ein Verband mit einer mächtigen Serie sandigtoniger, phyllitisch metamorpher Schiefer und mehr weniger kristalliner Kalke zu bestehen; östlich des Rhodopemassivs bei Soufflion in Ostgriechenland sind die Peridotitserpentine einer Serie älteren Kristallins eingeschaltet.

Innere Gliederung der chromerzförenden Peridotitmasse. Eine häufige Erscheinung an den balkanischen Peridotitzügen ist das Vorhandensein eines scharf ausgeprägten Randgürtels amphibolitischer, gabbrodioritischer oder pyroxeni-

tischer Gesteine. In den flach gelagerten Peridotitmassen des oberen Lepenactales bilden granatführende Amphibolite eine gleichmäßig mächtige, ebenfalls flach gelagerte Gesteinsdecke als Unterlage. Pyroxenite und gabbrodioritische Gesteine umrahmen beispielsweise den chromerzführenden Peridotit von Kran Mahale bei Saloniki. In Ost-

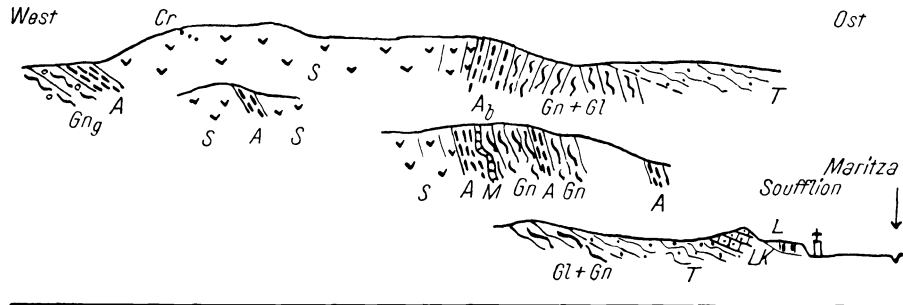


Abb. 4. Die Lagerungsverhältnisse des chromerzführenden Peridotitmassivs bei Soufflion (Thracien) in Ostgriechenland

*S* Peridotit-Serpentin, *Cr* Chromerzorkommen Grube Barbara, *A* Amphibolit, zum Teile feldspat- und granatführend, *Ab* Bänderamphibolit, *M* 0,5 m stark gequetschtes relikartiges Marmorband im Amphibolit, *Gn + Gl* Zweiglimmergneis und Glimmerschiefer mit Lagenquarz, *Gng* helle granatführende Gneise, *T* tertiäre Tone und Sande, *LK* Leithakalk, *L* Lehmterrasse

griechenland sind mächtige Amphibolitzone am Kontakt der Peridotitmassen zu Gneis entwickelt. Die petrographische Entwicklungsgeschichte dieser Randzonen birgt noch eine Reihe von Fragen.

In seltenen Fällen kann außer der Beobachtung einer petrographisch verschiedenen Randzone auch noch eine feinere innere Gliederung des Peridotitmassivs selbst erkannt werden. Ein solcher Fall liegt für den Chromerzbereich zwischen Vardar und Lepenactal westlich Skoplje, Südserbien, vor und dürfte auch noch für das Chromerzrevier des oberen Lepenactales Gültigkeit haben.

Beide Peridotitzüge sind im Verlauf des tektonischen Hauptgeschehens, insbesondere während der Aufschupfung der Vardarzone, wohl zertrümmert, aber verhältnismäßig nur wenig in das Ausmaß der Großbewegungen einbezogen worden; sie standen, unter dem Schutz des Kristallinsporns des Schargebirges, gleichsam geschont etwas im tektonischen Schatten. Im Raume zwischen Vardar und Lepenactal östlich des Schargebirges läßt

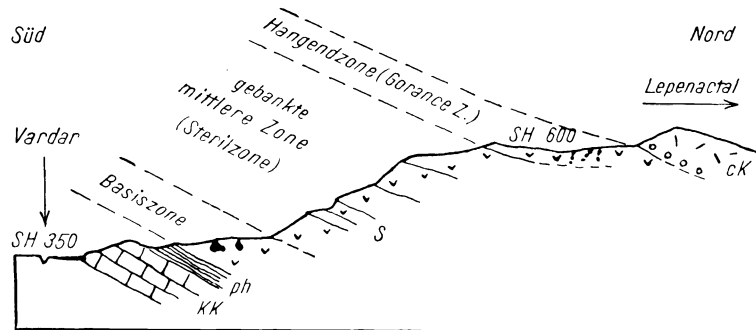


Abb. 5. Innere Gliederung des chromerzführenden Peridotitzuges bei Raduša, West Skoplje, Südserbien (vereinfachte Zeichnung)

*KK* kristalline Kalke, *ph* Phyllite und sandige Schiefer, *ck* Oberkreide

sich eine flach NO fallende, 150 bis 200 m mächtige Basiszone des Peridotitmassivs erkennen, deren Streichen dem Verlaufe der Talfurche des Vardars ungefähr folgt, und die vor allem durch Auftreten von Lagerstätten massigen derben Chromerzes, meist in Begleitung pyroxenarmer bis -freier Olivingesteine, gekennzeichnet ist. Darüber folgt, ebenfalls in mäßig geneigter Lagerung, eine mächtige, verhältnismäßig erzarmer Mittlere Peridotitzone, etwa — wenn auch nicht ganz zu Recht — als Sterilizone zu bezeichnen, weil in ihr nur wenige und meist minder bedeutende Chromerzlager auftreten. Diese Sterilizone ist von einem Wechsel aus härteren, pyroxenreicheren und weicheren, leichter verwitterbaren pyroxenärmeren Gesteinslagen aufgebaut; die Mächtigkeit dieser Lagen steigt von wenigen Metern bis zu 50 m und mehr an, bedeutet also eine magmatische Großschichtung, die häufig durch die Vegetation, parallele Reihung von Buschwerk entlang winziger Terrassenansätze an den Fugen des Gesteinswechsels, eindringlich in Erscheinung tritt. Ungeachtet dieser magmatischen Großschichtung — deren Grenzen bedeuten kein Zeitintervall des magmatischen Geschehens — bestehen noch parallelepipedische Bankungen, wobei gerade die

hervorstechendste Bankung nicht selten schräg zum Verlaufe der Großschichtung steht. Die Mächtigkeit der mittleren oder Sterilzone beträgt etwa 500 bis 600 m. Ihr auf liegt nochmals eine reichlicher chromerzführende Hangende Serpentinzone, die nach dem Bergrevier Gorance als Gorancezone bezeichnet werden kann; sie ist geringmächtig, die Chromerzanhäufungen erreichen eine geringere Konzentration wie in der Basiszone, hauptsächlich handelt es sich hier um Wascherzlagerrstätten. Während östlich von Gorance die transgressive Kreideüberdeckung der Einsicht in den weiteren hangenden Aufbau des Peridotitmassivs ein Ende setzt, scheint westlich Gorance nochmals eine Sterilzone die erzführende Gorancezone zu überlagern.

Die Dreiteilung Basiszone-Sterilzone-Gorancezone des Peridotitmassivs im Vardar-Lepenac-Gebiet ist auf 12 km Streichlänge in allen Querprofilen feststellbar, ist bergmännisch von Bedeutung und erweist sich als eine primäre Großgliederung der Peridotitmassen, die gewisse Anklänge an die magmatische Großschichtung des basischen Bushveld igneous Complex in Südafrika<sup>2)</sup> aufweist, auch an die erst jüngst beschriebene Zonengliederung geschichteter Peridotitmassen der Trout River Area<sup>6)</sup> in Neufundland.

Verschiedene Typen von Chromitlagerstätten. Die stockförmigen Lagerstättenschlieren, aus Derberz oder massig struierem Sprenkelerz bestehend, und die aus ärmerem bis mittelreichem Sprenkelerz gebildeten Schlierenplatten, mit nach mehr minder scharfen Ebenen angeordneten Erzkornreihen, stellen die beiden wirtschaftlich wichtigsten Lagerstättentypen dar. Zwischen beiden bestehen Übergänge. Der Schlierenplatte ähnlich, doch oft nur in einer Hauptdimension entwickelt, ist das Schlierenband: die Kornerzreihen sind weniger ausgeprägt nach parallelen Flächen angeordnet und zeigen häufig bandartige Wellungen. Bemerkenswert für die Schlierenplatten und bezeichnend für das unter magmatischem Druck erfolgte Ausrichten der Kornerzreihen ist das häufig scharfe Übereinstimmen der Streichrichtungen verschiedener isolierter, voneinander oft weit entfernter Schlierenplatten. Besondere Typen stellen dar: Leopardierz (grape ore in Kanada) mit Erzooiden in Serpentingrundmasse; Leopardierze mit zweiter Erzschiele<sup>14)</sup> hinweisend auf die Möglichkeit spätmagmatischer Chromerzausscheidung bereits nach Silikatverfestigung und auf das Vorhandensein eines labilen magmatischen Gleichgewichtszustandes; negatives Leopardierz mit Andeutung ooider Silikatausscheidung von Chromerz umflossen; wolkenartige Sprenkelerzstreuung u. a.

Die primäre Chromitausscheidung, Sammelkristallisation, Absinken und Verdichten zu größeren Lagerstättenkörpern schließt aber nicht aus, daß Chromerzschmelze durch Druck in bereits verfestigte oder halbverfestigte Gesteinszonen abwandert und injektionsgangartige Lagerstättentypen schaffen kann.

Die Querschnitte der stockförmigen Lagerstätten beginnen mit wenigen Quadratmetern und erreichen 2000 qm und mehr. Die Teufen erstrecken sich bis zu 100 m und mehr. Die Mächtigkeit der Schlierenplatten schwanken von wenigen Dezimetern bis zu 8 bis 10 m und mehr, Streichen und Teufe von Einzellagerstätten derselben betragen wenige Meter bis über 100 m.

Im chemischen Aufbau des Chromerzmoleküls bestehen Schwankungen, nicht nur abhängig vom Lagerstättentypus, sondern auch jeweils vom Nebengestein und Erzrevier; insbesondere trifft dies für den Al- und Mg-Gehalt zu. Bemerkenswert ist ein oft ständiger Ni-Gehalt mazedonischer Derberze (Orasje 0,08%, Priština 0,18%).

Alter, Tektonik, Metamorphoseerscheinungen von Muttergestein und Lagerstätten. Beobachtungen über den gleichartigen Gesteinsverband, in welchem die Hauptmassen der hochbasischen Eruptiva des Balkans stets wiederkehrend erscheinen, führen zur Annahme eines zumindest paläozoischen Alters derselben. Dort, wo sie in mesozoischem oder noch jüngerem Gesteinsverband auftreten, ist stets tektonisches Eindringen nachweisbar, wozu die serpentinisierten Gesteine dank ihrer Schlüpfrigkeit wie kaum ein anderes Gesteinspaket geeignet sind. Aber auch im Verbands mit den vermutlich paläozoischen Gesteinen erweisen sich die Kontakte stets als mehr minder bedeutende Bewegungsflächen.

Die enge Nachbarschaft der Serpentinmassen der Vardarzone zu den von NO her anpressenden kristallinen Schiefen der Skopljer Crna Gora, Schubschollen von Kristallin an der Basis der Serpentinmassen von Ostrovica im oberen Lepenaetal, der ursprüngliche Verband von Serpentin Ostgriechenlands (Soufflion) mit Altkristallin stellen auch die Frage zur Erörterung, ob und wie weit es sich bei vielen dieser basischen Eruptivmassen etwa um aus einer Kristallinserie herausgepreßte Gesteinspakete handelt. Die gewaltigen, schweren basischen Massen zwischen Vardar und Lepenac wären, unter dieser Vorstellung, wohl zerrüttet, aber nicht etwa überstülpt, sondern unter Beibehalt ihres ursprünglichen Lotes, also mit der erzreichen Basiszone zutiefst, unter dem Drucke der Aufschuppung der Vardarzone einige Kilometer südostwärts vom Kristallinrand weggewandert.

Feststeht, daß vorgosauische und nachgosauische Tektonik über die Serpentinmassive hinweggegangen sind, letztere stellen ein bedeutsames Bauelement der Dinariden dar. Daher sind auch die Chromerzlagerstätten richtige vortektonische Gebilde, die aber durch die Tektonik keine sonderliche Metamorphose erlitten haben. Hingegen lösten die schweren Erzkörper innerhalb minder schweren Nebengesteins in bevorzugter Weise Störungen an ihren Grenzen aus, vielfach Rutscherze in die Klufzerrisse einschleppend — bedeutsam für den Ausrichtungsbetrieb des Bergbaues.

Die Metamorphose des Muttergesteins erschöpft sich vielorts in Ausbildung einer schiefrigen Serpentinzone im Kontaktbereich, die gleichsam eine Schutzhülle für den wenig oder nicht versehrten Kern der basischen Eruptivmasse bildet. Die Serpentinisierung, wohl automorph bereits eingeleitet, erleidet in stark durchbewegten Zonen einen höheren Grad. Asbestbildung, Smaragditisierung von Pyroxeniten, Chloritisierung usw. stellen keine ausgeprägten regionalen, sondern mehr örtliche Umbildungen dar.

Umwandlung des Serpentin zu Phlogopitfels, bei Lojane<sup>14)</sup> in Südserbien beobachtbar, erfolgte durch postgranitische Lösungsdurchtränkung unter Kalizufuhr in Granitnähe, ebenso granitnahe sind die Neubildungen von farblosem oder weißem Diopsid, Uwarowit und Kalkspat dortselbst; wahrscheinlich verdanken auch die von Prof. Tučan<sup>15)</sup>, Zagreb, im Granit von Lojane nachgewiesenen Minerale Wollastonit und Prehnit ebenfalls einer Lösungsreaktion am Kontakt ihre Entstehung. Syenit, den Tučan von Lojane besonders hervorhebt, stellt nur eine räumlich ganz beschränkte Faziesausbildung des vorherrschenden Granits dar, der Dazit von Lojane wurde von mir als quarzführender Andesit beschrieben; keinesfalls haben der prachtvolle Drusendiopsid, Uwarowit und Phlogopit im chromerzführenden Serpentin von Lojane etwas mit Dynamometamorphose zu tun. — Hier sei auch auf eine genetisch ähnliche Paragenese auf einer Chromitlagerstätte in Quebec, Kanada, verwiesen, zitiert von B. T. Denis,<sup>4)</sup> S. 81: drusenweißen Diopsids, Uwarowits und chromhaltigen Vesuvians im von Aplit durchschwärmten, chromerzführenden Serpentin.

Das Chromeisenerz widersteht in hohem Maße metamorphosierenden Einflüssen als auch den oxydierenden Einflüssen der Oberfläche. In durchbewegten Erzen ist im Dünnschliff mitunter Chromitkornzerfall unter Abscheidung winziger Magnetitoktaederchen beobachtbar. Chrom der Lösungen wandert vornehmlich in den Aufbau von sekundär gebildetem Granat, Pyroxen und Amphibol ein; Neubildung von Chromchlorit (Kämmerrit) ist spärlich, reichlicher war eine solche zusammen mit Uwarowit granitnahe im Chromerz von Lojane vorhanden. Chromocker tritt selten auf.

Einer besonderen Umwandlung verfällt der Peridotitserpentin im Oberflächenbereich des jungtertiären Reliefs unter dem Einfluß regionaler Thermendurchtränkung im Gefolge der großen Andesiteruptionen. Es bildet sich, pseudomorph nach Serpentin, deckenartig eine Limonit-Hornstein-Zone von 30 bis 50 m Mächtigkeit heraus, in denen die Chromitlagerstätten unversehrt bleiben, doch infolge Zersetzung des Serpentin der Kornzwickel zu sandigem Zerfall neigen (z. B. um Veluce und Cačak im westlichen Morawatal, Serbien).

Bergbaugeologie und Geophysik im Dienste des Chromerzbergbaues. Die Erkenntnis der verschiedenen beobachtbaren geologischen Bedingtheiten des Auftretens der Chromeisenerzlagerstätten innerhalb der Peridotitmassive des Balkans weist auch der Bergbaugeologie den Weg zur Hilfeleistung im Chromerzbergbau. Die Bedeutung der Basiszone für bevorzugte Ansammlung von Chromerz fordert nach Möglichkeit jeweils deren Festlegung in der Natur. Die Beobachtung der Ausbildung des Nebengesteins,

Feststellung etwaiger Neigung zu lebhafter Differentiation an sich, Erkenntnis zonerer Großgliederung, Schluß von Erzstruktur auf Lagerstättentypus, Studium der Tektonik und insbesondere im einzelnen der Störungen im Bereich erzführenden Peridotits, Beobachtung des Serpentinisierungsgrades und von Neigung zur Verebnung als mitunter mittelbare Folge des Vorhandenseins reichlich störungsbegrenzter Erzvorkommen, das Streichverhalten von Schlierenplatten — hiermit sind einige der wesentlichen Punkte angeführt, deren Beobachtung und Studium sich die Bergbaugeologie zunutze macht, um dem Chromerzbergbau und insbesondere seinen Schurf- und Ausrichtungsproblemen zu Hilfe zu kommen. Ins einzelne gehende geologische Aufnahmen ober- und untertags sind hierfür Voraussetzung.

Von Seite der Geophysik wurde bereits mehrfach, auch am Balkan, versucht, durch die neuzeitlichen geoelektrischen Meßverfahren verborgene, nicht an die Oberfläche reichende Chromerzkörper aufzudecken. Untersuchungen in dieser Richtung, durchgeführt 1930 in Teilen des südserbischen Chromerzgebietes, erwiesen die elektrischen bzw. elektromagnetischen Methoden als vorläufig noch nicht geeignet; Nebengestein und Erz zeigen wechselnde, oftmals übergreifende elektromagnetische Eigenschaften. Die Unzahl der Störungen und deren verschiedener Durchfeuchtungsgrad wirken in ihren Indikationen oft verwirrend. Mehr Aussicht auf Brauchbarkeit winkt feinmagnetischen Untersuchungen, Inklinations- oder Totalintensitätsmessungen, wie solche mit einigem Erfolg u. a. auf chromerzführenden Gebieten Neufundlands in Kanada<sup>5)</sup> durchgeführt wurden.

Technisch-wirtschaftliche Bedingnisse des balkanischen Chromerzbergbaues und Ausblick auf seine Entwicklungsmöglichkeiten. Der Gewinnungsbetrieb auf Chromerz geht als Tagbau, Stollenbau und Tiefbau vor sich. Die Verteilung der Chromerzausscheidungen auf zahlreiche Vorkommen von oft nur kleinen und kleinsten Größenordnungen bedingt bei großzügiger Ausbeute reviermäßige Zusammenfassung der Betriebe, um auch der Lösung von Transportfragen ausreichende Grundlagen zugeben.

Ausrichtungsbetrieb, Planung und Tempo der Durchführung desselben erfordern besondere Aufmerksamkeit. Die Stollenleistungen im Peridotitgestein sind — abgesehen von Ausnahmen besonders im Pyroxenfels — günstig, Verbrauch an Sprengstoff mittlerer Brisanz ist mäßig, Zimmerung fallweise erforderlich. Kernbohrungen können nur ausnahmsweise die geologischen Beobachtungen eines Stollenaufschlusses ersetzen und sind daher nur in besonders geeigneten Fällen mit Vorteil zu verwenden; Kernverlust bis zu 90%!

Abbaubetrieb entweder aufsteigend als Firstenbau in Scheiben mit Vollversatz oder absteigend mit Bruchversatz. Für Bruchbau ist selbst harter, massiger, wenig serpentinierter Peridotit erstaunlich gut geeignet. Holzverbrauch normal, keine besonderen Druckerscheinungen.

Der mittelmäßig serpentinierte Peridotit ist in der Regel wasserdurchlässig; Störungen oder durchbewegte Zonen wirken wie wasserstauende Schieferhorizonte.

In der Regel findet bei der Grube obertags Handkuttung in verschiffbares Derberz und Wascherz statt. Eine zentrale Aufbereitung verarbeitet das Wascherz nach naßmechanischen Methoden, die noch vielfach verbesserungsfähig sind, zu Konzentrat.

Der Chromerzbergbau am Balkan hat im letzten Jahrzehnt eine aufsteigende Entwicklung genommen; planmäßige, beharrliche Ausrichtungsarbeit in den bereits bekannten Erzrevieren als auch ausreichend Möglichkeit der Auffindung neu zu erschließender Chromerzgebiete lassen seine Nachhaltigkeit erwarten. Voraussetzung bleibt, daß eine günstige Marktlage stets die Durchführung großzügiger Untersuchungsarbeiten ermöglicht.

### Schrifttum

Allgemein und außerbalkanische, chromerzführende Peridotitgebiete:

1) G. Berg: Geochemie. Leipzig. 1929. — 2) A. L. Hall: The Bushveld Igneous Complex. Journ. Chem. Met. Min. Soc. South Africa, Johannesburg, vol. 26. 1926. — 3) E. Sampson: May Chromite crystallize late? Econ. Geology, vol. XXIV, Nr. 6. 1929. — 4) B. T. Denis: The Chromite Deposits of the Eastern Townships of the Province of Quebec. Bureau of Mines, Canada. 1932. — 5) A. K. Snelgrove: Chromite Deposits of Newfoundland. Dep. of Nat. Resources, St. John's. 1934. — 6) Earl Ingerson: Layered Peridotitic Laccoliths of the Trout River Area, Newfoundland, Yale University, New Haven, Conn. 1935.

Balkanische Chromerzgebiete:

7) B. Walter: Beitrag zur Kenntnis der Erzlagerstätten Bosniens. Sarajewo. 1887. — 8) C. Doelter: Die Mineralschätze der Balkanländer und Kleinasien. Stuttgart. 1916. — 9) F. Koßmat: Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. Berlin. 1924. — 10) E. Nowack: Der nordalbanische Erzbezirk. Abh. prakt. Geol. usw. Berlin. 1926. Albanien bergwirtschaftliche Möglichkeiten. Intern. Bergwirtsch. 1928, H. 11. — 11) M. T. Luković: Geology and ore deposits around Raška and Novipazar. Jugoslavia, Rud. i Top. Vesnik. 1929. — 12) P. Lepez: Die Chromitlagerstätte Fteri in Nordgriechenland. Metall u. Erz, 1929, H. 4. — 13) M. Donath: Geol.-miner. Studien an serbischen Chromitlagerstätten. Freiberg. 1930. — 14) G. Hießleitner: Geologie mazed. Chromerzlagerstätten. Berg- u. Hüttenm. Jhrb. 1931. Zur Lagerstättengeologie d. dichten Magnesits in Griechenland und Serbien. Berg- u. Hüttenm. Jhrb. 1934. Einbruch von Granit und Andesit in Chromerz führenden Serpentin von Lojane. Z. prakt. Geol. 1934. — 15) F. Tučan: Syeniti, Graniti i Daciti od Lojane. Jugosl. Akad. Zagreb. 1936. — 16) Eugenijs Gorsky: Prilog Petrografija Rudnika Čačak. Vesn. Geol. Inst. Kralj. Jugoslavije, Kn. V. 1937.

## Die Entwicklung des Kohlenbergbaues in Rumänien nach dem Kriege

Von Dr. mont. Ing. Carl Hochstetter, Kirchbichl i. Tirol

Mit 2 Textabbildungen

Das heutige Rumänien besitzt an nennenswerten Bodenschätzen nicht, wie häufig angenommen wird, ausschließlich Erdöl, allenfalls noch Gold in abbauwürdiger Menge, sondern durch Erwerbung von ausgedehnten Gebieten im ehemaligen Ungarn auch bedeutende Kohlenlagerstätten. Die wertmäßige Erzeugung von Erdöl beträgt heute beispielsweise 59%, die von Kohle mit etwa 2 Mill. t im Jahre immerhin 16% der gesamten Bergbauproduktion, ist also nicht zu unterschätzen.

Die Kohlenproduktion des Altreiches betrug nur einen Bruchteil von der des heutigen Rumänien, sie belief sich zu Beginn des Weltkrieges auf etwa 250.000 t im Jahre, war somit von ganz untergeordneter Bedeutung. Auch war es zum größten Teil Braunkohle milderer Qualität mit 3000 bis 4000 Kalorien Heizwert, welche mit unzureichenden, veralteten Methoden gewonnen wurde. Ein einziges Vorkommen, das von Comanesti-Darmanesti, lieferte hochwertige Braunkohle, eine Art Glanzkohle von 5000 bis 5600 Kalorien Heizwert. So kam es, daß sich die Bahnen und die Industrie soweit als möglich auf Ölfeuerung eingestellt hatten, um nicht teure Auslandskohle kaufen zu müssen. Der Anteil des Kohlenverbrauches auf den Kopf der Bevölkerung beträgt in Rumänien auch heute nur 1,2 q gegenüber 10 q in Österreich. Für Heizzwecke dient selbst in den Städten vorwiegend Holz, jährlich fallen ausgedehnte Wälder dem Brennholzraubbau zum Opfer. Deshalb wird immer mehr auf eine stärkere Verwendung von Kohle und Kohlenbriketts hingearbeitet.

Es war gewiß kein Zufall, daß im August 1916 nach der Kriegserklärung Rumäniens an die Mittelmächte der Angriff der rumänischen Armee sich auf das unmittelbar an der früheren ungarisch-rumänischen Grenze gelegene ausgedehnte und reiche Steinkohlengebiet des Schyltales von Petroşeni-Lupeni richtete (s. Abb. 1). Der nur aus ungarischer Grenzwahe bestehende Grenzschutz wurde rasch durch ein unter Führung von Bergingenieuren stehendes Bergarbeiterbataillon verstärkt und konnte damit das Vordringen



der zahlenmäßig weit überlegenen rumänischen Streitkräfte zumindest verlangsamen und die Evakuierung des an die 15.000 Bergknappen zählenden Kohlenreviers ermöglichen. Die Arbeiter der damals größtenteils der Salgo-Tarjaner Bergwerks A. G. gehörenden Gruben wurden auf andere Bergbaubezirke derselben Gesellschaft, wie Dorog und Salgo-Tarjan, aufgeteilt und verblieben dort bis zur Wiedereroberung des Gebietes durch die deutsche Armee unter Führung der Generäle Mackensen und Falkenhayn im November desselben Jahres. Beim Rückzug zerstörten die rumänischen Truppen einen Teil der Förderschächte, allerdings nicht so gründlich, wie es die Engländer mit den rumänischen Anlagen für die Erdölgewinnung besorgten.

Im Jahre 1917 stieg die Kohlegewinnung vorübergehend durch verstärkte Heranziehung der übrigen unversehrt gebliebenen Schächte. Infolge Zubruchegehens zahlreicher Strecken und Abbaue und nachfolgender schwerer Grubenbrände gerieten aber die



Abb. 1. Lageplan der Kohlenreviere Rumäniens

Gruben immer mehr in Verfall. Dazu kamen im Jahre 1919 Streiks mit schweren Ausschreitungen gegen die Werksleitungen, und nur durch Anwendung brutaler Gewalt gelang es dem rumänischen Militär, Disziplin und Ordnung notdürftig wiederherzustellen. In den anderen Kohlenrevieren des nunmehr von Rumänien besetzten Gebietes stand es nicht viel besser, so bei den Steinkohlenwerken von Anina-Steierdorf im Banat.

Wenn ich hier die Entwicklung des Kohlenbergbaues verfolge, so kann ich mich auch weiter auf die des Schyltaler Kohlenbeckens beschränken, da die Erzeugung dieses an der Gesamterzeugung mit etwa 60% beteiligt ist und eine Stellung wie beispielsweise das Ruhrgebiet in Deutschland oder der steirische Kohlenbergbau der Alpenin Montangesellschaft in Österreich einnimmt.

Der Fördermenge nach an zweiter Stelle reiht sich das größtenteils dem Eisenwerk Reşiţa gehörende Steinkohlenrevier von Steierdorf-Anina mit einer Tagesförderung von etwa 60 Waggon. Die geringmächtigen Flöze dieses Reviers sind jedoch bereits bis zu einer Tiefe von 800 m ausgebaut. Als nächstes wäre das bereits erwähnte, im Altreich gelegene Glanzkohlengebiet von Comaneşti zu nennen, welches bei einer Tagesförderung von 60 Waggon das wertvollste im Altreich ist.

Mehrere kleine Gruben im Departement Dâmboviţa, nahe der Hauptstadt und am Rande des Erdölgebietes von Moreni gelegen, erzeugen zusammen täglich etwa 50 Waggon

lignitische Braunkohle. Ähnliche Förderziffern weist das Revier von Câmpolung-Poenari auf, welches gleichfalls Lignit liefert. Die bei Târgu-Jiu und im südlichen Banat gelegenen kleinen Anthrazitvorkommen sind von geringer Bedeutung.

In Siebenbürgen wäre noch zu nennen: Die Grube Concordia in Vulcan bei Kronstadt (Braşov) mit einer modernen Luftaufbereitung und Brikettfabrik, nördlich davon die Gruben von Baraolt und die von Aghireş-Bagara bei Klausenburg (Cluj) mit je 20 bis 30 Waggon Tagesförderung. Der Vollständigkeit halber sei noch das Glanzkohlenvorkommen von Lupoia-Bobota erwähnt, weiters das Lignitvorkommen von Corniţel, zwischen den Städten Oradea und Cluj und die im Goldrevier von Brad gelegene 12-Apostel-Grube der gleichnamigen Gesellschaft (jetzt „Mica“ A. G.).

Alle die genannten kleineren Gruben in Neu-Rumänien hatten vor dem Krieg kaum eine Bedeutung, sie haben erst aus der Nachkriegskonjunktur Vorteile gezogen und ihre Erzeugung vorübergehend verdoppeln oder verdreifachen können.

Vom Jahre 1920 angefangen sehen wir ein ständiges Ansteigen der Produktion bis zum Jahre 1927 (s. Abb. 2), worauf ein ebenso stetiges Abgleiten sogar bis unter den Tiefstand der Jahre 1919 und 1920 erfolgte. Erst im Jahre 1934 trat wieder eine langsame Erholung ein. Vergleicht man die Erzeugungskurve mit jener der Gütererzeugung in den meisten europäischen Ländern, so erblickt man darin eine auffallende Gleich-

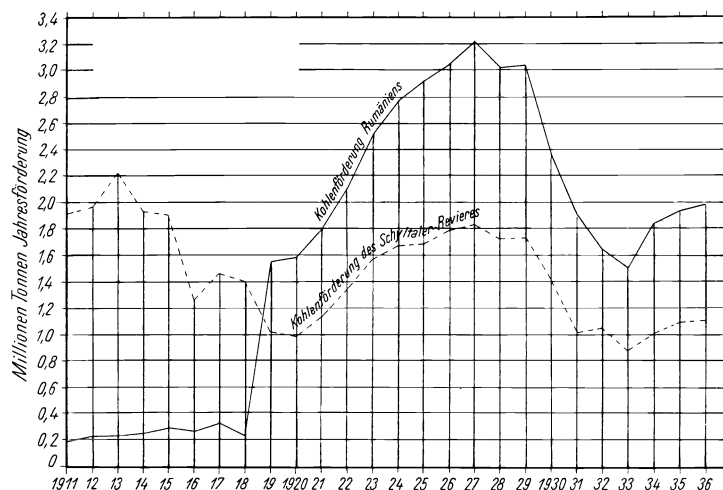


Abb. 2. Entwicklung der Kohlenförderung Rumäniens und der des Schiltaler Reviers von Petroseni-Lupeni

förmigkeit. Die Kohlenförderung bzw. der Kohlenbedarf stellt ja häufig einen brauchbaren Gradmesser für das wirtschaftliche Gedeihen eines Landes dar. Dies gilt jedoch nur für ein Land, welches seine Erzeugung ausschließlich im eigenen Lande absetzt und welches nicht wie z. B. Österreich selbst bei wirtschaftlicher Depression noch zusätzliche Kohle einführen muß. Hier freilich gibt es keine solchen Schwankungen in der Erzeugung, hier schwankt ausschließlich die Einfuhrmenge.

Im Jahre 1920 machte sich in den zu Rumänien geschlagenen Gebieten ein empfindlicher Kohlenmangel geltend. Die ungarischen Bahnen in Siebenbürgen und im Banat liefen früher nur zum geringsten Teil mit Schiltaler Kohle, sie wurden vornehmlich mit der besseren, zumindest reineren Fünfkirchner und Salgo-Tarjaner Kohle beliefert, wie überhaupt die ungewaschene Schiltaler Kohle im ehemaligen Ungarn wegen ihres hohen Schiefergehalts (20 bis 25%) eine untergeordnete Rolle spielte. Daß trotzdem in den Jahren 1910 bis 1915 so hohe Förderziffern erreicht wurden, ist den günstigen Abbauverhältnissen (vielfach noch Tagbau) zu verdanken, welche außerordentlich niedrige Gestehungskosten ermöglichten. Es entstand also in den ersten Nachkriegsjahren eine ausgesprochene Mengenkonjunktur. Der Bedarf war so stark, ausländische Kohle wegen des ständig sinkenden Währungskurses fast unerschwinglich, so daß ohne Rücksicht auf die Qualität der Kohle jede Menge reißend Absatz fand. Eine Steigerung der Leistungsfähigkeit der Gruben konnte aber wegen der gänzlichen Desorganisation und wegen Aussperrung ganzer in Brand geratener Grubenfelder nur schrittweise vor sich gehen. Außerdem fehlte es an Arbeitern, insbesondere an geschultem Personal. Angestellte der Betriebe

wurden in verschiedene Gebiete geschickt, um Arbeiter anzuwerben, Arbeiterkolonien wurden gebaut, neue Schächte geteuft und weite Grubenfelder neu aufgeschlossen. Dem Arbeitermangel wurde auch dadurch abgeholfen, daß jeden zweiten Tag Überschichten im Nachtdrittel verfahren wurden, die Arbeiter waren also durchschnittlich 12 Stunden am Tag beschäftigt, trotz 8stündiger gesetzlicher Arbeitszeit. Da die Überschichten mit 50% Zuschlag entlohnt wurden, gab es jedoch niemals nennenswerte Widerstände gegen diese Einführung. Erst als man nach Absinken der Konjunktur statt Überschichten Feierschichten einlegen mußte, kam für Unternehmer und Arbeiter die Ernüchterung und die Erkenntnis, daß die sieben fetten Jahre — es waren tatsächlich sieben — nicht so genutzt worden waren, daß ein Durchhalten der sieben nun folgenden mageren Jahre gewährleistet war.

Ein grundlegender Fehler bestand darin, daß man den Absatz ganz auf den der Staatsbahnen basierte und den übrigen Markt gänzlich vernachlässigt hatte. Wohl wurden dort in all den Jahren etwa 80% der Gesamtförderung abgesetzt und nur 10% bei privaten Käufern, der Rest für Eigenverbrauch (6%) und Deputate (4%) benötigt, doch fortschreitende Betriebsverbesserungen, Umarbeitung von Lokomotiven auf Ölfeuerung oder auf Lignit mit Pacura- (Masut-) Zusatz, schließlich auch Abnahme des Personen- und Frachtenverkehrs führten nicht nur zu einem stetig sinkenden Bedarf, sondern auch zu immer größeren Ansprüchen bezüglich Qualität der Kohle, welche man nach Möglichkeit zu befriedigen suchte. Die privaten Käufer hingegen mußten nicht nur höhere Preise zahlen als die Staatsbahn, sondern bekamen häufig Kohle, deren Übernahme die Bahn wegen schlechter Qualität verweigerte, und dies gerade in einer Zeit, als die Industrialisierung des Landes Fortschritte machte und immer stärker als Abnehmer in Erscheinung treten mußte.

Im Jahre 1930, zur Zeit, als die nationale Bauernpartei unter Maniu und Vajda maßgebenden Einfluß auf die Geschäfte des Staates gewonnen hatte, holte die Generaldirektion der Staatsbahnen zu einem gewaltigen Schlag aus. Sie erklärte, nur dann weiter Schyltaler Kohle abzunehmen, wenn sich die Gewerkschaften verpflichten, nach Ablauf eines Jahres nur noch gewaschene Kohle zu liefern; andernfalls würden die Schutzzölle aufgehoben und der zu Dumpingpreisen angebotenen polnischen Kohle die Grenzen geöffnet werden. In der Zeit der ärgsten Depression mußten nun jene Gewerkschaften schleunigst eine Wäsche bauen, dazu noch einen 25%igen Verlust durch Ausscheidung der Berge in Kauf nehmen. Angesichts der in den guten Jahren aufgestapelten Reserven keine Unmöglichkeit, jedoch eine gewaltige finanzielle Anspannung für die Unternehmer. Die Gesteungskosten mußten von heute auf morgen wesentlich gesenkt werden. So entschloß man sich zu einem radikalen Mittel. Die eben erst fusionierte Gesellschaft Petroşeni-Lupeni, welche nun — außer einem kleinen staatlichen Betrieb (Lonea) — die Gesamtproduktion des Schyltales bestritt, sperrte von ihren 13 Grubenbetrieben innerhalb eines Jahres 7 Betriebe und setzte den Stand ihrer Arbeiter und Angestellten von etwa 11.000 auf 6400 herab. Eine Maßnahme, welche nur vorstellbar ist in einem Land, wo es keine Arbeitslosenfürsorge, ja überhaupt keine Arbeitslosenfrage gibt. Zur Vermeidung von Unruhen wurden die Arbeiter samt Familien zwar kostenlos, aber zwangsweise an einen zu wählenden neuen Aufenthaltsort, meist ihren Geburtsort oder zu Verwandten „aufs Land“ befördert. Die im Zentrum des Reviers gelegene Ortschaft Vulcan, wo etwa 3000 Arbeiter mit Familien wohnten, wurde buchstäblich evakuiert und lag jahrelang verödet darnieder, bis im vorigen Jahre der Bau einer Gasmasken- und Einsatzpatronenfabrik wieder Leben in den verlassenen Ort brachte.

Auch im Nachbarort Lupeni, wo zwei von vier Betrieben stillgelegt wurden, werden sich die verlassenen Bergarbeiterwohnungen wieder füllen, da dort demnächst eine Kunstseidenfabrik in Betrieb genommen werden soll.

Um die lange Bahnstrecke von Petroşeni über Simeria-Sighişoara (Schäßburg)-Braşov (Kronstadt)-Predeal zur Hauptstadt Bukarest abzukürzen, ist schon lange der Bau einer neuen, etwa 25 km langen Bahnlinie durch den Engpaß von Surduc mit Anschluß

an die bestehende Bahnlinie bei Târgu-Jiu geplant, welche über Craiova eine um etwa 100 km kürzere Verbindung mit der Hauptstadt herstellen wird. Verschiedene Brücken, Viadukte und Tunnels sind bereits fertiggestellt, nach längerer Unterbrechung nahmen vier große Baufirmen vor kurzem die Arbeit wieder auf.

Eine weitere Absatzmöglichkeit wäre durch Ausfuhr nach Jugoslawien gegeben, sobald die geplante Donaubrücke bei Turn-Severin fertiggestellt ist. An derselben Stelle hatte schon der römische Kaiser Trajan eine Brücke bauen lassen, die aber bereits seit Jahrhunderten zerstört ist.

Hand in Hand mit den angeführten wirtschaftlichen Maßnahmen gingen die technischen Verbesserungen der Betriebe. Führte schon die stetig steigende Produktion bei Arbeitermangel zwangsläufig zu einer weitgehenden Mechanisierung der Betriebe, so erzwang später das Absinken der Konjunktur durchgreifende Ersparungen durch Rationalisierung. Dies erklärt auch die Tatsache, daß unser österreichischer Bergbau mit einer derartigen sprunghaften Entwicklung, wie sie dort vor sich ging, nicht Schritt halten konnte. Hier fehlten dazu nicht nur die finanziellen Mittel, sondern auch das entsprechende Ausmaß der Kohlenschätze. Eine Vorstellung über den Kohlenreichtum, allein des Schyltaler Reviers, gibt die errechnete Kohlenmenge von 1 Mill. t auf 1 m Teufe. Bei etwa 400 Waggon Tagesförderung und 250 Arbeitstagen schreitet der Bergbau bei restloser Ausbeutung der Kohlenschätze nur um einen Meter im Jahr in die Tiefe fort.

Die Abbauleistung wurde durch Verwendung von Großschrämmaschinen, verbunden mit Schüttelrutschen und Förderbändern, erhöht, neue Abbaumethoden mit langen Fronten wurden eingeführt. Dort wird die Kohle zur Erhöhung des Stückkohlenfalles fast ganz ohne Schießen, nur durch Schrämen und mit Abbauhämmern hereingewonnen. Die Abförderung ist vollkommen mechanisiert, Abbaubeleuchtung fehlt fast nirgends. Die Streckenförderung konnte gleichfalls weitgehend mechanisiert werden, da die Hauptförderstrecken im druckfesten Liegendgestein aufgefahren sind.

Infolge Zusammenlegung der Gruben mußten in letzter Zeit, seit der Absatz wieder im Steigen ist, die Schachtfördereinrichtungen vergrößert werden. In Aninoasa z. B. wird ein neuer Zentralschacht für eine tägliche Fördermenge von 3000 t gebaut, in Petrila ist ein Skipschacht für 5000 t geplant.

Bei den besonders brandgefährlichen Gruben wurden schon kurz nach dem Krieg Spülversatzanlagen eingerichtet, die inzwischen teilweise von dem kostspieligeren, aber in vieler Hinsicht vorteilhafteren Blasversatz verdrängt wurden. Wo keine solchen Anlagen bestehen, wird Handversatz mit Schüttelrutschen oder Kratzbändern eingebracht.

Zur Erhöhung des Absatzes wurden umfangreiche Maßnahmen durch Veredlung der Kohle getroffen. Wie kurz erwähnt, besitzt die Gesellschaft Rheowäschen, und zwar in Petrila für 300 t Durchsatz und in Lupeni für 200 t Durchsatz in der Stunde. Der Heizwert der gewaschenen Kohle beträgt 6400 bis 7200 WE bei 3 bis 6% Feuchtigkeitsgehalt. Zur Entlastung der Wäschen, bzw. zur Erhöhung deren Wirkungsgrades wurde in Lupeni unter Tage ein Laboratorium eingerichtet, worin die Kohle durch Schwimm- und Sinkversuche (Schwefelsäurescheidung) in vier Gruppen geschieden wird.

Die im Jahre 1931 in Petrila errichtete Brikettfabrik erzeugt Eierbriketts von 50 g und prismatische Briketts von 3 kg Gewicht. Die Kohle von 0 bis 3 mm Korngröße wird hierzu auf Trommeltrocknern (mit Zellen) vorgetrocknet und mit Steinkohlen- oder Erdölpech gemischt. Für Hausbrand erzeugt die Gesellschaft außerdem einen rauchlosen Brennstoff mit leichter Entzündbarkeit. Hierfür wird die Kohle in Ab-der-Halden-Schmelöfen zu Halbkoks verschwelt und dann brikettiert. Als Nebenprodukte werden Steinkohlenteer, Kreosot und Steinkohlenpech gewonnen.

Für die Speisung der 460 Elektromotoren mit einer Krafterzeugung von etwa 19.000 PS stehen mehrere Turbogeneratoren in der elektrischen Zentrale in Vulcan zur Verfügung. In Lupeni befindet sich eine eigene Sauerstofferzeugungsanlage für die Schweißaggregate und die Rettungsapparate.

Auf sozialem Gebiet hat die Gesellschaft für dortige Verhältnisse vorbildlich gewirkt. Bei allen Betrieben bestehen Arbeiterbäder, Arbeiterkonsumvereine, Kasinos, Kinosäle, Bibliotheksräume usw. Weiters hat sie aus eigenen Mitteln Sportplätze, Schulen, Kirchen und ein Säuglingsheim gebaut.

Zusammenfassend wäre zu sagen, daß sich in diesem von hohen Gebirgszügen eingeschlossenen Tal in aller Stille eine mächtige Kohlenindustrie entwickelt hat, welche aller Ungunst und Krisenstimmung der letzten Jahre zum Trotz seine Lebensberechtigung voll erwiesen hat und selbst dem schärfsten Konkurrenten im Inland, dem Erdöl gegenüber seine Stellung nicht nur zu halten, sondern ständig zu festigen verstanden hat. Die übrigen Kohlenvorkommen des heutigen Rumänien werden auch in Zukunft mangels größerer Reserven nicht annähernd eine solche Bedeutung für die Kohlenversorgung des Landes erlangen wie das Schyltaler Kohlenbecken von Petroşeni-Lupeni.

## Entwicklung des Magnesitwerkes in Satka während des ersten Fünfjahresplanes

Von Dr. mont. Ing. Ludwig Loch, Mayrhofen i. Tirol

Mit 3 Textabbildungen

### 1. Geographische Lage

Das Magnesitwerk Satka liegt am Westabhang des Urals, ungefähr 60 km von der Wasserscheide entfernt, also im europäischen Rußland.

Auf der Eisenbahnstrecke Samara—Ufa—Slatoust—Tscheljabinsk zweigt von der Station Berdjausch eine Normalspurbahn, nach Süden führend, zu dem großen Eisenerzvorkommen Bakal ab und trifft am halben Wege, ungefähr 20 km südlich von Berdjausch, den Ort Satka. Satka selbst liegt rund 220 km südlich von Jekaterinenburg, dem heutigen Swerdlowsk.

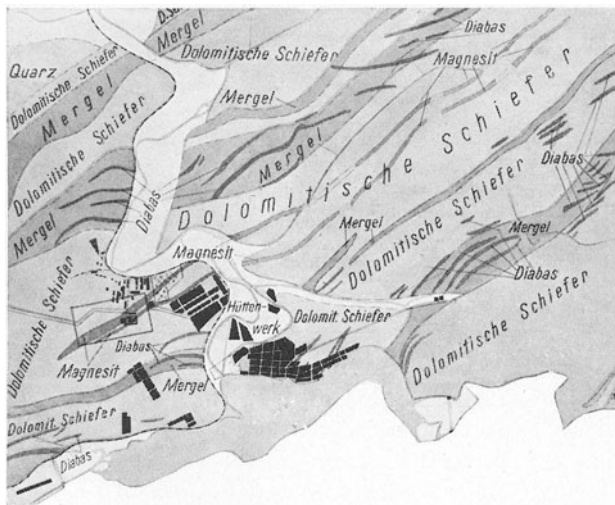


Abb. 1. Geologische Karte des Magnesitlagers in Satka.  
Maßstab zirka 1 : 100.000

### 2. Geologische Verhältnisse

Ungefähr 4 km nordwestlich vom Orte Satka, befindet sich ein Stock von Graniten und Quarzen, auf dem devonische Schichten von Dolomit, tonigen Kalkschiefern und Tonen aufgelagert sind, die ein Hauptstreichen von Nordost nach Südwest haben. Das Haupteinfallen ist nach Südost mit einer Neigung von rund  $30^{\circ}$ . In dieser Gegend befinden sich sehr viele Diabasgänge und -sprünge, die das gleiche Hauptstreichen haben, aber zu dem vorerwähnten Streichen widersinnig einfallen. Der Dolomit ist fein kristallin, fast dicht entwickelt, hat eine bläuliche Färbung und führt in der Nähe von Satka mächtige Magnesitbänke, die in einer Längserstreckung von ungefähr 8 km anstehen und die stellenweise außergewöhnlich mächtig entwickelt sind. Die größte Mächtigkeit erreichen die Magnesitlager am südöstlichen Teil des Vorkommens (Karagaj), bzw. am nordöstlichen Ende des Linsenzuges, am Wolfsberg (Abb. 1).

Der Magnesit hat ein ähnliches Aussehen wie die steirischen Magnesite, hat eine grauweiße Farbe mit gelblichem Stich, ist fein- und grobkristallin, jedoch nie so feinkristallin wie der Dolomit.

Während der ersten Jahre des Fünfjahresplanes wurden zahlreiche Schurfbohrungen durchgeführt, auf Grund welcher im Jahre 1931 die Vorräte von Satka wie folgt geschätzt wurden:

Karagaj .....	70 Mill. t	Polenichi.....	25 Mill. t
Tolaj .....	17 „ „	Wolfsberg....	51 „ „
Melnitschnaj .....	18 „ „		

Der Magnesit ist von außergewöhnlich guter Qualität, zeichnet sich durch seinen hohen Magnesiumoxyd Gehalt aus, hat wenig Kalk und Kieselsäure und auch geringe Beimengungen von Eisen und Aluminiumoxyd und ist für die Erzeugung von Sinter- und Kausterprodukten verwendbar.

### 3. Die Entwicklung des Werkes vom Entstehen bis zum Einsetzen des ersten Fünfjahresplanes und Stellung des Werkes in der Weltproduktion

Das Magnesitwerk in Satka wurde ungefähr um die Jahrhundertwende gegründet. Um diese Zeit wurde das große Eisenerzvorkommen südlich von Satka — Bakal — mit Hilfe einer Normalspurbahn an die transsibirische Eisenbahn angeschlossen. Mehr oder weniger war der Bahnbau Ursache des Auffindens der zur Zeit wohl größten Magnesitlagerstätte der Welt.

Ausgebeutet wurde das Lager von einer Aktiengesellschaft, an der vornehmlich deutsches Kapital beteiligt war. Das Absatzgebiet beschränkte sich auf die Hüttenwerke des Urals. Es wurde mehrmals versucht, auch die im Dongebiet liegende Hüttenindustrie Rußlands zu beschicken, doch war der Magnesit daselbst nicht konkurrenzfähig. Die Ursache lag nicht in der Qualität des Magnesits, sondern vor allem in der ungeheuer weiten Bahnfracht — liegt doch das Dongebiet ungefähr 2000 Eisenbahnkilometer von Satka entfernt. Es hat also die geographisch ungünstige Lage des Magnesitwerkes in Satka zur Zeit des Kapitalismus in Rußland eine Werksentwicklung in höherem Ausmaße verhindert.

Wenn man das Diagramm der Weltproduktion an Rohmagnesit betrachtet, so findet man, daß Rußland in den Jahren bis 1914 eine ungefähr gleichbleibende Jahresproduktion von 15.000 bis 20.000 t aufwies (Abb. 2).

In der Vorkriegszeit war, wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, Österreich in der Magnesitproduktion führend; hatte doch Österreich bis zum Jahre 1913 eine Produktion von über 400.000 t und dies war ungefähr 60 bis 70% der gesamten Weltproduktion überhaupt.

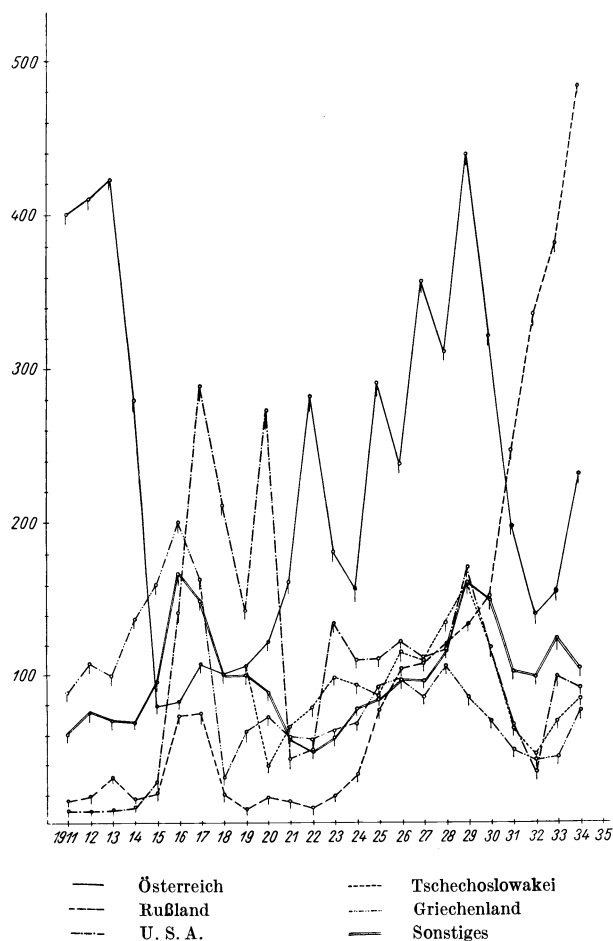


Abb. 2. Weltproduktion an Rohmagnesit in 1000 t

Die Zeit des Weltkrieges von 1914 bis 1918 hat dieses Verhältnis ganz wesentlich umgestoßen. Man sieht im Diagramm ein Anwachsen der Erzeugung in allen Ländern, die entweder der Entente angehörten, bzw. die Entente beliefern konnten, wie z. B. Rußland, die Vereinigten Staaten Amerikas und Griechenland und ein Absinken der Produktion der österreichischen Erzeugungsstätten, da die österreichische Magnesitindustrie nur auf den Binnenmarkt Mitteleuropas angewiesen war.

Das Magnesitwerk Satka erlebte in den Jahren 1916 und 1917 eine Hochkonjunktur. Später kam es wieder auf die vor dem Krieg gehabte Erzeugungsmenge zurück. In allen diesen Jahren war die Erzeugung rund 15.000 bis 20.000 t.

Erst mit dem Jahre 1923, mit Einsetzen der sog. Nepzeit, erfolgte ein allmählicher Aufschwung des Werkes Satka, und mit dem Einsetzen des ersten Fünfjahresplanes im Jahre 1928 erfolgte ein steter Aufbau und eine ständige Weiterentwicklung des Werkes.

Das Diagramm der Weltproduktion zeigt, daß auch in den Nachkriegsjahren bis zum Jahre 1929 eine steigende Erzeugung von Magnesit vorhanden war. Österreich allein, ohne die abgetrennte Tschechoslowakei, hat z. B. im Jahre 1929 fast den gleichen Stand an Produktion erreicht als die gesamte Produktion der Vorkriegszeit. Die Produktion Amerikas stieg, erreichte jedoch nicht mehr die Höhe, welche sie während des Krieges und knapp in der Nachkriegszeit hatte. Auch Griechenland und die übrigen Erzeugungsländer nahmen an dem Aufschwung der Stahlindustrie teil, jedoch setzte 1929 ein Verfall der Produktion ein und erfolgte ein stetiger Abstieg bis zum Jahre 1932.

Ganz anders aber verhält es sich bei der Entwicklung der Magnesitproduktion in der USSR., also vor allem des Magnesitwerkes Satka, welches fast hundertprozentig die Gesamtproduktion der USSR. deckt.

#### 4. Die Werksentwicklung für die Zeit des ersten Fünfjahresplanes 1928/29 bis 1932/33

Der erste Fünfjahresplan der USSR. setzte mit dem vierten Quartal des Jahres 1928 ein. Zu jener Zeit deckte sich in Rußland das Wirtschaftsjahr mit dem Kalenderjahr nicht. Das Wirtschaftsjahr begann jeweils am 1. Oktober und endigte am 30. September des folgenden Jahres.

Wenn wir nun die Werksentwicklung während dieser Zeit näher betrachten wollen, so müssen wir uns zuerst fragen, was wurde von Seite der maßgebenden Stellen als Aufgabe vorgeschrieben, was konnte erreicht werden, und schließlich, was ist erreicht worden. Ich habe diese Ziffern in Form eines Diagrammes (Abb. 3) festgehalten und darnach ist zu ersehen, daß die Vorschreibung des obersten Volkswirtschaftsrates folgende Ziffern verlangte:

Rohmagnesit:	1928/29	197.000 t		Sinter:	1928/29	54.000 t
	1929/30	275.000 „			1929/30	79.700 „
	1930/31	370.000 „			1930/31	103.000 „
	1931/32	460.000 „			1931/32	123.000 „
	1932/33	543.000 „			1932/33	151.000 „
Magnesitziegel:	1928/29	35.000 „		Kauster:	1928/29	7.000 „
	1929/30	35.000 „			1929/30	10.000 „
	1930/31	44.000 „			1930/31	19.500 „
	1931/32	55.000 „			1931/32	28.000 „
	1932/33	68.000 „			1932/33	35.000 „

Auf Grund dieser Ziffern wurde von Werksseite vor Einsetzen des ersten Fünfjahresplanes ein Entwurf gemacht; dieser wurde aber später vom Obersten Volkswirtschaftsrat nicht genehmigt und die Werksleitung wurde mit ihren Plänen zurückgeschickt.

Im März 1929, als ich in Satka ankam, fand ich nun folgendes vor:

Es wurde ziemlich stark gebaut; es war ein Drehrohrofen der Firma Fellner & Ziegler in Frankfurt am Main bereits in Montage, jedoch fehlte ein allgemeiner Bauplan, wie die Ausgestaltung des Werkes überhaupt durchgeführt werden soll.

Ich möchte hier einschalten, daß der Standort des Werkes vielleicht für die seinerzeitige Gründung des Werkes nicht schlecht gewählt war, denn das Werk wurde knapp neben der Lagerstätte, bzw. neben den damals anstehenden Magnesitausbissen zur Aufstellung gebracht. Später zeigte sich aber — dies war bei Beginn des ersten Fünfjahresplanes bereits bekannt —, daß das Werk selbst auf Magnesit stehe und daß daher für das Werk ein Schutzpfeiler im Vorkommen stehen bleiben müsse, der daher zur Magnesitverarbeitung — zumindest so lange das vorhandene Werk besteht — nicht herangezogen werden könne.

Zu jener Zeit wäre es leicht möglich gewesen, das Werk, da es auch im Terrain nicht besonders günstig liegt, anderen Orts zur Aufstellung zu bringen, eventuell auf das andere Flußufer zu verlegen, wo sich ein ausgesprochen schönes, ebenes Baugelände befindet, welches im Jahre 1931 für die Errichtung eines zweiten Magnesitwerkes, das während der Zeit des zweiten Fünfjahresplanes zur Aufstellung kommen sollte, in Aussicht genommen war. Leider wurde aber damals an eine Standortsänderung entweder nicht gedacht, zumindest aber diese unterlassen.

Es spielt selbstverständlich bei der ungeheuren Größe des Satkaer Magnesitvorkommens keine besonders große Rolle, daß diese Menge nicht abgebaut werden kann, aber es sind doch weit über 5 Mill. t, welche, solange das derzeitige Werk besteht, nicht abgebaut werden können.

Für die Fertigstellung des Fünfjahresplanes standen nun folgende Richtlinien fest:

Die Vorschreibung des Trustes, die ich vorher kurz angegeben habe, ferner die vorhandene Werkseinrichtung, sowie die Verwertung der bereits begonnenen Bauten und schließlich die Aufstellungs- und Baumöglichkeiten, welche mir durch das vorhandene Terrain vorgeschrieben wurden.

Die Aufgabe war aus diesem Grunde nicht besonders leicht zu lösen, weil die Initiative dadurch häufig eingeschränkt wurde, bzw. sich nicht derartig entwickeln konnte, wie es anderen Orts bei freier Entfaltungsmöglichkeit der Fall gewesen wäre.

Bereits drei Monate nach meiner Ankunft habe ich die gesamte technische Leitung des Magnesitwerkes Satka als technischer Leiter (Tehruk — erster Gehilfe des roten Direktors) übernommen.

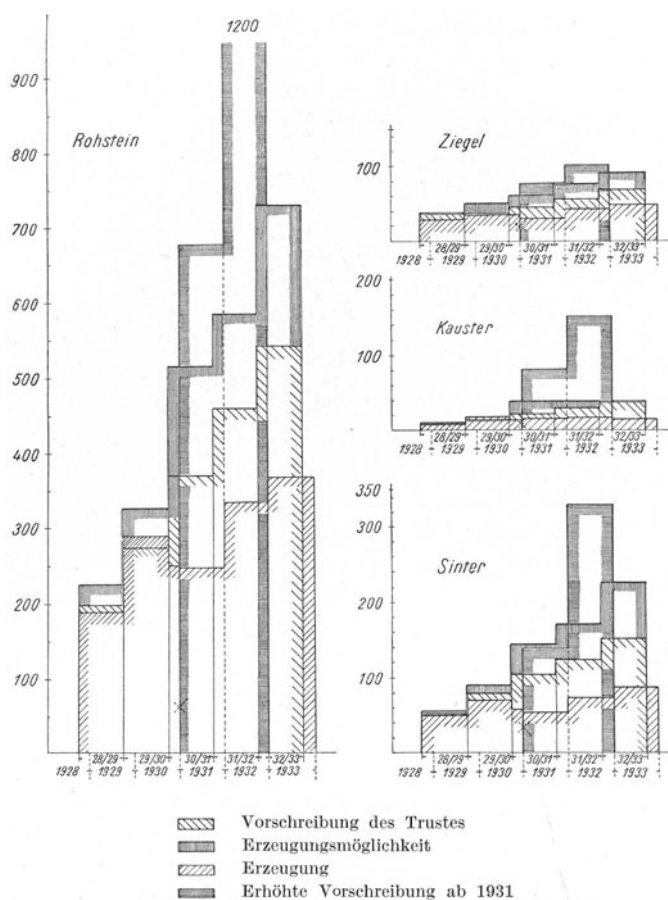


Abb. 3. Produktion des Magnesitwerkes Satka in 1000 t für die Zeit vom 1. Oktober 1928 bis 30. September 1932



Ich war in dieser Funktion erster Stellvertreter des roten Direktors in administrativer Hinsicht, trotzdem ich damals der russischen Sprache noch nicht mächtig war, war als technischer Leiter verantwortlich für alle technischen Begebenheiten und mir unterstanden der Bergbau des Werkes, die gesamten Produktionsstätten sowie das Konstruktionsbureau, die Neubauten und die Errichtung von Neuanlagen am Werk Magnesit.

Bis August 1929 brachte ich nun die Entwicklung des Werkes für den ersten Fünfjahresplan zu Papier und nach diesem Projekt hat sich die Möglichkeit ergeben, bei entsprechender Forcierung der Bauten, sogar eine höhere Leistung zu erreichen, als der Oberste Volkswirtschaftsrat vorgeschrieben hatte (s. Abb. 3). Die Ergebnisse der Leistungsmöglichkeit nach diesem Projekt waren folgende:

Rohstein:	1928/29	225.000 t	Sinter:	1928/29	51.000 t
	1929/30	327.000 „		1929/30	90.000 „
	1930/31	515.000 „		1930/31	144.000 „
	1931/32	585.000 „		1931/32	171.000 „
	1932/33	730.000 „		1932/33	227.000 „
Magnesitziegel:	1928/29	35.000 „	Kauster:	1928/29	7.000 „
	1929/30	50.000 „		1929/30	10.000 „
	1930/31	60.000 „		1930/31	37.000 „
	1931/32	75.000 „		1931/32	37.000 „
	1932/33	90.000 „		1932/33	37.000 „

Ich war bei der Projektierung bemüht, möglichst viel in den ersten Jahren zu schaffen und herzustellen, da ich damit gerechnet habe, daß vieles, was man sich im Projekt vornimmt, in der Praxis nicht zeitgerecht zu erreichen sein wird, und hatte durch die Projektierung erzielt, daß mir für das fünfte Jahr des Fünfjahresplanes etwas freie Hand bleibt, wo dann das eine oder das andere nachgeholt werden kann, was in den früheren Jahren nicht erreicht werden konnte.

Doch leider hatte ich bei der Projektierung auf zwei Dinge weniger Bedacht genommen. Einmal auf die ungeheuren Witterungsunbilden, die im Ural herrschen und die immer eine Bauverzögerung zur Folge haben; die Temperaturen sind derartig, daß zeitweise an ein Weiterbauen überhaupt nicht gedacht werden kann — ist doch im Jahre ungefähr 7 bis 8 Monate Winter. Auch die Beistellung von Baumaterialien und Arbeitskräften sind nicht derartig gewesen, daß an eine hundertprozentige Erreichung des Planes gedacht werden konnte, wie es vorgesehen war.

Andermal hatte ich nicht daran gedacht, daß auch ein Plan nichts Festes ist, so wie alle Gesetze im derzeitigen Rußland als keine feste Norm angesehen werden können. Denn etwas, was heute in Rußland recht und billig ist und als recht und billig gilt, ist vielleicht vor Jahren gemeinstes Verbrechen gewesen und kann vielleicht in kurzer Zeit wieder als etwas Ähnliches hingestellt werden. So war es auch beim ersten Fünfjahresplan.

Ich hatte schon eingangs erwähnt, daß zur Zeit meiner Ankunft das Wirtschaftsjahr mit 1. Oktober eines jeden Jahres einsetzte.

Nun ereignete sich ungefähr im April 1930 folgendes:

Aufrufe in unserem Werk und in ganz Rußland verkündeten, daß die USSR. zum Trotz der kapitalistischen Welt zeigen werde, daß sie ihren Fünfjahresplan nicht in fünf Jahren, sondern in vier Jahren fertigstellen werde. Gleichzeitig wurde bekannt, daß das vierte Quartal des Jahres 1930 als eigenes Wirtschaftsjahr angesehen werde und der erste Fünfjahresplan mit Ende 1932 endige und alle die Bauten und Projekte, die bis 1. Oktober 1932 hätten fertig sein sollen, bereits am 1. Jänner 1932 fertiggestellt sein müssen.

Ich hatte nun in meinem Projekt vorgesehen, daß ich mir das fünfte Jahr mehr oder weniger als Reserve gehalten habe, doch war ich trotzdem über die Neuregelung unangenehm überrascht, weil ich damals schon voraussah, daß wir, wenn uns auch alle möglichen Hilfsmittel zur Verfügung stehen, unmöglich die Projektziffern erreichen werden, aber auch nie die Vorschreibung des Trustes erreichen können.

Nun kam aber Ende 1930 eine neue Überraschung. Der Oberste Volkswirtschaftsrat hat mit Rücksicht auf die Entwicklung der übrigen Stahl- und Bauindustrien das Programm für die Bauentfaltung des Magnesitwerkes Satka noch weiter erhöht und betrug für das Jahr 1931 und 1932 die neuen Vorschreibungen folgende Tonnenzahlen:

Rohstein:	1931	680.000 t	Sinter:	1931	240.000 t
	1932	1,200.000 „		1932	330.000 „
Magnesitziegel:	1931	75.000 „	Kauster:	1931	80.000 „
	1932	100.000 „		1932	150.000 „

Es ist selbstverständlich auf den ersten Blick zu ersehen, daß derartige Vorschreibungen schon in einem normalen Wirtschaftskörper unerfüllbar sind und an die Erfüllung derartiger Forderungen in einem sich noch immer im revolutionären Zustand befindlichen Land, wie es damals Rußland war, überhaupt nicht gedacht werden konnte.

Uns fehlte zum Bauen im Jahre 1930 ja bereits alles. Es fehlte Zement, Holz, Eisen, Arbeitskräfte und Geld.

Ich habe selbstverständlich von Haus aus, als ich von diesen Ziffern hörte, erklärt, daß die Durchführung dieser Forderung unmöglich ist. Damals habe ich mir durch meine Stellungnahme bereits den ersten Sittenpunkt zugezogen. Ich habe auch zu dieser Zeit bezüglich des gesamten Fünfjahresplanes den Standpunkt eingenommen, daß ein Plan dazu da ist, daß man denselben erfüllt, wenn aber der Plan schon vergrößert werden muß, dann hat unbedingt derjenige, der den Plan aufgestellt hat, einen sehr großen Fehler gemacht. Dies war in diesem Fall die Planabteilung des Obersten Volkswirtschaftsrates selbst, und ist es schlecht um ihn bestellt, wenn er nach zweijähriger Durchführung des Planes daraufkommt, daß er das vorgeschriebene Produktionsprogramm um fast mehr als 100% hinaufschrauben muß.

Wenn Sie nun das Diagramm (Abb. 3) betrachten, so sehen Sie, daß beim Sinter die Forderung des Trustes im Jahre 1931 bereits eine Erhöhung von ungefähr 20% erfuhr, daß aber für das Jahr 1932 bereits zweieinhalbmal so viel gefordert wurde, als nach der ersten Vorschreibung in Aussicht genommen war. Bei der Erzeugung von Ziegeln ist der Unterschied nicht so groß. Dort erhöhte man die Forderung in einem Maße, daß sie noch im Rahmen des Möglichen geblieben wäre; aber was bezüglich des Kausters zu sagen ist, ist das, daß der Trust für das Jahr 1931 bereits das Dreifache verlangte gegenüber der eingangs für den Fünfjahresplan festgelegten Ziffer, und daß für das Jahr 1932 bereits das Fünffache verlangt wurde, was ehemals als Gesamtleistung vorgesehen worden war.

Wenn wir nun die Ziffern vergleichen, die tatsächlich erreicht wurden, so sehen Sie, daß diese Ziffern gegenüber den Forderungen des Trustes und noch mehr gegenüber dem vorhandenen Projekt ganz bedeutend zurückgeblieben sind. Die Ursachen für das Zurückbleiben sind wohl meist auf die unzulängliche und nicht zeitgerechte Beistellung von Baumaterialien und Arbeitskräften zurückzuführen.

Ich habe damals, als ich in Rußland war, die ganze Wirtschaft als die planloseste Planwirtschaft bezeichnet und dürfte mit dieser Bezeichnung wohl das Richtige getroffen haben. Während der ganzen Bauzeit war aber das Magnesitwerk in Satka bedeutend besser daran als alle anderen Werke, denn wir galten als Exportindustrie, also als ein Werk, welches fremde Devisen ins Land brachte, und wurden daher bei Vergebung von Auslandsbestellungen bevorzugt behandelt. Außerdem erhielten wir auch die meisten bei uns zur Aufstellung kommenden Aggregate aus dem Auslande, vor allem aus Deutschland, und wurden die gesamte Einrichtung für die Drehrohröfen, ferner die Einrichtungen für die Zerkleinerungsanlagen, schließlich die Pressen für die Ziegelerzeugung, die Mühlen für die Mahlanlagen usw. aus dem Auslande bezogen und fix und fertig geliefert. Gewöhnlich wurden uns die gesamten Einrichtungen von irgendeiner reichsdeutschen Firma zur Verfügung gestellt, von reichsdeutschen Monteuren montiert und dem Betrieb übergeben. In solchen Fällen mußte man ja auch mit einer eventuellen Bauverzögerung von einigen

Monaten rechnen, aber es bestand wenigstens die Aussicht, daß die Maschinen überhaupt geliefert wurden, zur Aufstellung gebracht und in Betrieb gesetzt werden konnten. Ganz anders aber verhielt es sich, wenn die Aggregate in Rußland bezogen werden mußten. In solchen Fällen gab es gewöhnlich eine Katastrophe.

Wir erhielten erst nach Monaten, vielleicht nach Jahren überhaupt das Aggregat und dann entsprach dieses nicht den gestellten Forderungen. Ganz ähnlich verhielt es sich, wenn wir für irgendeine Einrichtung nur einen Teil aus Rußland bezogen. Es konnte uns passieren, daß wir wegen Fehlens eines Becherwerkes od. dgl. ganze Einrichtungen nicht in Betrieb nehmen konnten, weil dieses Becherwerk eine drei- bis viermal so lange Lieferzeit beanspruchte als ein aus dem Auslande bezogener Drehrohrofen, eine Zerkleinerungsanlage od. dgl.

Die tatsächliche Erzeugung in der Zeit des ersten Fünfjahresplanes im Magnesitwerk in Satka betrug (Abb. 3):

Rohstein:	1928/29	189.000 t	Sinter:	1928/29	48.600 t
	1929/30	289.300 „		1929/30	69.000 „
	1930/IV	62.200 „		1930/IV	14.000 „
	1931	246.000 „		1931	52.400 „
	1932	334.500 „		1932	72.400 „
	1933	367.000 „		1933	86.900 „
Magnesitziegel:	1928/29	27.500 „	Kauster:	1928/29	6.100 „
	1929/30	35.500 „		1929/30	16.000 „
	1930/IV	8.900 „		1930/IV	3.300 „
	1931	29.000 „		1931	13.900 „
	1932	41.300 „		1932	14.200 „
	1933	47.000 „		1933	12.800 „

## 5. Bergbaubetrieb

Der Bergbau war zuerst nur auf dem westlich des Werkes gelegenen Teil der Lagerstätte Karagaj angelegt und es wurde fast der ganze Magnesit, der für Sinter- und Kausterzwecke notwendig war, in diesem Betrieb gewonnen. Nur im östlich des Werkes gelegenen Teil des Vorkommens vom Karagaj wurden zur Beschickung eines Tellerofens, der in der neu zu errichtenden Kausterabteilung stand, täglich ungefähr 20 t Rohstein gewonnen.

Ich möchte zum Bergbaubetrieb das eine bemerken, daß zur Zeit meiner Ankunft in Satka im Jahre 1929 10 bis 14 Etagen in Betrieb waren, die aber außergewöhnlich niedrig angelegt waren. Die Etagenhöhe betrug im Durchschnitt 2 bis 4 m und erfolgte damals die Förderung der gesamten Produktion nicht auf Schienen mit Hunten bzw. Feldbahnwagen, sondern ausschließlich während des Winters auf Schlitten und während des Sommers mittels Karren, die von Pferden gezogen wurden. Täglich waren damals am Bergbaubetrieb 80 bis 120 Pferde in Dienst gestellt. Die Gewinnung selbst geschah mit Hilfe von Preßluftbohrhämmern, die hierzu notwendige Preßluft wurde mittels Kompressoren erzeugt. Diese Geräte waren russischer Herkunft und waren von ganz guter Beschaffenheit.

Mit derart niedrigen Etagen konnte selbstverständlich eine solche Leistung, wie sie in letzter Zeit gefordert wurde, nicht erreicht werden und es wurde daher schon seinerzeit vorgeschlagen, daß die Etagenhöhe mindestens verdoppelt werden müsse, daß schwere Bohrmaschinen zur Herstellung von tiefen Bohrlöchern angeschafft werden müßten, daß Serienschüsse angelegt und eben eine entsprechende Massenproduktion einzusetzen habe. Einstweilen konnte aber nichts anderes gemacht werden, als daß wenigstens Feldbahnschienen und ein entsprechender Wagenpark angeschafft wurden, und begann im Sommer 1929 bereits eine Mechanisierung der Bergbauförderung Platz zu greifen.

Um den Höhenunterschied vom Bergbau bis zum Lagerplatz bei den Schachtöfen zu überwinden, habe ich damals einen Schrägaufzug gebaut. Selbstverständlich war diese Anlage nur provisorisch, weil sie rasch aus vorhandenen Materialien hergestellt werden

mußte, hatte aber mit dieser Vorrichtung den Großteil der Pferdeförderung ausschalten und ersetzen können und wurden die Pferde einem anderen Verwendungszweck zugeführt.

Der Rohsteinbedarf für die Drehrohrofenanlage wurde zu dieser Zeit aus auf Lager gelegtem Kleinmaterial der früheren Zeit gedeckt. Es war auch für das Jahr 1929 eine direkte Beschickung der Drehrohrofenanlage durch den Bergbau nicht vorgesehen. Um aber auf horizontalem Wege die Vorzerkleinerungsanlage der Drehrohrofen beschicken zu können, sollte nach Projekt im Jahre 1930 ein Stollen von der tiefsten aufgeschlossenen Sohle des Bergbaubetriebes angelegt werden; dies wurde auch durchgeführt und sollte für die Beschickung der Schachtöfen der Schrägaufzug entfallen und dafür ein Schachtaufzug in Verwendung treten.

Die Lagerstätte kann meines Erachtens nicht zur Gänze tagbaumäßig abgebaut werden, sondern muß für einen Teil derselben grubenmäßige Gewinnung wegen allzu großer Überlagerung in Betracht gezogen werden. Als aber in späterer Zeit die Erzeugung des Bergbaues bedeutend erhöht werden sollte, schritt man dazu, mit Baggerbetrieb am Bergbau zu arbeiten. Nach den Informationen, die ich nach 1932 erhalten habe, ist auch tatsächlich der Baggerbetrieb eingeführt worden. Es klingt unwahrscheinlich, daß man in einem Magnesitbergbau von der Handarbeit auf Baggerbetrieb übergeht. Ich habe auch diesbezüglich meine Bedenken geäußert, da es ja bei der Magnesitgewinnung nicht nur auf eine Massengewinnung ankommt, sondern weil auch bei der Gewinnung eine Handsortierung gleichzeitig durchgeführt werden muß. Die Lagerstätte in Satka ist aber von einer derartigen Reinheit, daß man sich wahrscheinlich einen Baggerbetrieb leisten kann.

## 6. Sinter- und Magnesitziegelproduktion

An Schachtöfen standen bei meiner Ankunft 14 Stück zur Verfügung, die sich wenig von den sonst in der Magnesitindustrie üblichen Schachtöfen unterscheiden. Seinerzeit waren diese Öfen zum Teil mit direkter Feuerung, zum Teil mit Gasegeneratoren betrieben. Im Jahre 1929 waren diese bereits auf Masutfeuerung umgebaut. Die Schachtöfen hatten den Nachteil, daß sie ziemlich niedrig waren, und man hatte verhältnismäßig hohe Wärmeverluste durch die Abgase.

Der Betrieb war, ähnlich wie sonst in der Magnesitindustrie, mit Handbeschickung und Entleerung der Öfen von Hand aus. Der Abtransport erfolgte ebenfalls mittels Hunten, mit denen das fertige Produkt abgefördert wurde, und es war vorgesehen, daß in späterer Zeit mit Hilfe mechanischer Anlagen der Abtransport erfolgen sollte. Es waren Schüttelrutschen, die in Kanälen seitwärts der Öfen gelagert werden sollten, in Betracht gezogen. Gleichzeitig sollte durch diese Kanäle die Verbrennungsluft angesaugt werden und sollte dadurch eine Vorwärmung der Verbrennungsluft und eine Kühlung der Rutschen und des zu transportierenden Gutes erreicht werden.

Die Anlage selbst konnte ungefähr 80.000 t im Jahr leisten.

Das Material wurde nun auf Lager gegeben, und es war außergewöhnlich schwierig, den weiteren Weg, den das Material für die Ziegelproduktion zu nehmen hatte, in eine einfache Bahn zu lenken, so daß von einer wirklichen Fließarbeit, die ja bei einer Neukonstruktion erstrebt werden muß, gesprochen werden konnte.

Ein Teil des Fertigproduktes wurde bereits am oberen Werke einer Sortierung unterzogen und wurde auf einem Schrägaufzug zu Tal gefördert. In der Nähe der Eisenbahnanlage befand sich ein neuer Lagerraum und eine zweite Sortieranlage, in welcher das Sintermehl und der gekörnte Magnesit weiter aufbereitet und sortiert wurde.

Im Raum des Schachtofengebäudes befand sich nun aber auch ein Drehrohrofen der Firma Pfeiffer, welcher bereits in der Vorkriegszeit zur Aufstellung kam. Es wurde wiederholt versucht, mit diesem Drehrohrofen Sinter zu erzeugen; dies ist aber nicht recht gelungen, zumindest waren die Resultate nicht einwandfrei, da der Drehrohrofen außergewöhnlich kurz war (35 m). Ich habe damals verlangt, daß dieser Drehrohrofen für die Kausterproduktion verwendet werden solle. Wir konnten mit dieser Anlage später

eine Tagesleistung von 40 t Kauster erzielen, und es war vorgesehen, diesen Drehrohrofen in die Kausteranlage zu überstellen.

Bevor nun der Sinter für die Ziegelerzeugung zu den Pressen gelangt, muß er eine entsprechende Ablagerung durchmachen, muß aufbereitet, gemahlen und gemaukt werden und waren in dieser Betriebsabteilung, einschließlich der Preßabteilung, ganz gewaltige Umbauten durchzuführen. Es gestaltete sich dieser Umbau ganz besonders schwierig, weil die bestehende Anlage ja weiter in Betrieb bleiben mußte und kein anderer Platz für die Durchführung des Baues zur Verfügung stand und die Produktion, wie ja früher ausgeführt, eine gewaltige Steigerung nebenbei erfahren sollte. Das Lager für diese Produktion wäre ungeheuer groß ausgefallen und es war auch das Bestreben vorhanden, das Sinterprodukt entsprechend zu kühlen, damit die Lagerzeit abgekürzt und die Lagermenge verkleinert werden kann. Es war vorgesehen, daß die Beschickung des Lagers und die Entleerung desselben mit Schüttelrutschen erfolgen sollte.

Für die Mahlanlage standen einige Kugelmühlen zur Verfügung und man hatte sich aus Leistungsgründen entschlossen, für die Mahlung Ringwalzenmühlen zur Aufstellung zu bringen. Auch die Anlagen mit diesen Maschinen wurden ausgestattet. Nun ist bereits im Projekt für das Jahr 1930/31 der diesbezügliche Umbau zur Fertigstellung vorgesehen gewesen. Tatsächlich hat sich aber der Umbau bis Herbst 1931 hinausgezogen. Nun handelte es sich dann weiter darum, die Presseanlage einer gründlichen Umarbeitung zu unterziehen. An Pressen standen mehrere Ein- und Zweilochpressen alten Systems zur Verfügung und sollten nach dem Projekt später zehn Dreilochpressen mit entsprechenden Pumpen- und Akkumulatorenanlagen der Firma Rheinguß in Mannheim zur Aufstellung kommen. Vorgesehen war, daß die Beschickung der Pressen mechanisch mit Bandförderung erfolgen sollte. Der zwischen Mühlenanlage und Preßanlage hergestellte Maukraum erhielt Kranbeschickung und -förderung und wurden im Maukraum entsprechende Mischschnecken und Mischkollergänge zur Aufstellung gebracht. Der Abtransport erfolgte mit Hilfe von Drehgestellen und Abstellwagen, wie sie in einer modernen Ziegelfabrikation Anwendung finden.

Bei meiner Ankunft in Satka standen drei Kammeröfen zum Brennen der Ziegel zur Verwendung und drei weitere Kammeröfen befanden sich im Bau. Ein siebenter Ofen, mit 14 Kammern wurde zum Brennen von Kaustermaterial verwendet, aber bald hierauf abgerissen, um Platz für den Neubau zu schaffen.

Die Kammeröfen hatten leider nur 18 Kammern und wurden erst die drei nächsten zur Aufstellung kommenden Kammeröfen, die nach dem ersten Fünfjahresplan vorgesehen waren, mit 24 Kammern ausgerüstet.

Die Trocknung der Preßlinge sollte in den Kammeröfen in eigens zu errichtenden Trockenräumen über den Kammeröfen durchgeführt werden, weil es sich als ungünstig herausgestellt hat, die Trocknung der Ziegel seitlich der Kammeröfen vorzunehmen, mit Rücksicht auf die ungeheure Kälte im Ural.

Da zu jener Zeit ebenfalls an eine Qualitätsverbesserung mit Hilfe von Magnetscheidung geschritten werden sollte und da auch die Erzeugung von Chrom-Magnesitziegeln in Angriff genommen wurde, mußte auch bei der Projektierung der Mahlanlagen und der Herstellung des Maukraumes auf diesen Produktionszweig Rücksicht genommen werden.

Um aber den Forderungen des Trustes zu genügen, war es notwendig, daß nicht nur neun Kammeröfen in Betrieb gehalten werden, sondern daß weiters noch zwei Tunnelöfen in das Projekt aufgenommen werden mußten.

Bis zu meinem Abgang im Jahre 1932 waren die neun Kammeröfen aufgestellt; für die Tunnelöfen war der notwendige Bauplatz bereits planiert, jedoch der Bau derselben noch nicht in Angriff genommen, und dürfte der Bau, wenn er überhaupt durchgeführt wurde, erst in späterer Zeit erfolgt sein.

Um aber die Ziegelproduktion doch noch zu steigern, mit Rücksicht auf die neuen Forderungen des Trustes sowie auf die Verzögerung der Herstellung der Tunnelöfen,

wurden anschließend an die neuen Kammeröfen noch zwei oder drei weitere Öfen im Jahre 1932 aufgestellt.

Durch diese Anordnung im Projekt war nun tatsächlich im oberen Teil des Werkes eine entsprechende Fließarbeit festgelegt und erfolgte der Abtransport der Fertigziegel ebenfalls über den schon erwähnten Schrägaufzug zur Geleiseanlage im Tal.

Damit nun aber die Sortierung der Ziegel, die anfänglich noch im Ofengebäude selbst durchgeführt wurde, besser ermöglicht werden konnte, bzw. um auch entsprechende Stapelungsmöglichkeiten für diese Ziegel zu erhalten, wurde eine große Halle zwischen dem Kopf des Schrägaufzuges und den Kammeröfen errichtet.

Wenn nun die hohe Sintermenge aufgebracht werden sollte, war es selbstverständlich notwendig, daß noch mehrere Öfen zur Aufstellung kommen mußten und war der Bau mehrerer derartiger Öfen vorgesehen.

Als ich im Jahre 1929 nach Satka kam, war ein Drehrohröfen der Firma Fellner & Ziegler mit einer Tagesleistung von 100 t in Montage und wurde dieser Ofen im Juli 1929 in Betrieb gesetzt. Vorgesehen war nun, daß noch drei weitere Drehrohröfen zur Aufstellung kommen sollten. Den ersten Ofen lieferte ebenfalls die Firma Fellner & Ziegler, welcher einen größeren Durchmesser hatte, jedoch die gleiche Länge und eine Tagesleistung von 180 t erreichte. Zur Feuerung der Drehrohröfen wurde Masut verwendet, jedoch war vorgesehen, daß später eine Kohlenstaubfeuerung verwendet werden sollte.

Zwei weitere Drehrohröfen stellte dann im Jahre 1931 die Firma MIAG auf, die ebenfalls eine Tagesleistung von je 180 t hatten, und war dafür ebenfalls Kohlenstaubfeuerung vorgesehen. Beide Anlagen hatten gegeneinander infolge Geländeschwierigkeiten eine Verschiebung und war ihnen bis zur Verladestelle eine entsprechende Bunkeranlage vorgeschaltet.

Der dritte Ofen, der von der Firma MIAG aufgestellt wurde, sollte bis 1930 in Betrieb sein, wurde aber überhaupt erst im Jahre 1931 angeliefert und war bis zu meinem Abgang im Jahre 1932 noch in Montage.

Für die weitere Sinterproduktion war folgendes vorgesehen:

Es sollten zusätzlich entweder noch zwei weitere Drehrohröfen zur Aufstellung kommen oder zwölf Schachtöfen nach dem System des Prof. Panameroff. Diese Schachtöfen, von denen während meiner Anwesenheit zwei zum Bau und zur Inbetriebsetzung kamen, hatten einen rechteckigen Querschnitt und sollten mit einer mechanischen Austragung ausgestattet werden. Während meiner Anwesenheit hat der Mechanismus jedoch nicht funktioniert und geschah der Austrag von Hand aus, ähnlich wie bei den anderen Schachtöfen.

Die Heizung dieser Schachtöfen erfolgte durch Generatorgas aus der Zentralgeneratoranlage.

### **7. Kaustererzeugung**

Das erstellte Programm für die Kausterproduktion war im Anfang ein ganz geringes und die Forderung des Obersten Volkswirtschaftsrates konnte bereits im zweiten Jahr erfüllt werden, um so mehr, weil zu dieser Zeit der bereits erwähnte alte Drehrohröfen von 35 m Länge zur Kausterproduktion herangezogen werden konnte. Als ich nach Satka kam, wurde zum Teil in einem alten Kammerofen Kauster gebrannt, doch war die Leistung dieses Ofens eine außergewöhnlich geringe; ferner war ein Telleröfen zur Aufstellung gebracht, der von der Fried. Krupp A. G. geliefert wurde und der eine Tagesleistung von nur 9 t hatte. Dieser Ofen wurde dann auf eine höhere Tagesleistung gebracht, ungefähr 12 bis 15 t, jedoch ist von einer weiteren Aufstellung, es war früher die Aufstellung von vier derartigen Öfen in Betracht gezogen worden, Abstand genommen worden.

Der Drehrohröfen wurde dann nach Projekt in die Kausteranlage überstellt und das Kausterprodukt wurde hier der Vermahlung in einer eigenen Mahlanlage zugeführt. Um aber die Gesamtleistung zu erreichen, sollte noch ein weiterer Ofen von 50 m Länge zur Aufstellung kommen.

Tatsächlich haben sich aber die Verhältnisse im Kausterbedarf ganz gewaltig überstürzt. Der Bau dieser Betriebsabteilung ist überhaupt nicht weiter im Sinne des Projekts ausgeführt worden. Die Forderungen waren derartig, daß an den Bau von fünf weiteren Drehrohröfen geschritten werden sollte, und es wurden im Jahre 1931 neue Projekte entworfen, nach denen weiter östlich neben der Kausteranlage bereits im Jahre 1931 drei Drehrohröfen mit einer Tagesleistung von je 100 t (MIAG) zur Aufstellung kommen sollten. Für diese Anlage wurde eine eigene Generatoranlage zur Aufstellung gebracht.

### 8. Transportwesen und Allgemeines

Bei der Projektierung, in der Zeit, bevor ich auf das Werk kam, hatte man aber scheinbar auf die Zubringung der Energien, vor allem der Kohle, für die einzelnen Erzeugungstätten vollständig vergessen. Es war die Tendenz vorhanden, von der Masutfeuerung in Satka überhaupt abzugehen und nur mit hochwertiger Steinkohle bzw. Braunkohle zu heizen, damit das Rohöl auf den Auslandsmarkt gebracht werden könne. Wahrscheinlich aus militärischen Gründen wurde im Jahre 1929 die Forderung erstellt, daß jedes Werk in USSR. ein Kohlenlager für einen mindestens viermonatigen Bedarf zu halten habe.

Um nun die Kohle zu stapeln, mußte ein größeres Kohlenlager auf den gegenüberliegenden Hängen angelegt werden. Dieses Kohlenlager wurde der Projektierung gemäß mit einem Kabelkran beschickt und entleert und sollte der Abtransport von hier zu den einzelnen Verbrauchsstellen mit Hilfe einer Seilbahn erfolgen. Die Seilbahn hatte eine Zwischenstation, bzw. eine Verteilungsstelle bei den Kohlenmahlanlagen der beiden Drehrohröfen und waren von hier Abzweigungen nach der Kausteranlage bzw. nach der Hauptgeneratoranlage und von hier weiter nach der Generatoranlage für den Tunnelofen vorgesehen.

Der Bau dieser Seilbahn war aber leider nicht dem Auslande, sondern einer russischen Firma in Karkow übertragen. Dies hatte nun zur Folge, daß eine ganz wesentliche Verzögerung in der Fertigstellung erfolgte. Ich will nur erwähnen, daß z. B. am 6. und 7. November 1931 die Kohlenmahlanlage für die ersten beiden Drehrohröfen feierlich in Betrieb gesetzt wurde, eine halbe Stunde mit Musikbegleitung lief und dann abgestellt werden mußte, aus dem Grunde, weil wir keine Transporteinrichtungen für die notwendige Kohle besessen haben. Selbstverständlich mußten wir den Ofenbetrieb trotz Mahlanlage und trotz vorhandener entsprechender Kohlenmenge mit Masut weiter aufrechterhalten.

Was für Fehler in der Projektierung vorgekommen sind, kann man so kurz gar nicht schildern, aber ich möchte zwei Fälle, die die Verhältnisse ziemlich kraß beleuchten, erwähnen. Die Drehrohröfenanlage, und zwar der erste Ofen mit 100 t Tagesleistung, wurde von der Firma Fellner & Ziegler geliefert und dazu auch die notwendige Brennanlage und Zerkleinerungsanlage. Nun kam der zweite Ofen mit 180 t Tagesleistung von der gleichen Firma zur Aufstellung, und als dieser bereits fertig war, kam ich darauf, daß für diesen Ofen überhaupt keine Zerkleinerungsanlage in Bestellung gegeben war. Die Durchsicht der Korrespondenz ergab, daß der Vertreter der Firma Fellner & Ziegler trotz Rückfrage erklärt hatte, daß das Magnesitwerk in Satka auf Jahre hinaus derartige Mengen von Feinmaterial habe, daß eine Zerkleinerungsanlage überhaupt nicht notwendig sei. Das entsprach aber natürlich nicht den Tatsachen. Die zur Verfügung stehenden Mengen waren für höchstens einige Monate ausreichend. Und wenn diese Mengen sogar dagewesen wären, so hatte der Mann leider vergessen, daß sich das Werk im Ural befindet, daß daselbst durch acht Monate das Erdreich und auch der anstehende Magnesitsand vollständig gefroren sind, im gefrorenen Zustand genau so wie der gewachsene Stein gewonnen werden müssen und dieser gefrorene Magnesitsand selbstverständlich genau so gebrochen und zerkleinert werden muß wie der Rohstein.

Daß derartige Fehler in der Bestellung überhaupt eintreten konnten, hatte vor allem seine Ursache in der steten Umorganisation, welche damals in Rußland üblich war.

Ich möchte erwähnen, daß ich durch ungefähr dreieinhalb Jahre in Rußland ausschließlich für dieses Werk tätig war und während dieser Zeit fünfmal die Zugehörigkeit zu den verschiedenen Trusten wechselte, gemeinsam mit dem Werk in Satka.

Im März 1929 trat ich beim Trust Uralmet in Jekaterinenburg ein, im Herbst des gleichen Jahres wurden wir zum Trust Stahl nach Moskau überstellt. Nach ungefähr Jahresfrist, im Herbst 1930, wurden wir wieder zum Trust Wostokostahl nach Jekaterinenburg zurücküberstellt und kaum nach einem Vierteljahr zum Trust Mineralrud nach Moskau.

Im Frühjahr 1931 gingen wir endgültig zum Trust Ogneupor Moskau über.

Wenn man wenigstens die Referenten in den einzelnen Trust mit dem Magnesitwerk überstellt hätte, so wäre es ja noch gut gewesen. Aber dies geschah nie; bis sich die Referenten im neuen Trust mit den Werksangelegenheiten halbwegs vertraut gemacht hatten, erfolgte regelmäßig wieder eine Überstellung zu einem anderen Trust.

## Das Gold der Donau

Von **D. Pantó**, Budapest

In den Jahren von 1932 bis 1934 habe ich im Auftrage des königl. ung. Finanzministeriums im Donauabschnitt der Kleinen Ungarischen Tiefebene Goldwaschversuche durchgeführt. Meine Mitarbeiter waren bei den Untersuchungen: Privatdozent Dr. E. Szádeczky-Kardoss, die Bergingenieure Dr. E. Schmidt, L. Zsille, V. Angyal, Z. Glück, J. Paál, B. Binder und Metallhütteningenieur J. Bodó.

Der Zweck der Versuche war eigentlich, ein wirtschaftliches Goldwaschverfahren auszuarbeiten, aber sie führten auch zur näheren Kenntnis des Donaugoldes, und ich möchte hier von letzteren Beobachtungen kurz berichten.

Es wurde zunächst festgestellt, daß sämtliche Schotter des Donautales goldhaltig sind: die Schotter aus 180 m hoch über dem Meeresniveau liegenden Hügeln ebensowohl, wie die unter dem heutigen Donauhorizont befindlichen mächtigen Ablagerungen und der Schotter vom levantinischen Alter ebenso wie der holozäne.

In den Donauablagerungen befindet sich Gold in zweierlei Formen. Die eine Art steckt im Innern der Schotterexemplare. Der andere, kleinere Teil befindet sich als aufgeschlossenes, freies, waschbares Gold zwischen den einzelnen Kies- und Sandkörnern in Form winziger Flitterchen.

Der Gehalt im untersuchten Gebiet beträgt größtenteils durchschnittlich 0,012 g je Kubikmeter an aufgeschlossenem, waschbarem Gold, dagegen enthält das Innere der Schotter je Tonne 0,3 bis 0,5 g Gold, d. h. wenigstens das Fünfzigfache des freien.

Da unsere Waschversuche mit Donauablagerungen verschiedensten Alters durchgeführt wurden und dabei das Material von 1100, meist bis zum Liegenden des Schotters sich erstreckenden Bohrungen und von zahlreichen Versuchsschächten durchgearbeitet wurde, können unsere Durchschnittsergebnisse als der Wirklichkeit naheliegend betrachtet werden.

Bezüglich der Menge des im Innern der Schotterexemplare befindlichen Goldes stehen mir zwar nur 20 Analysen zur Verfügung, die diesbezüglichen Ergebnisse werden aber durch andere Beobachtungen bestätigt. Namentlich erstens durch den Umstand, daß viele Gesteinsarten des Schotters, z. B. erzführende Gangquarzarten, aber auch verschiedene kristalline Schiefer, wie Gneisarten, Glimmerschiefer, Quarzite, welche einen bedeutenden Teil des Schottermaterials bilden, oft auch Gold in kleiner Menge führen.

Dieses Gold im Innern der Schotterexemplare belehrt auch über den Ursprung des Waschgoldes.

Wenn das Innengold der Schotter das Fünfzigfache des Waschgoldes beträgt, so konnte offenbar auch das Waschgold nicht als solches aus den goldführenden Gängen der



Hohen Tauern abwandern, sondern wurde unterwegs freigelegt, und zwar nicht nur aus dem Gangmaterial, sondern auch aus verschiedenen anderen Gesteinsarten des Schotter.

Dasselbe kann auch aus der Korngröße und Form des Waschgoldes gefolgert werden. Das Waschgold der Donau bildet nämlich nur sehr feine Flitterchen. Das im Laufe unserer langen Schürfungstätigkeit gefundene größte Goldflitter hatte das Gewicht von 0,36 mg, die kleinsten beobachtbaren wogen etwa 0,0058 mg, die durchschnittlichen aber 0,01 mg. Aus den größten Flittern würden also 3000, aus den kleinsten zirka 240.000 und im Durchschnitt 100.000 ein Gramm ausmachen. Aber auch unsere Goldwäscher von Beruf fanden nie größere Goldflitter. Das Waschgold der Donau stammt also wahrscheinlich aus sehr fein verteilten Goldimprägnationen und aus goldhaltigen Sulfiden. Erstere Abstammungsart wird durch die Beobachtungen des Privatdozenten Dr. F. Papp bestätigt, der in dem von mir gesammelten Material auch mit Quarz durchgewachsenes Gold fand. Auf sulfidische Erze weisen dagegen die an den Goldflittern beobachtbaren Lösungserscheinungen hin, bei deren Bildung der Schwefelgehalt der Sulfide anscheinend eine wichtige Rolle spielte. Auch diejenigen Goldvorkommnisse der Hohen Tauern, welche hier hauptsächlich in Betracht kommen, sind freigoldführende sulfidische Erze.

Mit dieser Behauptung steht scheinbar der Umstand in Widerspruch, daß die Donauschotter laut chemischen Analysenergebnissen neben Gold auch 25mal soviel Silber enthalten, während das Freigold die Feinheit von 950<sup>0</sup>/<sub>100</sub> hat. Auch der Silbergehalt der Goldgänge in den Hohen Tauern erreicht das Fünf- bis Zehnfache des Goldgehaltes.

Dies ist aber natürlich. Die freigewordenen Goldflitter wurden ausgelaugt und zunächst hauptsächlich entsilbert. Die dabei wirksamen Lösungsfaktoren waren, wie Privatdozent Dr. Szádeczky darlegte, die aus dem Zerfallen von Sulfiden und aus dem Liegendton pannonischen Alters herstammenden Schwefelsäure, Kochsalz und Mangandioxyd.

Das ausgelaugte Silber wurde auch an sekundären Vorkommnisorten aufgefunden. In der Umgebung der Gemeinde Ásvány nebst Győr, aber auch anderorts, kommt in der Nähe des Schotterliegenden etwa 10 bis 15 m tief im Sandanteil der Ablagerung und an der Oberfläche von Schotterstücken haftend Pyrit vor, welcher durch seinen hohen Gold- und Silbergehalt gekennzeichnet ist.

Die Analyse dieses mit anderen dunklen, schweren Komponenten gemischten Pyrits gab folgende Resultate:

S . . . . .	14,46%	Ag . . . .	210,0 g/t
Au . . . . .	6,8 g/t	Pt . . . .	2,2 „

Da der Pyrit nur etwa 30% des analysierten Materials ausmachte, der Edelmetallgehalt aber gänzlich an Pyrit gebunden war, ergibt sich der Edelmetallgehalt des Pyrits wie folgt:

Au . . . . .	20 g/t	Ag . . . . .	650 g/t	Pt . . . . .	7 g/t
--------------	--------	--------------	---------	--------------	-------

Dieser Gehalt an Edelmetallen ist ein Vielfaches des gewöhnlichen Edelmetallgehalts der Sulfidmineralien im Liegenden der Schotter und kann nur aus dem Schottermaterial stammen.

Der Umstand, daß im Schotter 25mal, hier aber 33mal mehr Silber als Gold vorkommt, ist die Folge des größeren Widerstandes des Goldes gegen Lösung.

Auf dieselbe Eigenschaft des Goldes kann auch die große Feinheit von 950 des Donauwaschgoldes zurückgeführt werden. Die Dicke der Goldflittern beträgt durchschnittlich 0,018 bis 0,013 mm, bei einer 15- bis 20mal größeren Breite und Länge. Ihre verhältnismäßig sehr große Oberfläche ist also besonders geeignet zur Auslaugung des leichter löslichen Silbers.

Die Oberfläche der Waschgoldflittern der Donau besteht unzweifelhaft aus Feingold. Dies kann aus der Beobachtung von Dr. Papp gefolgert werden, nach welcher die Goldflitter der Donau einfarbig sind, dagegen an der Oberfläche der Drau- und Murgoldkörner hellere und dunklere Streifen miteinander abwechseln. Letztere Erscheinung kann nur auf den veränderlichen Silbergehalt des Goldes zurückgeführt werden. Wenn also diese

Streifen an den Donaugoldflittern nicht zu beobachten sind, so muß der Lösungsvorgang im Donautal wirksamer sein und die Flitteroberfläche schon vollständig entsilbert haben. Die Oberfläche der Donaugoldflitter ist somit homogenes Feingold geworden. An den oberen Donauabschnitt werden aber noch wahrscheinlich gestreifte Goldkörner vorkommen.

Daß aber nicht nur Silber, sondern auch Gold während des Transports aufgelöst wurde, geht nicht nur aus dem erwähnten hohen Goldgehalt des Pyrits, sondern auch aus jenen drei- und viereckigen Ätzfiguren der Goldflitteroberflächen hervor, welche ebenfalls von Dr. Papp nachgewiesen wurden.

Wenden wir uns nun der Frage der Verteilung des Goldes in den Schotterablagerungen zu. Der innere Goldgehalt der Schotterstücke kann im Donautal überall als ziemlich gleichmäßig angenommen werden, obgleich die bezüglichen Analysen große Unterschiede zeigen. Dies kann aber mit dem Umstand erklärt werden, daß zur Analyse keine richtigen Durchschnittsproben angewendet wurden.

Der Waschgoldgehalt des Schotters variiert dagegen zwischen weiten Grenzen. An der Verteilung dieser Goldart konnten drei Faktoren als wirksam nachgewiesen werden: die primäre Ablagerung, die Lösung und nach Studien von Dr. Szádeczky die diagenetische Ausfällung.

Die großen und oft sprunghaften Unterschiede des Goldgehalts im Schotter, welche sich im Umstande äußern, daß der Durchschnittsgehalt von 0,012 g/cbm an Waschgold örtlich bis 0,5 und 0,8 g/cbm steigt, anderorts dagegen tief unter diesen Wert sinkt, sind durch primäre Ablagerungsverschiedenheiten bedingt.

Die örtlichen Goldkonzentrierungen in den Donauschottern sind immer Uferbildungen. Das Gold konzentriert sich mit Schotter von Nuß-, Wallnußgröße und mit Magnetit-Granatsand zusammen immer an der Innenseite der Flußkrümmungen oder an den Spitzen der Sandbänke. Im Flußbett, wo die Strömung des Wassers heftiger ist, kann sich das schuppige Gold von großer Oberfläche nicht endgültig absetzen. Im Flußbett bleibt daher der Goldgehalt immer unter dem Durchschnittswert. In der Innenseite der Flußkrümmung oder an den Sandbänken kann dagegen das Gold infolge ruhiger Strömungsverhältnisse zur endgültigen Ablagerung kommen. Hier wird dann das Edelmetall durch die windbedingte Brandung weiter konzentriert. Das Gold gelangt durch die Brandung allmählich höher an der Uferseite hinan, kann aber infolge seines hohen spezifischen Gewichts durch das langsam zurückfließende Wasser nicht mehr in den Fluß hineingeschwemmt werden. Hier kann man daher zuweilen Ablagerungen von 1,0 g/t Goldgehalt finden.

Unsere Bohrserien und Schächte zeigten auch in den alten pleistozänen und sogar in levantinen Schottern gewissermaßen reiche Ufer und goldarme Flußbette. Diese Anhäufungen sind aber infolge der langwährenden diagenetischen Lösungsvorgänge nicht mehr so ausgeprägt wie in den jüngsten Ablagerungen. Mechanisch kann das Waschgold offenbar seinen Platz nicht mehr verändern.

Die goldreichen Ufer sind in den alten Schottern übrigens den lebenden Reichufern der Donau ähnlich, und zwar auch hinsichtlich der Ausdehnung und Häufigkeit. Sie erreichen nur ausnahmsweise eine größere Mächtigkeit als 0,5 m, und ihre horizontale Ausdehnung ist gewöhnlich nicht größer als einige hundert Meter.

Dr. Szádeczky zeigte, daß die Goldanhäufungen in den älteren Ablagerungen hauptsächlich Zonen bilden, die mit dem Grundwasserhorizont ziemlich parallel liegen. Aus diesen und anderen Gründen folgerte er, daß diese Zonen diagenetischen Ursprungs sind und daß bei ihrer Bildung nicht nur Lösungserscheinungen, sondern auch Wiederausfällungen des Goldes stattgefunden haben.

Das gelöste Gold fällt also wieder aus. Die Menge dieses Neugoldes muß erheblich sein. Da man nur kaum einen fünfzigsten Teil des Innengoldgehalts der Schotter in Form waschbaren Goldes wiederauffindet, wurde dieser mangelnde Goldgehalt infolge seiner

sehr kleinen Korngröße wahrscheinlich teils während des Transports, teils aber diagenetisch nach der endgültigen Ablagerung aufgelöst. Es kann natürlich angenommen werden, daß ein Teil des gelösten Goldes durch strömende Wasser auch endgültig weggeführt werde. Die Menge und Form des Neugoldes wurde bisher nicht bestimmt, die bezüglichen Arbeiten sind aber im Gange.

Auch die Frage der Platinmetalle ist noch offen. Auf Grund des verhältnismäßig großen Platingehalts der an Edelmetallen reichen Pyrite könnte eine entsprechend große Menge von waschbarem Platin in den Schottern erwartet werden. Sichere Waschplatinflitter wurden aber nur in einem einzigen, und zwar solchen Schottervorkommnis gefunden, welches überhaupt keine echte Donauablagerung darstellt (namentlich im Schotter von der Gemeinde Agostyán nebst Tatatóváros).

Vielleicht werden unsere Nachfolger die Lösung dieser Fragen und auch die der wirtschaftlichen Gewinnung der großen Innengoldmenge und des leicht zugänglichen Waschgoldes der Donauschotter finden. Dies ist leider bei dem heutigen Stand der Vorbereitungstechnik kaum möglich, und wir müßten uns mit der Bereicherung unserer Kenntnisse begnügen.

## Der Goldbergbau in Jugoslawien

Von Ing. Stanko Planinšek, Blagojevič-Kamen

Die große wirtschaftliche Unsicherheit seit dem Jahre 1930 verursachte einen Mangel an Gold; es schien, daß Gold der einzige sichere Wert sei. Die Staaten schlossen es in die Tresors ihrer Notenbanken ein. Die ungleichmäßige Verteilung des Goldes verschlechterte die Situation, denn Amerika, England und Frankreich hielten zwei Drittel des Goldes in ihren Händen. Die Folge war ein Verteuern des Goldes und eine Steigerung der Produktion. Südafrika vergrößerte die Produktion um 15%, Rußland versechsfachte die Produktion, und stark stiegen auch die Produktionszahlen von Amerika. Auch in Jugoslawien begann ein intensives Schürfen auf Gold. Aus der Geschichte ist bekannt, daß die Römer auf der Balkanhalbinsel beträchtliche Mengen Gold gewonnen haben. Nicht unbekannt ist die Tätigkeit der sächsischen Bergleute seit dem Jahre 1200 vor allem dort, wo silberhaltige Bleierze anzutreffen sind. Auf allen jugoslawischen Goldlagerstätten findet man Spuren dieser alten bergbaulichen Tätigkeit. Obwohl die jugoslawische Goldproduktion mit der Goldweltproduktion nicht verglichen werden kann, bedeutet sie für Jugoslawien selbst einen wichtigen Faktor, berücksichtigend die Tendenz aller Notenbanken, Gold als Gelddeckung und Reserve aufzuspeichern: die gewonnene Goldmenge stieg von 1174 kg im Jahre 1934 auf mehr als das Doppelte im Jahre 1935 und betrug im Jahre 1936 bereits 2744 kg. Die meisten Goldbergbaue und Schürfe befinden sich im Besitze des ausländischen, französischen und englischen Kapitals, doch übt die jugoslawische Notenbank durch ihre Organe eine Produktionskontrolle aus, und alles gewonnene Gold muß der Notenbank zum Weltpreise verkauft werden.

Die meisten Goldvorkommen liegen im **östlichen Serbien**: neben bereits im Abbau befindlichen Lagerstätten werden in diesem Gebiet von in- und ausländischen Unternehmungen vielerorts intensive Schurfarbeiten ausgeführt. Die Basis von Ostserbien bilden verschiedene Familien kristalliner Schiefer in Verbindung mit großen Massen eines rötlichen Granits. Neben dem Kontaktmetamorphismus dieses Granits haben Durchbrüche des Gabbros im Paläozoikum und mächtige orogenetische Kräfte in der oberen Kreide und Alttertiär, begleitet von Andesitergüssen mit allen ihren Folgeerscheinungen, diesen kristallinen Schiefen, ihr heutiges Aussehen aufgedrückt. Quarz- und Granitadern in den Schiefen sind häufig. In Verbindung mit dem Quarz und den jüngeren Ergußgesteinen treten in den Schiefen Adern und Nester von silber- und goldhaltigen Sulfiden des Kupfers, Bleies und Eisens auf.

Die bedeutendste Lagerstätte dieses Gebietes, gleichzeitig der größte Goldproduzent Jugoslawiens ist die Kupferlagerstätte Bor. Im Jahre 1903 unter alten römischen Arbeiten im „eisernen Hüte“ entdeckt, wird die Lagerstätte seit dem Jahre 1904 von einer französischen Gesellschaft, die im Jahre 1919 die Anlagen erneuert hat, abgebaut. Die Erzvorkommen liegen in einer langen Zone nordsüdlicher Richtung, von Ergußgesteinen senonischen Alters, die den Sammelnamen Andesite tragen, sich jedoch stark den Mikrodioriten nähern. In einer der drei parallelen Störungen dieser Andesitzone liegt einerseits ein kompakter, großer, feinkörniger Schwefelkiesstock und andererseits in dessen Nähe eine Gruppe von kleineren Schwefelkiesstöcken, alle stark quarzhaltig mit Anreicherungen von primären und sekundären Sulfiden: Kupferkies, Kupferglanz, Kupferindig usw. Der Schwefelkies ist gold- und silberhaltig. Die einzelnen Stöcke, hydrothormaler Entstehung, haben eine elliptische Form, deren Hauptachse im Horizontalschnitte die Richtung NW—SO besitzt, mit einer Neigung gegen SW. Mit der Tiefe verschmälern sie sich und werden ärmer an Metall. Die Grube liefert Erz mit 2 bis 8% Kupfer und 3 bis 5 g Gold pro Tonne. Das Erz mit über 4,5% Kupfer kommt direkt in die Hüttenanlage. Durch das Semipiritschmelzen in den „Water-Jacket“-Öfen erhält man den Kupferstein, genügend reich für den Konverterprozeß, ohne vorhergehendes Rösten. Nach dem Konvertieren erhält man den sog. „Blister“, das Rohkupfer, welches in 75 kg schwere Ingots gegossen wird. Dasselbe enthält 30 bis 50 g Gold pro Tonne. Die Hüttenverluste betragen 2,5% Kupfer. Der Blister wird nach Deutschland, Belgien und Amerika verkauft, wo er, weil nicht genügend rein, der elektrolytischen Raffination unterworfen wird. Hierbei werden Schlämme erhalten, aus welchen durch Elektrolyse nach verschiedenen Verfahren (Prozeß von Moebius, von Wohlwill) Gold und Silber extrahiert werden. Aus den Erzen, die weniger als 4,5% Kupfer enthalten, wird in den Flotationsanlagen ein Konzentrat mit 25% Kupfer erzeugt, welches agglomeriert und verhüttet wird. Nachdem mit der Tiefe eine Verarmung des Erzes eintritt und beim bisherigen Abbau große, ärmere Erzmassen liegen gelassen wurden, wird die jetzige Flotationsanlage mit einer täglichen Kapazität von 400 t ersetzt durch eine neue, mit einer Tagesleistung von 2000 t, die Ende dieses Jahres in Betrieb gesetzt wird. Gleichzeitig befindet sich im Bau eine elektrische Raffinationsanlage, in welcher von den 45.000 t Rohkupfer, die die Hüttenanlage jährlich liefern kann, 20.000 t raffiniert werden können. Die Produktion, die bis zum Jahre 1932 im ständigen Steigen begriffen war, ist seit 1933 ungefähr konstant und beträgt 40.000 t Rohkupfer, aus welchem etwa 1800 kg Gold als Nebenprodukt gewonnen werden.

Vor der Entdeckung der Kupferlagerstätte Bor untersuchte der Entdecker derselben, Ing. Schistegg, eine ungefähr 20 km von Bor entfernte Bruchzone, gelegen am Abhange des Deli-Jovan-Gebirges, eines langen, von Südosten gegen Nordwesten streichenden Gabbromassivs. Die große Veränderlichkeit der Gabbrogesteine hinsichtlich des Mengenverhältnisses der Mineralkomponenten führte auch hier zur Bildung der verschiedensten Felsarten. Die Bruchzone ist in einer Länge von einigen Kilometern bedeckt von den Resten der Wascharbeiten der Römer, die die eisernen Hüte der in der Bruchzone auftretenden Goldquarzgänge auf Gold verwaschen haben. Die Plätze der alten Wascharbeiten liegen in Linien, entsprechend den fast seigeren, Nord 30° Ost streichenden Gangspalten. Diese sind durch jüngere, Nord 40° Ost streichende Spalten staffelförmig verworfen, nachträglich noch zusammengedrückt und ausgewalzt, in sich zerrissen und übereinandergeschoben. Die Gangfüllung, der geringmächtigen, stark absätzigen Gänge ist Quarz, stark imprägniert mit Schwefel und Kupferkies, seltener mit Bleiglanz. Goldreich ist nur der Schwefelkies. Eine im Jahre 1900 gebaute Aufbereitungsanlage mit einer Tagesleistung von 15 t, bestehend aus 2 Batterien von je 5 Pochstempeln, 4 Amalgamationstischen, 2 Kegelherden und einigen Zyanisationsbottichen, angeordnet am Ausbiß des stärksten Ganges, arbeitete bis 1903 mit wechselndem Erfolge. Im Jahre 1932 wurden von einer jugoslawischen Gesellschaft die Untersuchungsarbeiten von neuem

aufgenommen. Die alten Wascharbeiten wurden unterfahren und eine neue Versuchsaufbereitungsanlage mit einer Tagesleistung von 18 t gebaut. Dieselbe besteht aus den Zerkleinerungsmaschinen (Brecher und Kugelmühle), 2 Amalgamationstrommeln, 3 „Pachucas“, in denen die Rührlaugung des Erzes mit stark verdünnter Zyanlauge stattfindet, und den Fällungskästen mit Zinkfeilspänen, wo die Fällung der Goldlauge vor sich geht. Die Anlage verarbeitete Erz mit etwa 12 g Gold pro Tonne, lieferte auch kleinere Mengen Gold, wurde jedoch bald stillgelegt. Die Schurfarbeiten werden fortgesetzt, jedoch ist eine Wirtschaftlichkeit des Betriebes nicht gegeben infolge der starken Absätzigkeit der Gänge, ihrer geringen Mächtigkeit, der raschen Verarmung des Quarzes bereits bei kleiner Teufe und wegen der großen Kosten der Zyanisation infolge der vielen oxydischen Verbindungen des Kupfers, die in den oberen Teufen der Quarzgänge auftreten.

Etwa 80 km südlich der Donau, die im östlichen Serbien die Staatsgrenze zwischen Jugoslawien und Rumänien bildet, liegen die Goldquarzgänge von Blagojev-Kamen. Sie liegen vor allem in Chloritschiefern, doch findet man hier auf einer kleinen Oberfläche die verschiedensten Familien von kristallinen Schiefen: Gneise, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Amphibolgesteine, Kalksilikatgesteine usw. Es ist ein Hauptgang und eine Anzahl Nebengänge vorhanden. Der Hauptgang und die Nebengänge haben ein Generalstreichen Nord  $20^{\circ}$  Ost und fallen unter  $50^{\circ}$  gegen Osten ein. Die Mächtigkeit ist schwankend, von 0,3 bis 8 m. Jüngere Störungen verursachen, daß die Gänge stellenweise zusammengedrückt oder zerrissen und einzelne Teile derselben übereinandergeschoben sind. Die Gangfüllung ist ein gelblicher Quarz, stark imprägniert mit Sulfiden. Der Goldträger ist der Schwefelkies; Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende sind fast frei von Gold. Man kann ein dreimaliges Eindringen des Quarzes in die Gangspalten beobachten, jedoch nur der älteste gelbliche und mürbe Quarz ist goldführend. Dort, wo die Gänge bis zur Tagesoberfläche ausbeißten, war der eiserne Hut derselben Gegenstand der römischen Wascharbeiten. Bereits um das Jahr 1900 wurden hier intensive Schurfarbeiten ausgeführt. Im Jahre 1932 wurden die Arbeiten von einer französischen Gesellschaft erneuert. Der Abbau bewegt sich vor allem in der Oxydations- und Zementationszone, wo im schwammig zerfressenen Quarz Goldfitter bis Weizenkorngröße in reichlicher Menge gefunden werden. In der primären Zone scheint eine starke Verarmung der immer dicker werdenden Quarzgänge einzutreten, und zwar derart, daß die äußerst goldreichen Schwefelkiesimprägnationen einen immer kleiner werdenden Bruchteil der Gangmasse ausmachen. Die Aufbereitungsanlage wurde im Jahre 1933 gebaut und ständig entsprechend der Entwicklung der Grube vergrößert, so daß ihre jetzige Tagesleistung 130 t beträgt. Das Erz mit durchschnittlich 16 g Gold pro Tonne wird vorzerkleinert in 3 Backenbrechern, gelangt von hier in 3 Pochwerksbatterien mit je 10 Pochstempeln, wo die sog. innere Amalgamierung stattfindet, dann auf einige Gruppen von Amalgamationstischen und schließlich in geriffelte Gerinne. Durch diesen Amalgamationsprozeß werden ungefähr 75% des im Erz vorhandenen Goldes gewonnen. Zwecks Gewinnung des restlichen Teiles des Goldes, der so innig mit dem Schwefelkies verbunden ist, daß er nicht amalgamierbar ist, wird das Erz in 2 Kugelmühlen weiter zerkleinert und dem Zyanisationsprozeß unterworfen. Das Mischen der Trübe mit der stark verdünnten Zyannatronlauge erfolgt in Agitatoren, versehen mit mechanischen Rührwerken unter Zugabe von komprimierter Luft. Die Fällung des Goldes aus der Goldlauge erfolgt nach dem Merrill-Crowe-Verfahren mittels Zinkstaubs. Der Wirkungsgrad der Anlage beträgt 97%. Die Goldproduktion im Jahre 1936 stieg bereits auf über 400 kg.

Die meisten Bäche Ostserbiens, welche die Areale der kristallinen Schiefer durchschneiden, sind goldführend, daher auch die großen Flüsse, in welche sie einmünden: Pek, Timok, Mlawa und Porečka Reka. Das Gold dieser Flußsande stammt ab vom Zerfall der großen Anzahl von kleinen Quarzadern in den kristallinen Schiefen, die stets mehr als Spuren von Gold aufweisen. Jedoch nur der Pek, mündend in die Donau,

hat so große Goldseifen abgelagert, daß der Baggerbetrieb lohnend ist. Die Goldsande des Peks wurden schon von den Römern verwaschen; auch die Sachsen verarbeiteten reichere Partien in der Umgebung der Blei- und Kupfervorkommen nahe bei der Oberfläche. Auf allen alten Terrassen des Peks sind die Spuren dieser alten Wascharbeit sichtbar. Die abbauwürdigen Seifen des Peks erstrecken sich auf eine Länge von ungefähr 7 km, bei einer durchschnittlichen Breite von über 1 km. Die Tiefe beträgt etwa 6 m; in dieser Tiefe liegt auf einer ziemlich ebenen Lehmschicht des Tertiärs, welche teilweise Graniten, teilweise im unteren Teile des Peks Kalken und kristallinen Schiefen aufgelagert ist, die goldreichste Partie. Der durchschnittliche Goldgehalt der Goldseife beträgt 0,18 bis 0,21 g pro Kubikmeter. Das Gold ist sehr rein, der Baggerbetrieb leicht, da die ganze Seife aus nicht zu großem Schotter und im unteren Teile aus Sand besteht. Bereits im Jahre 1910 waren 4 Dampfbagger einer französischen Gesellschaft, die später in deutsche Hände überging, im Betriebe. Im Jahre 1934 erneuerte die Arbeiten eine jugoslawische Gesellschaft mit einem neuen Dampfbagger, dessen Tagesleistung 3300 cbm beträgt. Der Bagger, ausgerüstet mit der Schöpfeimerkette, der Wasch- und Klassiertrommel, den verschiedenen Gruppen von Sluices, neben der Antriebs- und Hilfsmaschinerie arbeitet mit einem Wirkungsgrade von über 90%. Die jährliche Goldproduktion beläuft sich auf ungefähr 200 kg sehr reinen Goldes. Die Seifen in den Nebentälern des Peks sind goldreicher als die Seifen des Haupttales und die Frage, ob dieselben mit kleineren Baggern rentabel verarbeitet werden könnten, wird geprüft.

In **Südserbien** im Kontaktgebiete der Rhodopemasse und der Vardarzone liegt die Blei-Zink-Lagerstätte Slišane. Dieses südliche Moravagebiet besteht vornehmlich aus Glimmerschiefen und Gneisen, die von tertiären Andesiten verschiedener Ausbildung, vornehmlich jedoch Pyroxenandesiten durchbrochen sind. Zahlreiche Mineralquellen sind die letzten Ausklänge dieser jungen vulkanischen Tätigkeit. In den Andesiten tritt eine große Anzahl von Erzgängen auf, die als Spaltenfüllungen anzusehen sind. Die Gangmasse besteht aus Quarz, der infolge eines nochmaligen Aufreißen der Spalten zerbrochen und mit jüngeren Quarzen und Sulfiden zu einer Brekzie verkittet ist. Die verkittenden Sulfide sind Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies und Schwefelkies. Die Lagerstätte besteht aus einem Hauptgange mit dem Generalstreichen Nord—Süd, steil einfallend gegen Westen, 0,5 bis 12 m mächtig und durch Quarzriffe an der Oberfläche kilometerweit verfolgbar, sowie einer Anzahl von Nebengängen gleicher Zusammensetzung, mit einem Streichen, abweichend  $15^{\circ}$  bis  $20^{\circ}$  gegen Westen vom Streichen des Hauptganges. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß im Quarz der Gangmasse Gold in äußerst feinen Fünkchen als Freigold auftritt. Wesentlich jünger sind die Zinkblende und der silberreiche Bleiglanz, die oft die Goldfünkchen umgeben. Schwefelkies ist die jüngste Bildung. Sekundäre Teufenunterschiede mit ihren charakteristischen Verbindungen sind vorhanden. Die primären Teufenunterschiede äußern sich vor allem in einem starken Anreichern der Zinkblende auf Kosten des Bleiglanzes mit der Tiefe. Die bis jetzt am Hauptgange seit dem Jahre 1932 von einer jugoslawischen Gesellschaft ausgeführten Arbeiten zeigen, daß der Gang nicht seiner ganzen Länge nach abbauwürdig ist, sondern daß nur zonale Anreicherungen, namentlich aber Scharungen des Hauptganges mit den Nebengängen einen rentablen Abbau gewährleisten. Am Ausgehenden der reichen Teile der Lagerstätte findet man Spuren des römischen Bergbaues in Form von unregelmäßigen Höhlen und zahlreichen Tagbauen. Die römischen Arbeiten sind von Grubenbauen unterfahren, ausgeführt von sächsischen Bergleuten, die nach dem Jahre 1200 die reichen bleiglanzführenden Partien des Ganges abbauten. Die im Jahre 1933 errichtete Aufbereitungsanlage ist intermittierend im Betriebe. Die Tagesleistung ist 200 t. Die Erze, zerkleinert in einem Kreiselbrecher und Kugelmühle, werden auf Gruppen von Amalgamationstischen amalgamiert, wodurch 30% des Goldes gewonnen werden. Durch nachträgliche Flotation gewinnt man ein goldsilberhaltiges Blei-Zink-Konzentrat, aus welchem in der angeschlossenen Hüttenanlage Gold und Blei gewonnen

werden. Die reicheren Partien der Lagerstätte liefern ein Erz mit 2,5% Blei, 6% Zink und etwa 4 g Gold pro Tonne. Nachdem mit der Tiefe der Zinkgehalt auf Kosten des Bleigehaltes stark ansteigt, wird die Aufbereitungsanlage von einer englischen Gesellschaft, die seit 1936 Besitzerin der Lagerstätte ist, dem Erz entsprechend umgebaut. Ein endgültiges Urteil über die Abbauwürdigkeit zu geben, ist noch zu verfrüht. Falls die im großen Maßstab ausgeführten Aus- und Vorrichtungsarbeiten genügend reiche Erzpartien in dem sehr langen Hauptgange aufschließen werden, kann das Vorkommen ein wichtiger Zinkproduzent, mit nicht unerheblichen Goldmengen als Nebenprodukt, werden.

Im **Bosnischen Erzgebirge** liegen die schon lange bekannten Vorkommen Bakovići, Trošnik und Ćemernica, wo einst eine ungarische, jetzt eine englische Gesellschaft Abbau im kleineren und Schurfarbeiten im größeren Maßstabe betreibt. In Bakovići sind kristalline Schiefer von sauren, karbonischen Ergußgesteinen durchbrochen. Eine Erzkluft nordsüdlicher Richtung, verworfen durch jüngere Klüfte, mit Mineralquellen, durchschneidet die Schiefer und die Porphyrite, ist jedoch nur im Bereiche des Schiefers erzführend. Die Kluff, die unter 50° gegen Osten einfällt, besteht entweder aus einem Ruschelmateriale oder ist als ausgesprochener Gang entwickelt. Die Gangmasse ist Pyrit und Siderit, seltener Kalzit. Die richtige Gangausbildung geht oft in ein System von Pyritschnüren über, die einige Millimeter bis 1 m mächtig werden. Der Goldträger ist der feinkristalline Pyrit. Der durchschnittliche Goldgehalt ist 7 g pro Tonne; der Silbergehalt ist groß. In einer einfachen Zyanisationsanlage mit einer Tagesleistung von 30 t werden die Erze des eisernen Hutes, insoweit er nicht von den Römern verwaschen wurde, verarbeitet. Das Goldausbringen ist nur 50%. Es ist noch nicht gelungen, den Pyrit der primären Zone rentabel auf Gold zu verarbeiten. Nördlicher liegt das Vorkommen Trošnik in derselben Formation, jedoch sind die Goldträger Schwefelkies und Fahlerze an Kuppen eines kontaktmetamorphosierten Kalkes gebunden. Der Kupfergehalt ist bedeutend. In Ćemernica liegt ein Antimonvorkommen mit einem größeren Goldgehalte. Die Anlage in Fojnica arbeitet seit 1937 und liefert monatlich etwa 15 kg Gold. Die bis jetzt gefundenen Erzreserven sind nicht bedeutend. Neben den besprochenen Goldlagerstätten gibt es noch eine Anzahl sowohl primärer wie sekundärer Vorkommen, wo im größeren Maßstabe geschürft wird, jedoch kann noch nirgends ein endgültiges Urteil abgegeben werden.

Die Schwankungen des Weltgoldpreises der letzten Zeit, als Folge der großen Goldproduktion, können kaum einen Einfluß auf den Goldbergbau Jugoslawiens haben, da die Bedürfnisse des Staates an Gold größer sind als die heimische Goldproduktion. Auch dürften diese Schwankungen nur einen vorübergehenden Charakter haben, weil unbedingt, früher oder später, eine Regelung in der Weltzirkulation des Goldes wird eintreten müssen, was nur in Form des freien Waren- und Geldaustausches geschehen kann; die Folge davon wird eine Stabilisation des Goldpreises sein.

## **Die Kohlenwirtschaft Bulgariens**

Von Ing. **Alexander Spassoff**, Pernik

Mit 2 Textabbildungen

### **1. Bisheriger Stand**

Der Kohlenbergbau Bulgariens hat seine Anfänge gleich nach dem Befreiungskriege vom Jahre 1878. Schon im nächsten Jahre haben die in Sofia ansässigen russischen Truppen in der Gegend von Moschino, unweit vom jetzigen Abbaubetriebe Perniks, etwa 900 t Kohle für ihren eigenen Bedarf ausgebeutet. Seitdem hat die heimische Kohlenförderung, mit gewissen Schwankungen, bis zum Jahre 1930 ständig zugenommen.

Der durchschnittliche jährliche Zuwachs, in Zeitabschnitten von 10 Jahren genommen, beträgt:

1880—1890	mittlerer Jahreszuwachs	2.310 t	oder	39,16%
1890—1900	.. ..	9.876 t	..	17,29%
1900—1910	.. ..	12.442 „	..	7,72%
1910—1920	.. ..	51.374 „	..	12,49%
1920—1930	.. ..	83.156 „	..	7,98%
1930—1936	.. ..	12.142 „	..	0,50%
Insgesamt	1880—1936	.. ..	30.000 „	.. 15,20%

Seit 1930 bis 1935 — die Periode der Wirtschaftskrise im Lande — ist die Produktion der Kohle höchst schwankend, indem sie in den Jahren 1930 und 1931 merklich sinkt, um im Jahre 1932 ihr Maximum von 1,761.148 t zu erreichen.

Maßgebender für die Periode der Wirtschaftskrise sind die Angaben für den Absatz der Kohle, welcher für die Zwischenzeit von 1930 bis 1935 (es fehlen Angaben von den Privatbergbauen für das Jahr 1936) einen mittleren jährlichen Zuwachs von 14.600 t zeigt, was 0,7% entspricht.

Denselben Angaben für den Absatz kann man entnehmen, daß das Jahr 1933 einen Wendepunkt in unserer Kohlenwirtschaft darstellt, indem die folgenden Jahre einen un-aufhörlichen Zuwachs zeigen, welcher für die Staatsbergbaue folgendermaßen zum Ausdruck kommt:

für das Jahr 1934	für die Staatsbergbaue	20.000 t,	insgesamt für alle Bergbaue	46.900 t
„ „ „ 1935	.. ..	13.000 „	.. ..	91.000 „
„ „ „ 1936	.. ..	31.000 „		
1. 1. bis 1. 7. 1937	.. ..	74.000 „		

Wenn man bedenkt, daß auch während der Periode der größten Wirtschaftskrise im Lande — 1930 bis 1935 — die Kohlenproduktion trotzdem im Durchschnitt einen jährlichen Zuwachs von ungefähr 14.600 t gezeigt hat, so kann man auf seine Existenzfähigkeit und seine großen Möglichkeiten für eine schnelle Entwicklung schließen. Ich werde am Ende meines Vortrages von neuem darauf zurückkommen, wobei ich den Versuch machen werde, den künftigen jährlichen Zuwachs, den man erwarten kann, zu bestimmen — das aber nur für die nahe Zukunft.

Während ihrer 57jährigen Existenz pas-sierte die Kohlenproduktion Bulgariens einige charakteristische Etappen, was aus nebenstehen-der Zahlentafel 1 zu entnehmen ist.

Die Zeit von 1879 bis 1910 verfloß im Kampf um den inneren Markt unserer Kohle, um den ganzen Bedarf sowohl für die Industrie und Hausbrand als auch den Bedarf unserer Staatsbahnen zu decken. In dieser Zwischenzeit wuchs die Einfuhr aus-ländischer Kohle fortwährend und erreichte im Jahre 1908 129.000 t. In derselben Zeit ist die Produktion der Inlandkohle nur um 10.000 bis 12.000 t jährlich gestiegen.

Die zweite Periode — von 1911 bis 1919 — stellt eine Zeit fortwährenden Rückganges in der Einfuhr ausländischer Kohle dar, die jährlich um zirka 15.000 t abnahm, um im Jahre 1919 ganz zum Stillstand zu kommen. In dieser Zwischenzeit wuchs die Inland-produktion um je 50.000 t jährlich.

Zahlentafel 1. Förderung, Einfuhr, Aus-fuhr und Absatz von Kohlen in Bul-garien vom Jahre 1900 bis 1936 in 1000 t

Jahr	Förderung	Einfuhr	Ausfuhr	Verbrauch
1900	123	16	—	139
1902	136	20	—	156
1904	147	35	—	182
1906	144	42	—	176
1908	186	129	—	315
1910	248	107	—	355
1912	339	15	—	492
1914	422	21	—	635
1916	641	4	—	645
1918	663	18	—	842
1920	761	1	4	762
1922	1032	1	19	963
1924	1225	13	6	1164
1926	1206	4	37	1210
1928	1430	4	10	1283
1930	1593	8	8	1447
1932	1761	1	1	1546
1934	1647	4	—	1429
1936	1665	2	—	1666



Die letzte — dritte Periode fängt im Jahre 1920 an und dauert bis heute. In dieser Zeit haben wir nicht nur keine Einfuhr von Auslandskohle (die Zahlen in der Tabelle

Zahlentafel 2. Schichtproduktivität, Selbstkosten und Verkaufspreise der Staatsbergbaue Pernik

Jahr	Produktivität pro Schicht in kg	Selbstkostenpreis in Lewa	Mittlere Verkaufspreise in Lewa
1924	382	251	330
1925	444	229	370
1926	630	214	343
1927	763	209	339
1928	803	194	333
1929	795	209	313
1930	743	219	298
1931	714	224	295
1932	729	217	290
1933	753	217	288
1934	839	204	270
1935	907	178	250
1936	933	174	240

für Einfuhr sind für Koks), sondern wir haben, wenn auch ganz kleine Mengen, Kohle ausgeführt.

Die Zeitspanne von 1920 bis 1925 der erwähnten dritten Periode zeichnet sich durch starke Nachfrage nach Kohle aus. Es kam sogar bis zu der Unmöglichkeit, den ganzen Inlandbedarf zu decken. Die Folge waren die ziemlich hohen Kohlenpreise. Diese beiden Umstände verschafften seinerzeit den meisten Bergwerken die Möglichkeit, sich zu entwickeln und finanziell zu stärken. Die nämlichen Umstände verursachten ferner einen intensiven Bau von Diesel- und Gasgeneratoranlagen, womit sogar einige vorhandene Dampfkraftwerke ersetzt wurden.

Ein bemerkenswertes Datum in der Geschichte unserer Kohlenwirtschaft ist das

Jahr 1925, indem die Staatsbergbaue Pernik gesetzrechtlich autonom wurden. Gleich im nächsten Jahre 1926 stieg die mittlere Schichtproduktivität von 400 kg (für das Jahr 1924) auf 630 kg pro Mann (Zahlentafel 2).

Gleichzeitig sanken die Gesteigungskosten\*) und in der Folge auch die Verkaufspreise. Ein gewisser Teil der Privatbergbaue geriet in die Lage, sich der Konkurrenz der Staatsbergbaue (welche 80% der Gesamtkohlenproduktion haben) sehr schwer entgegenzustellen.

Die Lage der Privatbergbaue verschlechterte sich mit dem Eintreten der Wirtschaftskrise und heutzutage beschäftigt sie die Fachleute am meisten.

## 2. Heutiger Stand

Die jetzige Kohlenindustrie des Landes wird von 25 Bergbauunternehmungen vertreten (Unternehmungen mit weniger als 1000 t jährliche Produktion kommen nicht in Betracht) mit einer Gesamtproduktion (für das Jahr 1936) von 1,678.708 t. Nachstehend sind die wichtigsten Unternehmungen ihrer Produktion nach angeführt:

1 Unternehmung ist für Anthrazit mit einer Gesamtjahresproduktion von 1128 t.

11 Unternehmungen sind für Steinkohle mit einer Gesamtjahresproduktion von 100.911 t. Von ihnen produziert die größte Unternehmung 26.927 t; 2 Unternehmungen produzieren zwischen 10.000 und 20.000 t, und die übrigen produzieren von 1644 bis 7200 t.

5 Unternehmungen sind für Braunkohle (Glanzkohle) mit einer Gesamtjahresproduktion von 1,499.932 t. Davon entfallen 1,250.933 auf den Staatsbergbau Pernik. Die anderen 3 Unternehmungen erzeugen je zirka 80.000 t und nur 1 Unternehmung 7654 t.

8 Unternehmungen sind für Lignite mit einer Gesamtjahresproduktion von 74.367 t. Eine Unternehmung davon ist der Staatsbergbau Mariza, welcher 34.605 t produziert, und ein Privatbergbau produziert zirka 20.000 t jährlich.

Es ist also klar, daß die Glanzkohle alle übrigen Kohlenarten in der Kohlenwirtschaft Bulgariens überragt. Daraus ist auch sehr gut die geringe Bedeutung der Steinkohle

\*) Das Zunehmen im Jahre 1929 und den folgenden Jahren ist auf die neueingeführte Staatsgebühr von 30 Lewa per Tonne, welche später im Jahre 1934 auf 40 Lewa erhöht wurde, zurückzuführen.

und der gewöhnlichen Lignite ersichtlich. Hinsichtlich der Anthrazite können wir sagen, daß sie überhaupt keine Stelle in der Kohlenwirtschaft Bulgariens haben. Obgleich exzentrisch gelegen (Karte der Kohlenlagerstätten Bulgariens, Abb. 1), beherrscht die südwestliche Glanzkohlenbergbaugruppe (Pernik, Bobow-Dol und Pirin) den Markt. Diese überragende Stelle zwischen den verschiedenen Kohlengruppen in der Kohlenwirtschaft ist durch mehrere Faktoren bedingt, die letzten Endes in erstens der Qualität des Verkaufsproduktes und zweitens den Produktionskosten enden. Natürlich hat auch die Nähe von dem größten Konsumativzentrum — Sofia — dabei die Hauptrolle gespielt.

Was die Heizwerte der Steinkohle des Balkans im Vergleich mit denjenigen der Braunkohle anbetrifft, haben wir folgendes Verhältnis, mittels der Analysen, über die wir verfügen, festgestellt. Es handelt sich natürlich um Analysen des verkaufsfertigen Produkts. Die Braunkohle ist sogar mit der Grubenfeuchtigkeit angegeben, obzwar dieselbe während des Transports verschwindet (Zahlentafel 3).

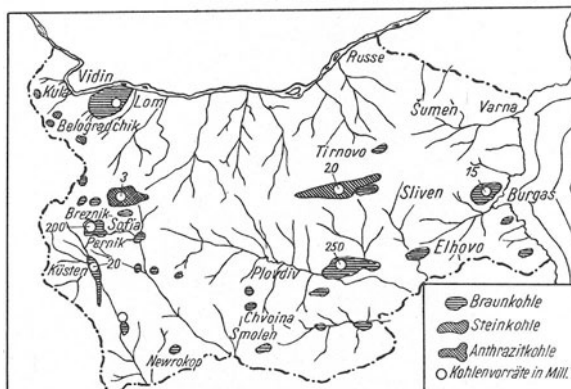


Abb. 1. Die Kohlenlagerstätten Bulgariens.  
Maßstab 1 : 1,200.000

Zahlentafel 3

Kohlenart	Durchschnittsprobe mit Grubenfeuchtigkeit					Reine Kohlensubstanz	
	Feuchtigkeit Prozent	Asche Prozent	Brennbare Substanz Prozent	Untere Heizwerte Kal.	Vergleichsziffern d. untere Heizwerte	Obere Heizwerte Kal.	Vergleichsziffern d. obere Heizwerte
Steinkohle.....	2,41	16,89	80,70	6621	1,0000	8474	1,0000
Glanzkohle.....	15,81	14,99	69,20	4796	0,7243	7358	0,8683
Lignite.....	29,57	19,25	51,18	3228	0,4875	6939	0,8188

Die Vergleichsziffern 1 : 0,72 für die Heizwerte unserer Steinkohle, im Vergleich mit denjenigen der Glanzkohle, neigen viel mehr zu der Glanzkohle, als in vielen anderen Staaten angenommen wird. Darin gibt es aber nichts Erstaunliches, wenn man einerseits den großen Aschengehalt der ersten Kohle und andererseits die hohe Qualität der zweiten in Betracht zieht.\*)

Die Gesteungskosten der Steinkohle von den Balkanbergbauern können wir, in dem möglichst günstigen Fall, doppelt so hoch nehmen als diese der Glanzkohle. In diesem Fall drückt sich die Konkurrenzfähigkeit beider Kohlenarten wie 2 : 3 aus, d. h. der Aktionsradius der Steinkohle würde um 33% kleiner sein als der der Glanzkohle. Diese theoretische Konkurrenzfähigkeit der Balkankohle wird noch durch den Umstand des kleinen Gewinns an Stückkohle (10 bis 15%), was die Kohle zum Hausbrand unwendbar macht, erschwert. Deswegen ist sie aus diesem Verbrauchsbereich fast ausgeschlossen. Dort kann sie nur als Briketts eindringen, für deren Erzeugung es heutzutage keine Aussicht gibt. Aus der folgenden Zahlentafel, in der die Entwicklung der verschiedenen Verbrauchsgruppen — Hausbrand, Industrie und Staatsbahnen — dargestellt

\*) Die Perniker- und Bobow-Doler-Kohle nehmen nach der Tabelle von Muck eine mittlere Stelle zwischen der Braun- und Steinkohle ein. Auf Grund der Formel von Wieluch ist der Inkohlungsindex der Pernikerkohle 0,482, der der Bobow-Doler-Kohle 0,49 und derjenige von Pirin 0,43. Wieder nach Wieluch ist die Grenze zwischen der Stein- und Braunkohle 0,50. (G. Konjaroff: Die Braunkohle Bulgariens.)

Zahlentafel 4. Entwicklung des Kohlenabsatzes für Eisenbahn, Industrie und Hausbrand in Bulgarien in 1000 t

Jahr	Eisenbahn			Industrie			Hausbrand		
	in 1000 t	Zuwachs		in 1000 t	Zuwachs		in 1000 t	Zuwachs	
		in 1000 t	in Prozent		in 1000 t	in Prozent		in 1000 t	in Prozent
1911	101			133			59		
1921	395	+ 294	291	280	+ 147	110,6	176	+ 117	198,3
1922	432	+ 37	9,3	325	+ 45	16,0	206	+ 30	17,0
1923	460	+ 28	6,4	295	+ 34	10,4	237	+ 31	15,0
1924	486	+ 26	5,6	399	+ 40	11,1	279	+ 42	17,7
1925	483	— 3	— 0,6	327	— 72	— 18,0	305	+ 26	9,3
1926	427	— 56	— 11,5	338	+ 11	3,3	311	+ 6	1,9
1927	441	+ 14	3,2	365	+ 27	7,9	302	— 9	— 2,8
1928	481	+ 40	9,0	404	+ 39	10,6	398	+ 96	31,7
1929	552	+ 71	14,7	385	— 19	— 4,7	450	+ 52	13,0
1930	539	— 13	— 2,3	438	+ 53	13,7	470	+ 20	4,4
1931	507	— 32	— 5,9	363	— 75	— 17,1	466	— 4	— 0,8
1932	510	+ 3	0,2	448	+ 85	23,2	588	+ 122	26,1
1933	500	— 10	— 1,9	400	— 48	— 10,7	483	— 105	— 17,8
1934	499	— 1	— 0,2	395	— 5	— 1,2	535	+ 52	10,7
1935	528	+ 29	5,8	448	+ 53	13,4	544	— 9	— 1,6
1936	520	— 8	— 1,5	478	+ 30	6,6	545	+ 1	0,2
1921—1936	—	+ 8,3	+ 2,02	—	+ 13,2	4,3	—	+ 23,5	8,3

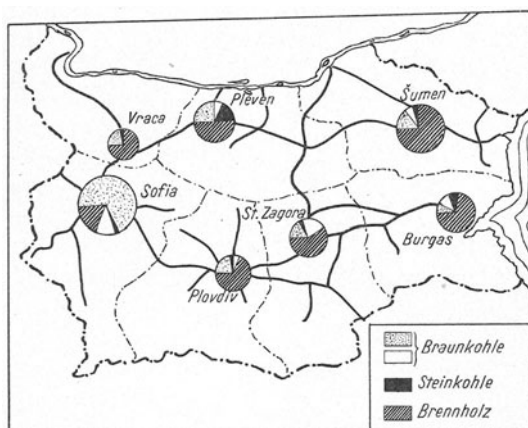


Abb. 2. Absatz fester Brennstoffe für Industrie und Haushalt nach Bezirken für das Jahr 1935.

1 kg Brennholz  $\cong$  3000 W. E.,  
 1 cbm Brennholz  $\cong$  520 kg,  
 1 kg Braunkohle (Pernik)  $\cong$  4796 W. E.,  
 1 kg Steinkohle (Balkan)  $\cong$  6600 W. E.

Sämtliche Werte sind nach dem Wärmehalt der Perniker Braunkohle umgerechnet

Zahlentafel 5

Bezirk von	Tonnen			
	Braunkohle	Steinkohle	Brennholz	
Sofia . . .	478.300	67.800	4.896	106.624
Vraca . .	32.400	200	816	91.555
Pleven . .	73.400	20.500	37.808	140.143
Šumen . .	58.600	17.900	7.616	314.732
Burgas . .	15.800	23.900	17.408	158.709
Zagora . .	42.200	44.100	4.760	118.360
Plovdiv .	48.800	11.300	1.496	120.813

ist, ist ersichtlich, daß die Gruppe Hausbrand, absolut genommen, die größte Gruppe ist. Daraus sieht man noch, daß diese Gruppe am schnellsten fortgeschritten ist, und man kann hoffen, daß es auch weiter so gehen wird. Diese Hoffnung wird von den Zahlen des mittleren jährlichen Zuwachses für die Zeit von 1921 bis 1936 der drei Gruppen begründet: so für Hausbrand 8,3%, für die Staatsbahnen 4,3% und für die Industrie 2,02% (Zahlentafel 4).

Dafür, daß der Verbrauch der Hausbrandkohle sehr aussichtsreich ist, spricht die beigelegte Karte über den inländischen Holz- und Kohlenverbrauch nach Kreisen. Bis jetzt übertrifft der Kohlenverbrauch nur in dem Sofioter Kreis den Holzverbrauch — in allen anderen Kreisen überwiegt das Holz. Es ist aber kein Zweifel, daß das Holz fortwährend von der Kohle verdrängt wird; es genügt, bemerkt zu werden, daß im Jahre 1923/24 4,300.000 cbm Holz zum Hausbrand verbraucht wurden; in den letzten Jahren ist der Verbrauch schon auf 3,208.000 cbm gesunken (Abb. 2 u. Zahlentafel 5).

Aus allem bisher Gesagten können wir als Charakteristik der bulgarischen Kohlenproduktion zusammenfassen, daß sowohl heute als auch in der Zukunft die herr-

schende Rolle die Glanzkohle haben wird, die allseitig unser Wirtschaftsleben befriedigen kann, nur mit Ausnahme der Koksproduktion, dessen Verbrauch ganz unwesentlich — unter 10.000 t jährlich — ist.

Die Schlußfolgerung wird von den entsprechenden Kohlenreserven unterstützt. Wir können bei den Steinkohlenreserven mit rund 20.000 t sicheren (visible und probable) und zirka 50,000.000 bis 60,000.000 t möglichen Kohlenvorräten rechnen.

Bei der Braunkohle sind es:

Sichere Vorräte	—	400,000.000 t, davon	240,000.000 t Glanzkohle
Mögliche	„	— 370,000.000 „	„ 170,000.000 „
Gesamte	„	— 770,000.000 „	„ 410,000.000 „

Als eine andere wichtige Leitlinie unserer Kohlenwirtschaft muß ihr Staatscharakter betont werden. In der Tat, auf die im Jahre 1936 produzierten 1,660.000 t Kohle entfallen den Staatsbergbauen in Pernik, Bobow-Dol und Mariza 1,362.000 t, was 81% der Gesamtproduktion ausmacht. Das gleiche Verhältnis bei dem Eigentum an Kohlenreserven besteht auch zwischen den Staats- und Privatbergbauen.

Aber auch die 22 Privatbergbauunternehmungen sind Eigentum bulgarischer Kapitalien, die durch einzelne Personen oder Aktiengesellschaften vertreten sind. In der bulgarischen Kohlenindustrie ist der Anteil an Auslandskapitalien kaum 5% (Anleihen von Auslandskapital).

Der Gesamtwert unserer jährlichen Kohlenindustrieproduktion erreicht 415,000.000 Lewa, der 6,3% des Gesamtwertes unserer jährlichen Industrieproduktion (6.625,000.000 Lewa) ausmacht.

Die Verkaufspreise liegen zwischen 130 (für Korngröße 0 bis 6 mm Perniker Kohle) und 750 Lewa/t, für qualitätsbeste Steinkohle, die an den Staatsbahnen franko nächste Station verkauft wird. Mittlerer Verkaufspreis der Perniker Kohle für das Jahr 1936 ist 240,12 Lewa/t.

Die Investitionen kommen (für die privaten Bergbaue fehlen offizielle Angaben) auf rund 1.050,000.000 Lewa. Davon entfallen auf die Staatsbergbaue 815,000.000 Lewa, von denen 327,000.000 Lewa schon abgeschrieben sind.

Der Gewinn ist ebenfalls schätzungsweise rund 100,000.000 Lewa. Auf Investitionen gerechnet beträgt dies 9,5%.

### 3. Entwicklungsmöglichkeiten

Während der letzten zwanzig Jahre vermehrte sich der Kohlenverbrauch pro Einwohner, wie aus der folgenden Zahlentafel 6 ersichtlich ist, von 109 kg auf 273 kg; das bedeutet einen Zuwachs von 164 kg oder 8,2 kg jährlich pro Einwohner.

Es ist selbstverständlich, daß es auch hier, wegen der Wirtschaftskrise, einige Rückgänge gibt (für 1929/30 und 1932/33), seit 1933 aber ist der Zuwachs wiederhergestellt. Wenn man die bedeutend kleine Ziffer von 273 kg pro Einwohner Kohlenverbrauch in Betracht zieht, so kann man hoffen, daß noch lange Zeit der Zuwachs intensiver als gewöhnlich sein wird.

Es sind hauptsächlich zwei Verbrauchsgebiete, wo sich der Zuwachs vollführen wird — das ist der Verbrauch zum Hausbrand und zur Elektrizitätserzeugung.

Wie schon erwähnt, ist der Zuwachs der Hausbrandkohle 8,3% jährlich oder 23.500 t. Aus der Holz- und Kohlenverbrauchskarte kann man schließen, daß die Kohle noch jahrelang das Holz allmählich verdrängen wird, dessen Verbrauch heutzutage noch immer 180% der Hausbrandkohle und 60% des gesamten Kohlenverbrauches des Landes, auf Heizwerte zurückgeführt, ausmacht.

Zahlentafel 6. Bulgariens Kohlenverbrauch pro Kopf in Kilogramm

Jahr	kg	Jahr	kg
1915	109	1927	224
1917	150	1929	290
1919	113	1931	261
1921	192	1933	265
1923	210	1935	273
1925	230	1936	268

Was die Elektrizitätserzeugung des Landes anbetrifft, so müssen wir feststellen, daß nach einer langen Bauperiode an Wasserkraftelektrizitätswerken, von denen die meisten schlecht rentabel sind, endlich seit zehn Jahren der richtige Weg gewählt wurde, nämlich die Benutzung der Braunkohlenreserven für die Elektrizitätserzeugung. So wurden einige Landzentralen gebaut, und zwar:

Ein Werk bei dem Bergbau Pernik — Leistung 8000 kW — wird mit Abfallprodukten (Kohlenschiefer und unseparierbare Kohle) betrieben.

Ein Werk bei dem Bergbau Tscherno-More — Leistung 5500 kW.

Ein Werk bei dem Balkansteinkohlenrevier (2700 kW), das zum Teil den Kohlenschlamm der Balkanbergbaue und Braunkohlenklein der anderen Kohlenbergwerke verwendet.

Ein Werk im Bau bei dem Staatsbergbau Mariza mit einer Leistung von 6400 kW.

Zwei Werke sind projektiert (in den Städten Varna am Schwarzen Meer und Russe an der Donau) mit einer Leistung von 1500 bis 2000 kW.

Alle diese Werke werden in drei bis vier Jahren einen Zuwachs von zirka 200.000 t Kohle jährlich bedingen.

Für das laufende Jahr wird der Zuwachs auf 200.000 t geschätzt.

Wenn wir alles bisher Gesagte in Betracht ziehen, so kommen wir zu der Folgerung, daß in den nächsten zehn Jahren ein jährlicher Zuwachs von rund 75.000 t im Minimum zu erwarten ist, d. h. im Jahre 1947 können wir auf eine Produktion von 2,450.000 t hoffen, was 3,77% jährlich ausmacht. Der Zuwachs wird hauptsächlich von der Braunkohle befriedigt, da die beiden Verbrauchsobjekte — Hausbrand und Elektrizitätserzeugung —, die den Zuwachs verursachen werden, sehr schwer von der Steinkohle befriedigt sein können, im ersten Verbrauchsobjekt wegen der Qualität und im zweiten wegen des hohen Preises.

Als Ausfuhrmöglichkeit kommt zweifellos nur die nach Griechenland in Betracht und in diesem Falle unter der Bedingung, daß in nächster Zukunft die bulgarischen Staatsbahnen mit denjenigen der Griechen durch das Strumatal verbunden werden. Das kann, wenn nicht mit Normaleisenbahn, so mit einer Schmalspurbahn geschehen. Das wird der Bulgarischen Kohle die Möglichkeit geben, die Absatzgebiete von Mazedonien und Thrazien zu beherrschen.\*)

#### 4. Die Streitfragen bulgarischer Kohlenpolitik

Die Streitfragen entstehen hauptsächlich als Folge der schnellen technischen und wirtschaftlichen Fortschritte unserer Staatsbergbaue, insbesondere nach ihrer Autonomisierung und des daraus entstandenen Sinkens der Kohlenpreise der Staatsbergbaue, die gewisse Privatunternehmungen konkurrenzunfähig machten.

Hier soll nur über zwei der wichtigsten Streitfragen gesprochen werden, und das sind: erstens die niederen Preise, zu denen der Staatsbergbau Pernik die Kohle und insbesondere das Kohlenklein verkaufen, und zweitens die Differentialtarife der Bulgarischen Staatsbahnen, die der sog. südwestlichen Bergbaugruppe einen viel größeren Aktionsradius des Absatzes verschafft. Zu dieser Gruppe gehören die Staatsbergbaue Pernik und Bobow-Dol und der Privatbergbau Pirin.

Es ist Tatsache, daß der Bergbau Pernik das Kohlenklein, das seit dem Jahre 1925 bis Ende vorigen Jahres auf den Halden zu insgesamt 1,280.000 t (0 bis 16 mm) unausgenutzt weggeworfen wurde, kraft des Gesetzes des Angebots und der Nachfrage unter den Gesteinskosten verkaufte, und zwar zu 150 Lewa/t bei 175 Lewa/t Gesteinskosten (die Zahl gilt für das letzte Jahr).

Die Brikettanlage, die dieses Kohlenklein zu Briketts verarbeiten sollte, löste nur technisch die Frage, aber nicht wirtschaftlich, weil im Brikettpreis das Kohlenklein mit nur 20 Lewa/t verwertet sein könnte.

\*) Griechenland produziert nur 120.000 t eigene Kohle und importiert rund 1,000.000 t.

Lange Zeit wurden die Absatzmöglichkeiten für diese Kohlenart gesucht und die Lösung dieser Frage konnte nicht endgültig gefunden werden, solange das Kohlenklein nur für die Industrie bestimmt war, da der Zuwachs an Stückkohlenverbrauch zu Hausbrandzwecken schneller gestiegen ist und dadurch auch die Produktion an Kohlenklein, als die Kohlenkleinabsatzmöglichkeiten in der Industrie. Die niederen Preise dieser Industriekohle stellten jene Bergbauunternehmungen in den Schatten, deren Kohle ausschließlich für Industriezwecke verwendet werden (Balkangebiet und Becken von Tschérno-Moré, wo Bildung von Teerwasser die Kohle für Hausbrand unerwünscht macht).

In der letzten Zeit hat man mit der Einführung des Kohlenkleins in Zentralheizungsanlagen begonnen, wo man entweder den Treppen- oder den Wanderrost verwendete, wo man eine vollkommene Verbrennung mit einem thermischen Wirkungsgrad des Braunkohlenkleins bis zu 80% erreicht hat. Es gibt in Sofia rund 50 solche Anlagen, davon einige noch im Bau.\*) Sie verbrauchen Kohlenklein mit 6 bis 16 mm Korngröße. Demzufolge konnte die Grube Pernik dieses Jahr die Nachfragen nicht mehr decken.

Dasselbe Gesetz der Nachfrage und des Angebots führte uns zu der Lage, daß wir Mangel an Kohlenklein spürten, ein Umstand, der es möglich machte, die Verkaufspreise des Kohlenkleins höherzustellen. Wir können voraussagen, daß in nächster Zukunft der Preis der Stückkohle (von 40 mm Korngröße aufwärts) auf 400 Lewa/t herabgesetzt werden wird auf Kosten einer Steigerung des Kohlenkleinpreises.

Es ist selbstverständlich, daß eine vollkommene Ausgleichung niemals eintreten wird, da für die Verbrennung des Kohlenkleins kompliziertere und teurere Anlagen nötig und daher nicht überall einführbar sind.

Daher bin ich der Meinung, daß die anormale Lage, in der sich diejenigen Bergbaue befinden, die hauptsächlich Industriekohle produzieren, sich kraft der natürlichen Regelung und der Wirtschaftsgesetze ändern wird. Das Braunkohlenklein mit 6 bis 16 mm Korngröße ist kein Abfallprodukt mehr und der Kohlenmarkt wird ihm eine höhere Stelle entsprechend dem Heizwert einräumen müssen. So wird man zu einer harmonischen Entwicklung aller Kohlenbergbauobjekte kommen.

Der Angriff gegen die Differentialtarife der Bulgarischen Staatsbahnen und im allgemeinen gegen die niedrigen Frachttarife ist aber vollkommen unbegründet vom Standpunkt der Entwicklung unserer Kohlenwirtschaft und unserer Volkswirtschaft überhaupt. Diese Frachterleichterungen sind in unserer Kohlenwirtschaft eine Errungenschaft, die der Kohle den Kampf gegen das Brennholz, einem unwirtschaftlichen Brennstoff, und gegen die flüssigen Brennstoffe, ausschließlich Einfuhrgut, erleichtert. Ich muß aber bemerken, daß die Differentialtarife bei uns in Bulgarien nicht zum Zwecke einer Konkurrenz mit den privaten Bergbauen geschaffen wurden, wie man es tendenziell seitens der Interessierten zu behaupten pflegt. Aus den folgenden Zahlentafeln 7 und 8 sieht man, daß die Differentialtarife in allen Ländern existieren und daß ferner die Differenzierung in den meisten fremden Ländern viel größer ist als bei uns. Dies ist z. B. der Fall in Polen, Österreich und Frankreich.

Es ist zwar Tatsache, daß in Bulgarien die Frachtspesen, als Zahlen genommen, niedriger sind als sonstwo, wenn aber der viel höhere Lebensstandard der betreffenden Länder in Betracht genommen wird, wird man sich überzeugen, daß die bulgarischen Eisenbahntarife nicht die billigsten sind. Noch interessanter ist das Tarifdiagramm unserer Nachbarn — Jugoslawien und Rumänien. In Jugoslawien ist die Differenzierung zweifellos viel größer als bei uns. In Rumänien sind zwar keine Differentialtarife vorhanden, im allgemeinen sind aber die Tarife viel niedriger als die unseren — 0,70 Lewa für die ersten 10 km und sinken herab auf 0,51 Lewa für 600 km, was für die Kohlenwirtschaft eine viel günstigere Lage darstellt als bei uns.

\*) Eine spezielle Verordnung für rauchlose Verbrennung vermehrt ständig die Anzahl dieser Anlagen.

Zahlentafel 7. Vergleichender Überblick der inneren Kohlentransporttarife einiger europäischer Länder für Jänner 1936 in Lewa pro 10 t

Entfernung in km	Deutschland		Österreich		Polen		Frankreich		Bulgarien	
	Lewa	Lewa pro t/km	Lewa	Lewa pro t/km	Lewa	Lewa pro t/km	Lewa	Lewa pro t/km	Lewa	Lewa pro t/km
10	367	3,67	481	4,81	443	4,43	408	4,08	370	3,70
30	602	2,01	723	2,41	647	2,16	376	2,91	620	2,10
50	834	1,67	962	1,92	838	1,68	1152	2,30	790	1,80
70	1035	1,48	1094	1,56	986	1,41	1395	1,99	910	1,30
100	1371	1,37	1301	1,30	1260	1,28	1807	1,81	1070	1,07
150	1838	1,22	1647	1,10	1627	1,08	2215	1,48	1310	0,87
200	2270	1,13	1980	0,99	1893	0,95	2623	1,31	1530	0,76
250	2575	1,03	2319	0,93	2024	0,81	2897	1,16	1709	0,68
300	2842	0,94	2655	0,88	2214	0,74	3174	1,00	1850	0,62
350	3143	0,89	2994	0,86	2430	0,69	3444	0,99	2030	0,58
400	3409	0,85	3333	0,83	2527	0,63	3717	0,93	2160	0,54
450	3721	0,83	3475	0,77	2651	0,60	3966	0,88	2280	0,50
500	3980	0,79	3634	0,73	2745	0,55	4198	0,84	2360	0,47
600	4278	0,71	3942	0,66	2921	0,49	4672	0,78	2520	0,42

Zahlentafel 8. Vergleichender Überblick der inneren Kohlentransporttarife in Bulgarien, Jugoslawien und Rumänien

km	Bulgarien		Jugoslawien		Rumänien	
	Lewa pro t	Lewa pro t/km	Lewa pro t	Lewa pro t/km	Lewa pro t	Lewa pro t/km
10	37	3,70	56,84	5,68	6,50	0,65
30	62	2,10	75,11	2,50	26,00	0,86
50	79	1,58	93,38	1,86	45,50	0,91
70	91	1,30	103,53	1,47	65,00	0,92
100	107	1,07	119,77	1,19	91,00	0,91
150	131	0,87	146,16	0,97	123,50	0,82
200	153	0,76	166,46	0,83	149,50	0,74
250	170	0,68	186,76	0,74	175,50	0,70
300	185	0,62	207,06	0,69	201,50	0,67
350	203	0,58	223,30	0,63	227,50	0,65
400	216	0,54	239,54	0,59	247,00	0,61
450	228	0,50	257,81	0,57	260,00	0,57
500	236	0,47	274,05	0,54	273,00	0,54
600	252	0,42	300,64	0,50	286,00	0,47

Überhaupt ist der Kampf der Verteidiger der Balkankohlenbergbaue gegen die Differentialtarife unberechtigt, da eben diese Tarife den Balkanbergbauern, deren Kohle qualitativ besser ist, die Möglichkeit verschafft, in weitentlegene Gebiete vorzudringen.

Es wird oft behauptet, daß die Staatsbahnen durch den Kohlentransport Verluste erleiden, besonders auf den langen Frachtwegen, oder daß der Staat durch die Staatsbahnen den Bergbauern „Opfer“ bringt. Das ist auch nicht wahr.

Bekanntlich kalkulieren die Staatsbahnen die Gestehungskosten für die Fracht der Kohle für eigenen Bedarf auf 0,42 Lewa pro t/km; das sind ge-

rade die Frachtkosten für den weitesten Weg von Pernik nach Varna.

Der wichtigste Faktor für die Wirtschaftlichkeit einer Eisenbahnlinie, ebensogut wie bei einem Elektrizitätswerk, sind nicht die hohen Tarifpreise, sondern die volle Belastung der Anlage. Von diesem Gesichtspunkt aus können die Staatsbahnen keinen Verlust von der Kohlenfracht, die 24,2% der gesamten Fracht der Staatsbahnen darstellt, erleiden.

Der Kohlenbergbau jedes Landes kann nicht Selbstzweck sein und darf sich nicht nach den Interessen seiner Inhaber und der in ihm beschäftigten Fachleute richten. Er wird seiner Bestimmung gerecht werden und wird seiner richtigen Entwicklung nur dann folgen, wenn er den Interessen der gesamten Volkswirtschaft dient, in deren Aufblühen auch das Aufblühen des Kohlenbergbaues gesucht werden muß.

Das bedeutet, daß die Kohlenwirtschaft die Herabsetzung der Gestehungs- und Frachtkosten erstreben muß, um seine Produktion womöglich billig den Konsumenten anzubieten. Das ist schließlich die Aufgabe eines jeden Technikers.

# Die Katastrophe und der Wiederaufbau der Mathildegrube bei Chrzanów in Polen

Von Dipl.-Ing. L. F. Trenczak, Kroisbach b. Graz

Mit 6 Textabbildungen

## 1. Einleitung

Die, nach jahrelanger Depression, seit etwa einem Jahre wiedereinsetzende Aufwärtsbewegung der Metallpreise und die daraus resultierende Belebung des Erzbergbaues, insbesondere jenes innerhalb Europas, mag als Rechtfertigung meines heutigen Versuches gelten, die geologischen und wirtschaftlichen Verhältnisse eines kleinen, in der Fachliteratur bisher meines Wissens nicht ausführlicher behandelten Frontabschnittes des europäischen Blei- und Zinkerzbergbaues darzustellen.

Der Umstand, daß ich den in Rede stehenden Blei- und Zinkerzbergbau, die Mathildegrube bei Chrzanów in Polen, durch mehr als zwölf Jahre lang verantwortlich geleitet habe und mir die notwendigen Unterlagen, dank dem freundlichen Entgegenkommen der Giesche A. G. in Katowice, welche derzeit Eigentümerin der Mathildegrube ist, zur Verfügung stehen, gibt mir die Möglichkeit hierzu.

## 2. Geographische Lage und Geschichte der Mathildegrube

Das Blei- und Zinkerzbergwerk „Mathildegrube“ liegt im westlichen Klein-Polen (dem ehemaligen Königreich Galizien der alten Österreichisch-ungarischen Monarchie), etwa halbwegs auf der geographischen Linie, welche die alte polnische Krönungsstadt Kraków mit der jungen polnischen Industriekapitale Katowice verbindet, von beiden genannten Städten etwa je 40 km entfernt.

Der Blei- und Zinkerzbergbau in dieser Gegend Polens datiert bis ins frühe Mittelalter zurück. Ich nenne hier die Erzbergbaue von Olkusz, Siewierz, Siersza, Balin bei Chrzanów. Der König von Polen Kazimierz der Große (1333 bis 1370) berief deutsche Erzbergleute aus Sachsen nach Polen, welcher Tatsache die genannten Erzbergbaue ihre Entstehung verdanken.

Infolge der Kriege zwischen Polen und Schweden, zur Zeit des Königs Jan Kazimierz von Polen (1649 bis 1668), verfielen die Chrzanówer Bleierzbergbaue fast völlig. Im 18. Jahrhundert, etwa 1740 bis 1750, wurde der in Chrzanów geförderte und in dem benachbarten Lgota kalzinierte Galmei wieder entlang der Weichsel nach Danzig verfrachtet. Die in Westeuropa aufgekommene Verhüttung des Galmeies zu metallischem Zink belebte, um etwa 1822, neuerdings die bergmännische Tätigkeit dieses Gebietes. Etwa um die Mitte des 19. Jahrhunderts war es Graf Jan Mieroszewski, der die verfallenen Blei- und Zinkerzbergwerke bei Chrzanów wieder in Betrieb setzte, um sie sodann, im Jahre 1856, zusammen mit seinem ausgedehnten Grundbesitz, an einen gewissen Emanuel Löwenfeld zu verkaufen.

Um das Jahr 1870 war der oberschlesische Gutsbesitzer Graf von Thiele-Winkler Besitzer der Bergbaugerechtsame von Chrzanów, die er im Jahre 1874 an die Breslauer Bergwerksgesellschaft Georg von Giesche's Erben verkaufte.

Trotz der großen technischen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten, mit welchen die Mathildegrube in den Siebzigerjahren zu kämpfen hatte (sehr starke Wasserzuflüsse und das Sinken der Blei- und Zinkpreise), setzte der damalige Generalbevollmächtigte der Bergwerksgesellschaft Giesche, Bernhardt, seine Bemühungen, diese Grube zu entwickeln, unentwegt fort. Nach Einbau starker Rittingermaschinen und Errichtung einer neuen Erzwäsche in den Achtzigerjahren gelang es ihm, diesen Betrieb ertragsfähig zu machen. Der Energie des langjährigen Bergwerksdirektors Clemens Vogt gelang es, das von starken Wassereinbrüchen wiederholt gefährdete Bergwerk glücklich über Wasser zu halten, bis unter seinem Nachfolger, Direktor Gerhard Grundig, die Wasser-



katastrophe vom 13. Juni 1918, auf welche ich noch näher eingehen werde, die Mathildegrube für lange Jahre stilllegte.

### 3. Geologischer Bau des Erzbeckens von Chrzanów

Das kleinpolnische Erzbecken ist die südöstliche Fortsetzung der triasischen Erzmulde von Oberschlesien. Es ist von dieser durch eine Aufwölbung des Karbons getrennt, wobei die postkarbonischen Formationen dieser Sattelzone zum größten Teile abgetragen worden sind.

Die Achsen des doppelmuldigen Beckens bilden die geographischen Linien Długożyn—Grojec und Dąb—Chrzanów. Beide Mulden sind typische Grabenbildungen.

Die das Becken aufbauenden Formationen beginnen mit dem Devon von Dębnik und führen über das Karbon und Perm, über Buntsandstein, Trias, Keuper, Jura, Kreide und Tertiär zu den Tal- und Beckenbildungen des Diluviums und Alluviums.

Erzträger ist der triassische Muschelkalk, und zwar der sog. erzführende Dolomit im unteren Muschelkalk. Die Trias bildet im Becken von Chrzanów und Trzebinia ein tektonisch stark gestörtes, typisches Schollengebirge (Horste und Gräben), welche Tatsache durch etwa 20 Tiefbohrungen auf Kohle und Erz mit Teufen von etwa 100 bis 1000 m sowie durch das Abschießen von zirka 12 km seismischer Profile bewiesen und durch Arbeit des Göttinger Geologen F. Loewe, „Die erzführende Trias NW Chrzanów“, bestätigt worden ist. Diese Tatsache, verbunden mit der starken Wasserführung der Trias in zwei Horizonten (Rötdolomit und erzführender Dolomit), erklärt ohne weiteres die abnorm hohen Wasserzuflüsse der Mathildegrube, welche zuletzt 40 cbm pro Minute betrug. Andererseits haben die bisherigen Erfahrungen bewiesen, daß die reichsten und mächtigsten Erzmittel in der Nähe tektonischer Störungen in der Form von Erznestern vorkommen, wie z. B. jenes am Berthaschacht, mit einem Roherzinhalt von rund 100.000 t bzw. einem Metallinhalt von rund 15.000 t Blei und Zink.

### 4. Morphologie, Tektonik und Genesis der Erzlagerstätten

Der erzführende Dolomit liegt, in einer durch Bohrungen und seismisch nachgewiesenen Mächtigkeit von etwa 50 bis 100 m, stratigraphisch zwischen dem sog. blauen Sohlenstein im Liegenden und dem sog. Nulliporendolomit im Hangenden, mit *Nullipora annulata* als Leitfossil. Der in der ober-schlesischen Erzmulde zwischen Sohlenstein und der Erzlage vorkommende typische „Vitriolletten“ (ein Zersetzungsprodukt des Sohlensteines) fehlt in den bisher bergmännisch aufgeschlossenen Teilen der Chrzanówer Erzmulde fast vollkommen. Dagegen ist hier ein magnesiumarmer sog. Übergangsdolomit zwischen Sohlenstein und erzführendem Dolomit fast durchwegs eingeschaltet. Auch scheint der Tongehalt des kleinpolnischen Sohlensteines generell geringer zu sein als jener des ober-schlesischen.

Die ober-schlesische Haupterzlagerung tritt, nach Seidl-Breslau, an der Grenze der tonig-kalkigen Ausbildung des unteren Muschelkalkes (des „Sohlensteines“) im Liegenden, mit der dolomitischen Ausbildung (dem „erzführenden Dolomit“ oder Hauptdolomitmassiv) im Hangenden auf, d. i. an der Grenzzone der beiden größten zusammenhängenden Schichtenkomplexe der Trias von relativ spröden Schichten im Hangenden und relativ plastischen Schichten im Liegenden.

Es ist dies also, nach der Definition von Seidl-Breslau, ein Horizont, der bei tektonischer Beanspruchung des Gebirges vorzugsweise die Zone des Bewegungsausgleiches abzugeben bestimmt ist und welcher ferner als Grenze wasserdurchlässiger hangender Schichten gegen wasserundurchlässige liegende Schichten zur Zirkulation bzw. Stagnation der Metallösungen und daher zum Lösungsumsatz und zur Mineralneubildung vorzugsweise geeignet ist.

Auf Grundlage meiner Erfahrungen im Chrzanówer Erzbecken vermute ich nun, daß neben anderen Momenten die oben erwähnte, von der ober-schlesischen abweichende

Ausbildung des kleinpolnischen Sohlensteines eine Hauptursache der von der oberschlesischen ebenfalls abweichenden Ausbildung der kleinpolnischen Erzlagerstätte selbst ist.

Während in Oberschlesien die Seidlsche Zone des Bewegungsausgleiches, also die Haupterzlagerstätte, die durch das verschiedenartige Verhalten des milden, schmiegsamen Sohlensteingebirges und des harten, spröden hangenden Dolomits entstanden war, wobei die Sohlensteinoberfläche den eigentlichen tektonischen Horizont abgab, relativ eng an diesen gebunden erscheint, ist dies nach den bisherigen Aufschlüssen im Chrzanówer Erzbecken nicht der Fall: Hier scheint die Zone des Bewegungsausgleiches ungleich mächtiger zu sein bzw. sich in mehrere Ausgleichszonen zu spalten. Dementsprechend fehlen im kleinpolnischen Erzbecken die außerordentlich reichen und gleichmäßigen Erzkonzentrationen, wie sie in Oberschlesien vorkommen.

Abgesehen von den vereinzelt vorkommenden, oben erwähnten Erznestern, sind im Chrzanówer Revier normal zwei, manchmal auch drei und vier sog. Erzlagen vorhanden, deren reichste, die liegendste, im Durchschnitt etwa 1 m Mächtigkeit aufweist (Abb. 1 und 2).

Zur Genesis der kleinpolnischen Zink- und Bleierzlagerstätten möchte ich nur kurz bemerken, daß hier die für Oberschlesien geltenden heutigen Auffassungen im großen und ganzen ebenfalls Gültigkeit haben: es sind auch hier epigenetische, hydrothermale, metasomatische Erzlager mit vorwiegend Galmei und Bleiglanz, während in Oberschlesien Zinkblende den Bleiglanz überwiegt. Es ist mir indessen gelungen, auch auf Mathildegrube Zinkblende nachzuweisen. Das Roh Erz der Mathildegrube enthält im Durchschnitt etwa 10% Zn und 4% Pb, also rund 14% Metall, jenes der polnisch-oberschlesischen Bleischarleygrube, die ich neben der Mathildegrube verantwortlich leitete, etwa 18%, davon zirka 16% Zn und 2% Pb.

Aus dem Zusammenwirken von magmatischen Rest- und Erzlösungen mit tektonischen Schollenbewegungen scheint, nach dem heutigen Stande unseres Wissens, eine in ihren großen Zügen befriedigende Antwort auf die Frage der Genesis der oberschlesisch-kleinpolnischen Zink- und Bleierzlagerstätten gegeben zu sein, wobei diese Lösungen zunächst die Dolomitisierung bestimmter Glieder der Trias, sodann die Vererzung gewisser, für den metasomatischen Austausch besonders geeigneter, den Seidlschen Haupttonhorizonten als Stagnationszonen für die Erzlösung entsprechenden Schichtenglieder (Duwensees selektive Metasomatose) bewirkten.

Der Beweis des genetischen Zusammenhanges der soeben genannten Erzlagerstätten mit den benachbarten Eruptivgesteinen von Krzeszowice, Miękina, Zalas usw. muß, sofern er überhaupt besteht, noch geführt werden.

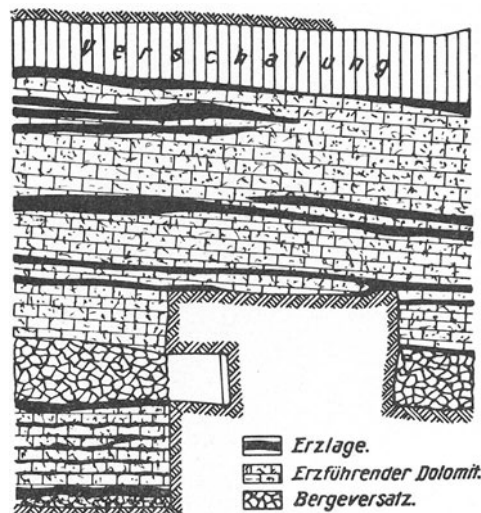


Abb. 1. Profil durch die Pumpenkammer am Betty-Schacht



Abb. 2. Mathildegrube, Erzpfeiler in Betrieb

## 5. Geophysikalische Untersuchungen und Tiefbohrungen

Die Erkenntnis, daß die zukünftigen Ausrichtungsarbeiten, zwecks Sicherung ausreichender neuer Erzvorräte auf Mathildegrube, wesentlich erleichtert und verbilligt werden konnten, wenn es gelang, ein möglichst naturgetreues Bild der Tektonik der aufzuschließenden Bergfeldteile zu schaffen, veranlaßte mich, die Abtastung von etwa

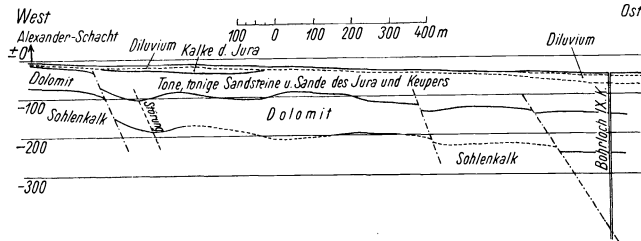


Abb. 3. Teilprofil durch das Erzbecken von Chrzanów

12 km entsprechend gelegter Profilinien mit Hilfe des seismischen Verfahrens zu beantragen und in zwei Serien durchzuführen. Die Resultate dieser Arbeit sind aus den mir zur Verfügung gestellten Profildarstellungen ersichtlich (Abb. 3); sie erfüllten unsere Erwartungen fast restlos und wurden durch später angesetzte Kontrollbohrungen, abgesehen von praktisch unwesentlichen Teufenabweichungen, bestätigt. Der Wert dieser Profile im Hinblick auf den vorliegenden Zusammenhang zwischen Erzanreicherungs- und tektonischen Störungszonen, die zugleich Wassereintruchszonen sind, liegt auf der Hand.

Zwecks Sicherung des Freischurfbesitzes und Vorbereitung der Verleihungsmaßnahmen der Bergbehörden sowie zwecks Nachprüfung der seismischen und elektrischen Untersuchungen wurden insgesamt 20 Tiefbohrungen im Laufe der Jahre niedergebracht

und geologisch bearbeitet. Die erreichten Bohrlochteufen schwankten, je nach dem Hauptzwecke der betreffenden Bohrungen, zwischen rund 100 und 1000 m. Das bis zu der letztgenannten Teufe nachgewiesene abbauwürdige Kohlenvermögen der Mathildegrubenfelder erreicht rund eine Milliarde Tonnen Steinkohlen.

Neben den seismischen wurden elektrische Untersuchungen mittels der Potential- und mittels der Induktionsmethode von Sundberg durchgeführt. Auch die Resultate dieser Untersuchungen wurden teilweise durch Tiefbohrung, und nach erfolgter Sumpfung, durch Grubenaufschlüsse nachgeprüft. Diese Prüfungen fielen zum Teil positiv, zum Teil jedoch negativ aus, was, mit Rücksicht auf den Einfluß der mächtigen, infolge eines geringen Schwefelsäuregehaltes als Elektrolyt wirkenden Grundwasserströme nicht weiter verwunderlich ist.

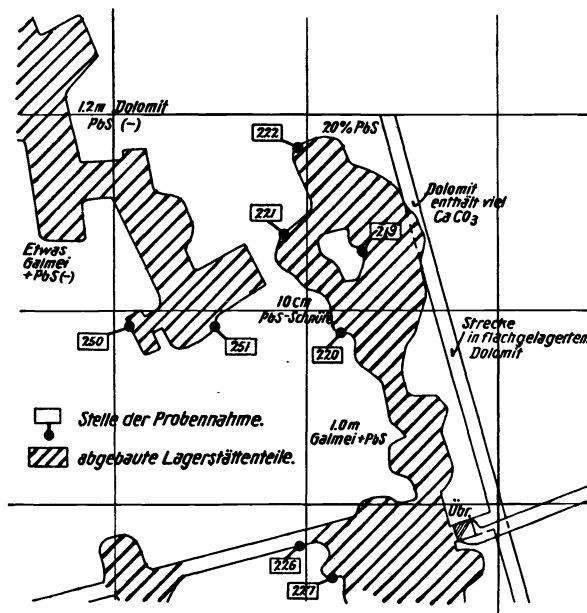


Abb. 4. Ausschnitt aus der Lagerstättenkarte. Mathildegrube Chrzanów-Polen

## 6. Erzproduktion und Metallgehalte

Die Erzproduktion der Mathildegrube im Zeitraum von 1900 bis 1930 schwankte zwischen 27.000 t und 110.000 t und betrug im Durchschnitt 60.000 t Roherz pro Betriebsjahr, mit einem Metallgehalt von durchschnittlich etwa 14% Zn plus Pb. Die Erzproben wurden regelmäßig am Erzbunker genommen und durch Kontrollproben aus den versandfertigen Eisenbahnwagen ergänzt.

Abgesehen hiervon wurden die Metallgehalte der Abbaufrenten durch ein außerordentlich genau funktionierendes Kontrollsystem der geologischen Abteilung ständig

überwacht, dessen Arbeitsergebnisse laufend, nach einem besonderen System graphisch und ziffernmäßig, aufgezeichnet wurden. Im Zusammenhang damit war die Betriebsleitung über die jeweils vorhandenen Erzvorräte und deren Metallgehalte stets auf das genaueste informiert (Abb. 4).

### 7. Die Wasserkatastrophe vom 13. Juni 1918

Die abnormal hohen Anforderungen, welche der Weltkrieg an die Leistungsfähigkeit der Mathildegrube stellte, im Zusammenwirken mit der immer stärker werdenden Kriegsnot an lebenswichtigen Betriebsstoffen und Maschinenersatzteilen (wie z. B. Spezialbronze für Turbinenschaukeln, Lagermetall, hochwertiger Schmieröle für die hochtourigen Turbopumpen usw.) lähmte naturgemäß allmählich die Widerstandskraft des Betriebes, bis endlich, am 13. Juni 1918, durch das Zusammentreffen mehrerer unglücklicher Momente die Turbinenpumpe Nr. I im Liddyschacht infolge Schaukeldefektes versagte und, bevor die Reserveturbinenpumpe Nr. II, die gerade überholt wurde, in Betrieb gesetzt werden konnte, die Katastrophe eintrat.

Die Pumpenreserven des Bertha- und Bettyschachtes, alte, verbrauchte Rittinger- und Kolbenpumpen, wurden zwar sofort in Betrieb gesetzt und arbeiteten mit Volldampf und den höchsten Tourenzahlen gegen die heranrauschenden Wassermassen. Menschen und Maschinen, beide durch die Not des Krieges entkräftet, unterlagen jedoch dem Kampfe mit dem Element, ehrenvoll, weil bis zum letzten Augenblicke kämpfend. Die Maschinisten verließen ihre Posten erst dann, als das eindringende Wasser ihre Maschinen überflutet und stillgelegt hatte.

### 8. Wiederaufbau der Mathildegrube 1920—1926

Am 1. Juli 1918, also 17 Tage nach der Katastrophe, trat ich vertragsmäßig meinen Posten als verantwortlicher Leiter der Mathildegrube an. Ich sollte diese kriegswichtige Grube so rasch als möglich wieder produktiv machen. Da bis auf die alten Rittinger, die fast unbrauchbar, da Gestängebrüche an der Tagesordnung waren, alle Pumpen untertags, infolge der hier unzumutbaren Anlage derselben im Grubentiefsten, vollkommen ersoffen waren, blieb nur die Möglichkeit der Sumpfung durch Senkpumpen. Nach reiflicher Durchrechnung der gegebenen Raum- und Kraftmöglichkeiten fiel der Entschluß zugunsten von elektrischen Senkpumpen. Da die umliegenden Kraft- und Bergwerke in der Frage der Stromlieferung mangels eigener Dampfreserven versagten, holte ich aus dem Heeresarsenal in Wien einen Turbogenerator hervor, der für unsere Zwecke geeignet war. Mitten in diese drängende Arbeit fielen die politischen Ereignisse des Herbstes 1918. Damit war jede Möglichkeit, die Grube rasch zu sumpfen, radikal abgeschnitten.

Die letzten Konsequenzen dieser Ereignisse für die Möglichkeit des Wiederaufbaues der Mathildegrube waren naturgemäß tiefgreifend. Dank dem wirtschaftlichen Weitblick des in dieser Frage damals zuständigen Vertreters der Warschauer Regierung gelang es, diese ernstesten Hemmungen im Herbst 1921 glücklich zu überwinden und damit den Weg zum Wiederaufbau der Grube im Interesse beider Seiten freizulegen.

In der Zwischenzeit hatte ich einen großen Teil der oben erwähnten Tiefbohrungen niedergebracht und die sorgfältigen Planungsarbeiten so weit vorgebracht, daß mit deren Durchführung sofort nach Fallen der günstigen Warschauer Entscheidung begonnen werden konnte.

Für die Einbringung der notwendigen Senkpumpen standen nur der Liddy- und Berthaschacht zur Verfügung, da der Bettyschacht für den späteren Einbau der ständigen Wasserhaltung vorgesehen war.

In den Schachtscheiben des Liddy- und Berthaschachtes wurden somit endgültig vier Senkpumpen à 15 cbm/min Leistung, je zwei in einem Schacht, untergebracht. Im Berthaschacht überdies ein elektrischer Förderhaspel von etwa 150 PS Leistung. Die

vorgesehene maximale Pumpleistung der Sumpfungsperiode überhöhte somit den normalen Wasserzufluß der Grube um rund 50%. Die wassergekühlten Senk-pumpenmotoren von Siemens-Schuckert-Berlin leisteten jeder 480 kW dauernd und arbeiteten mit 3000 V Drehstrom. Sie waren direkt gekuppelt mit vertikalen, zweistufigen Turbopumpen von Jäger-Leipzig von je 15 cbm/min Leistung auf maximal 125 m Förderhöhe. Jedes Aggregat war in einem festen schmiedeeisernen Rahmen mit Bedienungsbühnen und Führungen eingebaut. Es wurde, ein jedes für sich, von speziell hierfür gebauten, elektrisch angetriebenen schweren Senk-pumpenwinden, die eine sehr feine Manövrierfähigkeit aufwiesen, betätigt; die armierten Stromzuführungskabel waren freitragend vorgesehen und liefen über besonders konstruierte, handbetätigte Kabelwinden mit eingebauten gesicherten Schleifkontakten.

Die Kupplungsstücke zwischen den fest verlagerten Steigleitungen und den Senk-pumpen bestanden aus stahlgepanzerten je 4 m langen Gummischläuchen mit 350 mm lichtem Durchmesser, die das unbedingt notwendige elastische und rasch auswechselbare Zwischenglied zwischen der starren Druckleitung und der beweglichen Pumpe jeweils bildeten. Die Konstruktion dieser Schläuche führte die Firma Berghöfer in Niederzwehren bei Kassel durch. Sie bewährte sich ausgezeichnet.

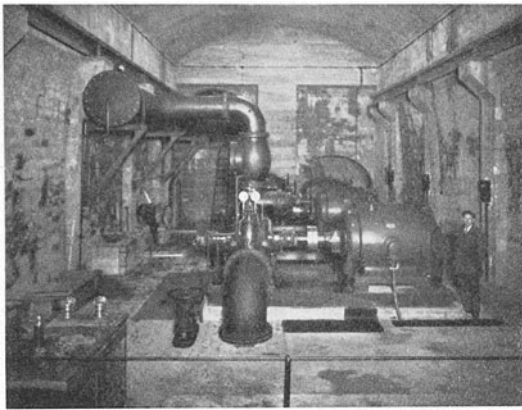


Abb. 5. Neue Pumpenstube mit 3 Aggregaten von je 25 cbm/min Leistung

Da, wie bereits erwähnt, der Bezug auswärtigen Kraftstromes damals unmöglich und aus Sicherheitsgründen auch nicht ratsam erschien, mußte eine eigene Kraftstation errichtet werden, deren Leistung selbstredend auch den künftigen Kraftbedarf der Grube auf absehbare Zeit sicherzustellen bestimmt war.

Um die im Frühjahr und Herbst regelmäßig auftretenden Überschwemmungen der Anrainer durch die abfließenden Grubenwasser und damit hohe Schadenersatzsummen zu sparen, wurde ein zirka 10 km

langer Grubenwasserabflußkanal für eine Leistung von zirka 150 cbm/min von der Grube bis zum Fluß Przemsza gebaut.

Die Inflation und deren Folgen, die neuen Zollgrenzen und andere Schwierigkeiten verlangsamten oft das Tempo unserer Arbeit, unterbrachen sie jedoch nie ganz.

Am 1. Oktober 1926 konnte ich endlich, nach gründlicher Erprobung des neu geschaffenen Apparats sowie nach mühevoller Anlernung der Belegschaft, mit der endgültigen Sumpfungsbearbeitung beginnen. Sie ging, dank deren sorgfältigen Vorbereitung, mit fast uhrenmäßiger Präzision und ohne jeden ernstlichen Unfall vor sich. Es wurden in sieben Monaten rund 15 Mill. cbm Wasser aus der Grube gepumpt. Die geschaffenen Einrichtungen hatten sich praktisch einwandfrei bewährt.

Schwierig gestaltete sich die Freilegung des Berthaschachtes von den eingebauten Rittingersätzen während der Sumpfung. Wir gingen mit Gasschneidbrennern vor. Undichtheiten der Kühlwassermäntel der Senk-pumpenmotoren wurden mittels Einpressung von Wasserglas rasch behoben.

Am 27. April 1927 war Mathildegrube entsumpft. Die erste Befahrung fand an diesem Tage statt.

Das Grubengebäude hatte, wie vorauszusehen war, weil vorwiegend im harten Dolomit stehend, fast nirgends gelitten. Verbrüche waren nur in Sprungzonen aufzuheben. Die Fördereinrichtungen wurden erneuert, während das ganze Grubengebäude geologisch und markscheiderisch neu aufgenommen und kartiert wurde. Diese Arbeiten dauerten

bis Ende Juli 1928. Anfang August 1928 wurde die Erzförderung endgültig wieder aufgenommen und erreichte bald die vorgesehene Höhe von rund 100.000 t Roherz pro anno. Auch die kalkulierten Selbstkosten konnten genau eingehalten werden.

Die ständige Wasserhaltung wurde auf Grund der bisherigen Erfahrungen 16 m über der Hauptquerschlagsohle, in einer Pumpenstube aus Eisenbeton untergebracht und ist für vier liegende Aggregate à 25 cbm/min Leistung vorgesehen. Drei hiervon wurden sofort aufgestellt (Abb. 5). Drei vertikale Zubringerpumpen derselben Leistung, mit vertikalen Wellen, treiben das Wasser direkt in die Saugleitung der liegenden Aggregate (Abb. 6). Durch entsprechende elektrische Schalteinrichtungen ist für ein zuverlässiges Zusammenarbeiten dieser Kombination gesorgt, welche die Gefahr des Ersaufens der Pumpen nach menschlicher Voraussicht unter den gegebenen Verhältnissen praktisch ausschließt. Diese Pumpenstube wurde 1929 in Betrieb genommen und arbeitete vom ersten Augenblick an tadellos. Sie dürfte eine der stärksten Bergwerkspumpenanlagen sein, die heute auf der Erde existieren. Damit hatte ich das mir gesteckte Ziel erreicht. Mathildegrube lebte wieder. Zwei Jahre lang war es mir nur noch vergönnt, meine Arbeit dort fortzusetzen. Die im Beginn der Weltwirtschaftskrise rasch abgleitenden Metallpreise erzwangen die systematische Stilllegung der Grube zugunsten der billiger arbeitenden und reicheres Erz führenden Bleischarleygrube in Oberschlesien. Dieser Zustand dauert bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt an und dürfte in absehbarer Zeit sich nicht ändern.

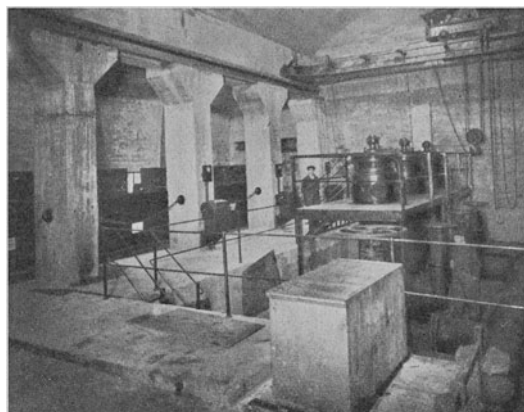


Abb. 6. Neue Pumpenstube. 3 vertikale elektrische Zubringerpumpen von je 25 cbm/min Leistung mit 16 m langen Wellen

### 9. Die Zukunft des Chrzanówer Erzbeckens

Die Vorräte der Oberschlesischen Erzmulde an Zink- und Bleierzen sind naturgemäß begrenzt. Schon Generaldirektor Bernhardt hatte seinerzeit Mathildegrube unter diesem weitblickenden Gesichtswinkel erworben.

Wenn es auch infolge der die ganze Erde umspannenden Wirtschaftsdepression der letzten Jahre nicht gelang, die unter schwierigen Verhältnissen und namhaften Geldopfern wiedererrungene Produktionskraft der kleinpolnischen Erzmulde dauernd in den Wirtschaftskreislauf des neuen polnischen Staates einzuschalten, so ist doch meines Erachtens durch die geleistete Arbeit der positive praktische Beweis im Großen erbracht worden, daß die polnische Zink- und Bleiindustrie, im gegebenen Zeitpunkt, in der kleinpolnischen Erzmulde einen genügenden Ersatz jener Rohstoffe finden wird, deren natürliche Erschöpfung auf ober-schlesischem Boden nur eine Frage der Zeit ist.

## Schema der Thermalwasserquellen Bulgariens

Von Ing. Georg N. Wassileff, Sofia

Mit 1 Textabbildung

Dieser Teil unserer Bodenschätze, der beim ersten Blick ziemlich fremd dem Montanwesen erscheint, ist mit Recht in den Wissensbereich des Bergingenieurs eingereiht worden.

Das Studium der Mineralquellenschätze des Landes im allgemeinen und das Studium jeder einzelnen Quelle als eine Lagerstätte, die Fassung, der Quellenschutz und die

Wasserleitungen bis zum Verbrauchsort, alles das im Einklang mit dem Wirtschaftsproblem der Ausnützung, verlangt zweifellos spezielle Kenntnisse, für welche wir verhältnismäßig den besten Grund haben.

Deswegen werden bei uns in Bulgarien alle Fragen von diesem angewandten Wissensgebiet gesetzrechtlich von der Abteilung für Bergbaue, Steinbrüche und Mineralquellen studiert und gelöst.

Obgleich ganz kurz, werde ich hier den Versuch machen, unsere Thermalquellen, die für uns Bodenschätze von großer Wirtschaftsbedeutung sind, zu schematisieren.

### **Allgemeine geologische, tektonische und petrographische Verhältnisse**

Es wird mit Recht als Thermalwasser jenes Wasser bezeichnet, dessen Temperatur die mittlere jährliche Temperatur des Untergrundes oder, exakter gesagt, die Temperatur der neutralen Zone (zirka 20 m unter der Oberfläche) überschreitet. Bei den geographischen Verhältnissen Bulgariens wird als untere Grenze der Thermalwassertemperatur 20° C bezeichnet. An solchen Wässern ist unser Land ziemlich reich.

Geographisch liegen sie, mit wenig Ausnahmen, südlich des Balkans. Ein flüchtiger Blick über die geologische Karte des Landes gibt uns die Lösung dieser, nur scheinbaren, Unregelmäßigkeit. Südbulgarien ist größtenteils gebirgig. Die Massengesteine und alte kristalline Schiefer haben eine sehr große Verbreitung und Mannigfaltigkeit. Damit charakterisiert sich dieser Teil Bulgariens als ein Gebiet mit lebhaftem tektonischem Leben in der geologischen Vergangenheit. Zum Beweis, daß auch jetzt im Quartär dasselbe Land von lebhafterem geologischen Charakter ist, dienen uns nicht nur die Thermalquellen, sondern auch die oft auftretenden zerstörenden Erdbeben, deren Herde entweder im Balkan oder südlich von ihm liegen. Der Zusammenhang zwischen den Thermalquellen und den seismischen Erscheinungen im Lande ist auf zweifellose Weise durch Feststellung der Wirkung der Schüttung und durch die Temperaturänderungen der Thermalwässer nach jedem, wenn auch schwachem Erdbeben, nachgewiesen worden. Es erscheinen große Schwankungen in der Schüttung, deren Ausklingen viel Zeit verlangen. Wir haben aber Fälle von permanentem oder temporärem Versiegen von Quellen, wie z. B. das Versiegen der Thermalquellen von Meritschleri im Jahre 1928 nach dem großen Erdbeben im Marizatal oder das Erscheinen von neuen Thermalquellen an Stellen, wo es vorher keine gab, z. B. das Erscheinen der Thermalquelle Owtscha-Kupel in der Nähe von Sofia nach dem zerstörenden Erdbeben am 18. September 1858 in der sofioten Ebene und das Erscheinen der Quelle im Strumatal nahe bei der Stadt Gorna Djumaja. Ähnliche Wirkungen haben auf die Thermalquellen alle Erdbeben seit dem Jahre 1818, die unerforscht sind, ausgeübt (23. IV. bis 7. IX. 1818, 18. IX. 1858, 24. III. 1894, 1903, 20. II. 1904, I. VI. 1913, 18. X. 1917, 18. IV. bis 27. V. 1928).

Diese Erdbeben, die periodisch auftreten, erscheinen als Spannungsausgleicher eines ununterbrochenen gebirgsbildenden Prozesses, der hauptsächlich an senkrechte Bewegungen gebunden ist, wobei die Hauptbewegungen in den schon im Tertiär geschaffenen, wieder infolge dieses Prozesses, tektonischen und gleichzeitig hydrothermalen Linien stattfinden.

Wenn wir versuchen, unsere Thermalquellen auf Grund ihres Ursprunges in bestimmte Gesetzmäßigkeit zu bringen, so müssen wir zwei Hauptthermalgebiete festsetzen, in denen fast alle unsere Thermalwässer gelegen sind.

Das typischste Thermalgebiet ist die Balkangebirgskette — die Fortsetzung des karpatisch-balkanischen Bogens —, die in sich zwei hydrothermale, die gleichzeitig Verwerfungszonen sind, einschließt, welche die südlichen und nördlichen Abhänge des Balkans durchziehen. Die südliche Thermalzone ist die typischste, und auf diese macht schon F. Toula aufmerksam. Den Ursprung dieser Zone müssen wir in die ziemlich ferne Vergangenheit verlegen, und dem Alter nach wird sie vielleicht gleich demjenigen der letzten Faltung des Balkans sein.

Von der Stadt Tran aus in fast gerader östlicher Richtung bis zu dem Ufer des Schwarzen Meeres (Stadt Burgas) besteht die Gegend, die im Norden vom Balkan und im Süden von einigen höheren und niedrigeren Tälern (Radomir, Ichtiman, Tracien) eingeschlossen wird, an vielen Stellen aus mittleren und jungen Eruptivgesteinen (Porphyre, Andesite u. a. und ihre Sedimente, Tuffe und Konglomerate). Die letzte neuzeitige intensive vulkanische Tätigkeit auf dieser Verwerfungszone hat in der oberen Kreide angefangen, darauf ist sie unterbrochen worden und ist im alten und jungen Tertiär fortgesetzt worden. Darnach tritt von neuem ein Absterben dieser Tätigkeit ein, welches noch bis heute dauert.

Die Folgen dieser vulkanischen Tätigkeit — heftige Gasexhalationen und hydrothermale Prozesse — fahren fort, indem sie vererzte und nicht vererzte Gangbildungen geben (in der Gegend von Tran, Panagjurische, Burgas u. a.). Nach dem Absterben auch dieser heftigen Tätigkeit bleibt jetzt nur noch die schwache und absterbende hydrothermale Tätigkeit. Die südliche Thermalzone ist bis heute noch eine der schwächsten in tektonischer Beziehung geblieben. In ihr finden noch jetzt senkrechte Bewegungen statt, welche bequeme Wege für das Leiten der Thermalwässer zur Oberfläche schaffen. Im Balkan selbst und in seinen Tälern fehlen Thermalquellen fast vollkommen. Diese Tatsache wird leicht mit dem reinen Faltencharakter des Gebirges und mit der Schuppenbildung desselben erklärt, die keine tiefen tektonischen Störungen bewirkt, zum Unterschied von den senkrechten Verwerfungen, welche tektonische Störungen an vielen Kilometern in der Tiefe verursachen. Andererseits sind in beiden Zonen, im Gegengewicht zu dem Balkan selbst, große Mengen von Eruptivgesteinen vorhanden, die dank ihrer Härte und Sprödigkeit unbegrenzt lange Zeit die durch die Verwerfungen entstandenen Spalten offen behalten können, und auf diese Weise verhelfen sie der leichten Leitung von Wässern, von oben nach unten — für Oberflächenwässer, als auch von unten nach oben — für Thermalwässer.

Die ganze südliche Thermalzone schließt in sich ungefähr 28 bis jetzt bekannte Quellenzentren ein.

Die nördliche Thermalzone liegt im westlichen Teil des Balkans, und auch sie ist nur auf Eruptivboden wasserführend. In dem mittleren und westlichen Teil des Balkans geht diese Zone durch mächtige mesozoische Sedimentgesteine hindurch (hauptsächlich Kreide) mit einem stark vertretenen Karstcharakter, die das Hervortreten der Thermalwässer an der Oberfläche verhindern. Im allgemeinen haben die nördlichen Abhänge des Balkangebirges keine Thermalwässer, da sie bei der falten- und schuppenartigen Struktur des Balkans an der Druckseite liegen, während man bei den südlichen Abhängen und Vorgebirgen sichere Beweise für eine Zugseite hat.

Diese ganze Zone hat bloß ungefähr sechs Quellenzentren, die im westlichen Teil des Balkans gelegen sind.

Überhaupt zeichnen sich die Balkanzonen durch ihr O—W verlaufendes Streichen aus.

Fast alle übrigen Thermalquellen im Lande befinden sich in dem großen Gebiet der Rhodopen (einschließlich Rila und Pirin), die den ganzen südwestlichen Teil des Landes einnehmen.

Trotzdem diese orientalische oder noch „thrazisch“ genannte Insel während langer geologischer Zeit (der größere Teil des Paläozoikums bis zu dem Ende des Mesozoikums) über dem Meeresspiegel gewesen ist, so ist sie nicht in Ruhe geblieben. Ununterbrochene Bewegungen haben die archaischen und die paläozoischen Gesteine gefaltet, sie haben sie metamorphosiert, und zur selben Zeit haben sie große Mengen von Massengesteinen intrudiert. Der allgemeine Eindruck ist die ununterbrochene Bewegung—Hebung dieser Scholle, infolgedessen große Mengen von Intrusivgesteinen zum Vorschein kamen. Am Ende der Kreidezeit (in der oberen Kreide) fängt eine heftige vulkanische Tätigkeit an, die sich wieder, wie bei der südlichen Balkanthermalzone, in geräumigen Spaltenausbrüchen von jungen Gesteinen offenbart, wie z. B. Andesite, Trachyte, Rhyolithe u. a.,



die hauptsächlich im mittleren und östlichen Teil der Rhodopengegend vertreten sind. Diese Tätigkeit dauert, mit Wiederbelebung, auch während des alten und vielleicht auch des neuen Tertiärs an, wo ein vollkommenes Aussterben der aktiven vulkanischen Tätigkeit eintrat.

Von den bisherigen Studien stellen wir fest, daß nach dem alten Tertiär die Rhodopengegend von zahlreichen senkrechten Verwerfungen durchschnitten worden war, wobei talartige Senkungen entstanden sind. An manchen von diesen setzten sich junge (Pliozän) tertiäre Ablagerungen ab. Die Verwerfungsrichtungen gehen hauptsächlich O—W und S—N, und durch manche von diesen bahnen sich die Flüsse: Struma, Mesta, Wetren-Dol, Tschaja u. a. den Weg. In diesen Verwerfungstälern finden noch heute Bewegungen statt, welche die Spalten für die Thermalwässer offen halten, und sie zeichnen sich durch eine heftige, doch lokale seismische Tätigkeit aus.

Neue montanistische Studien haben nachgewiesen, daß die Rhodopen an viel mehr Stellen, als man vorher glaubte, durch neue senkrechte Verwerfungen in Richtung O—W

und S—N durchschnitten sind, obgleich nicht alle wasserführend sind. Bei manchen dieser S—N-Verwerfungen beobachtet man viel jüngere sekundäre Bewegungen, die vererzte Gänge milonitisieren.

Also auch in der Rhodopengegend werden wir die heftige hydrothermale Tätigkeit jenen gebirgsbildenden Kräften zuschreiben, die die jungen Ergüsse und die nachfolgenden senkrechten Spalten hervorgerufen haben, trotzdem wir nicht überall ihren Zusammenhang nachweisen können. Die heftigste

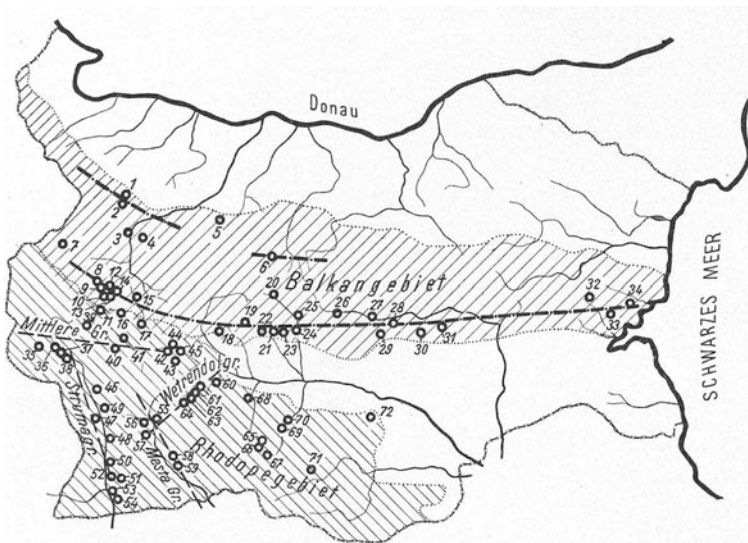


Abb. 1. Die Thermalquellenzentren Bulgariens

hydrothermale Tätigkeit ist hauptsächlich im westlichen Teil der Gegend vertreten, und sie schließt in sich die höchsten Berge der Balkanhalbinsel ein — Rila, ein Teil von den Rhodopen und Pirin. Hier findet man auch die Wässer mit der höchsten Temperatur.

Die tiefen tektonischen und Erosionstäler sind die bequemsten Orte als Ausgangspunkte der Thermalwässer, und sie bilden auf diese Weise einige Gruppen mit zahlreichen Quellen.

Als Bindeglied zwischen den beiden hydrothermalen Gegenden — der Balkan- und der Rhodopengegend — erscheint die mittlere Gruppe, die fast parallel der Balkanengegend läuft. Sie geht durch die nördlichen Niederungen der Rila- und Rhodopengebirge. Von der hydrothermalen Gegend des Balkans ist sie durch Konjawa-, Witosch- und Ichtimanhöhungen getrennt. Sie fängt von den Quellen bei der Stadt Kjustendil an und geht bis zu den Quellen von Kostenez. Einige unserer Beobachtungen in diesem Teil haben uns gezeigt, daß die Quellen auf N—S verlaufenden Verwerfungen liegen. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß dieser Ort einen Übergang darstellt, mit einem Einfluß beider hydrothermalen und gleichzeitig tektonischen Gegenden. Zu dieser Gruppe gehören ungefähr elf Quellenzentren.

Die zweite große Gruppe in der Rhodopengegend ist die Strumagruppe, die dem Fluß Struma entlang geht. Sie fängt von den Quellen bei Gorna Dschumaja an und

gelangt zu diesen bei dem Dorf Marikostenowo. Diese umschließt neun Thermalzentren. Bei manchen von den besser untersuchten Quellen ist eine N—S verlaufende Verwerfungsrichtung festgestellt.

Die nächste Quellengruppe umfaßt fünf Quellenzentren im Tal des Flusses Mesta, die mit den Quellen bei dem Dorfe Eleschniza beginnt und mit denjenigen bei dem Dorfe Ognenowo endet.

Eine verhältnismäßig kleine Gruppe ist diejenige von Wetren-Dol, die beim südlichen Teil des Tschepinobeckens beginnt und sich bis zu dem Dorfe Warwara erstreckt.

Von da nach Osten, obgleich viel seltener, findet man Thermalquellen bis zu den östlichen niederen Rhodopen, in denen Thermalquellen fast vollkommen fehlen. Diese Quellen bilden keine große Gruppe, wie wir aus dem vorhergehenden gesehen haben, sie kommen vereinzelt vor, aber bei ihnen sind wieder junge Verwerfungen in Richtung N—S der Erscheinungsgrund.

In diesem Teil der Rhodopen sind uns bis jetzt nur acht Quellenzentren bekannt.

Ein wichtiges Merkmal für die Thermalquellen im allgemeinen, das uns die physikalischen und chemischen Eigenschaften bestimmt, ist das Muttergestein jeder einzelnen Quelle. Unsere Quellen haben als solches ausschließlich saure Eruptivgesteine und kleine Ausnahmen von kristallinem Schiefer. Es fehlen fast vollkommen Sedimentgesteine. In den seltenen Fällen, wo sie vorkommen, haben die Quellen meistens nur ihre Mündung und den der Mündung nahen Weg in den Sedimentgesteinen, wobei die langen Hauptwege im Eruptivgestein oder kristallinen Schiefer liegen, die fast immer an der Oberfläche in der nahen Umgebung feststellbar sind. Die dünnen diluvialen und alluvialen Ablagerungen, die an vielen Stellen die Quellenmündungen bedecken, werde ich nicht erwähnen. Sie tragen nichts für die guten Eigenschaften der Thermalquellen bei. Im Gegenteil, sie verschlechtern sie, indem sie sie mit Hilfe der durch sie geleiteten gewöhnlichen Grundwässer abkühlen.

Die Quellen der nördlichen Balkanzone entspringen aus Granit. Diejenigen der südlichen Balkanzone entspringen aus Andesit, Granit, weniger aus Orthogneis und sehr wenig aus Sedimentgesteinen. Die Wässer von dem westlichen Teil dieser Zone entspringen entweder direkt aus Andesit und seinem Kontakt (z. B. Bankja) oder aus den jungen tertiären Ablagerungen (z. B. Owtscha-Kupel, Sofia). Die Wässer von dem mittleren Teil derselben Zone entspringen aus Granit und Orthogneis und diese im östlichen Teil wieder aus Andesit. Nur einige Quellen, wie diese bei Panagjurische und Stara-Sagora, entspringen aus Sedimenten der Trias- und Kreidezeit, doch diese befinden sich in unmittelbarer Nähe von jungen Ergußgesteinen, mit denen wir sie in enge Beziehung bringen müssen. Die Wässer der mittleren Gruppe der Rhodopengegend entspringen aus Graniten und kristallinen Schiefen, die überall bei den Quellen an der Oberfläche sichtbar sind. Die Gesteinsart um die Quellen der Strumagruppe und auch diejenige der übrigen Gruppen von der Rhodopenzone ist überall kristalliner Schiefer und seltener Granit. Einige gründliche Untersuchungen werden vielleicht einige der Quellen in einem gewissen Zusammenhang mit den jungeffusiven Gesteinen bringen, die in dem östlichen und mittleren Teil der Rhodopen ziemlich stark vertreten sind. Nur die ganz östlichen Quellen in der Nähe der Stadt Haskowo entspringen unmittelbar aus dem Kontakt des Trachyts mit noch jüngeren Rhioliten. Einige spezielle Eigenschaften dieser Quellen erregen großes wissenschaftliches Interesse.

Wir haben im allgemeinen wenig gründliche geologische und petrographische Untersuchungen unserer Thermalquellengebiete, und deswegen ist das Ziehen von Schlüssen ziemlich gewagt.

### **Über Temperatur und Schüttung der Thermalquellen**

Es ist bekannt, daß die Temperatur des Wassers ausschließlich von derjenigen des Untergrundes, durch den sie hindurchfließen, abhängt, und mit deren Hilfe können wir

uns, obgleich in ganz groben Grenzen, eine Vorstellung von den Tiefen, aus denen sie kommen, machen, doch nur unter einer Bedingung, daß uns für jeden Quellenort die geothermische Tiefenstufe bekannt ist. Andererseits werden sehr oft die Thermalquellen der Erdoberfläche von kalten Grundwässern abgekühlt, die entweder ein Schwanken in der Temperatur einer und derselben Quelle in den verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedenen Witterungserscheinungen herbeiführen, oder bei Quellengruppen, die einem und demselben Quellenzentrum gehören — verschiedene Quellen mit verschiedener Temperatur, welche Erscheinung ziemlich oft bei unseren Thermalwässern beobachtet wird. Wie im ersten so auch im zweiten Fall ist für uns die höchste Temperatur maßgebend und wichtig.

Doch gibt es auch Fälle, wo einige Quellen, die einem und demselben Quellenzentrum gehören, gewisse kleine Temperaturunterschiede haben (von einigen Graden). Diese Unterschiede kommen aber nicht von den obengenannten Gründen, sondern sie werden tiefen genetischen Gründen zugeschrieben, was mit Hilfe von systematischen Beobachtungen und Analysen bestimmt wird. In einem solchen Falle werden mit Recht für dieses Quellenzentrum zwei oder mehr maßgebende Temperaturen bezeichnet.

Bei uns erreicht die maximale Temperatur 83,2° C. Natürlich haben die meisten unserer Quellen Temperaturen, die zwischen 30° C und 60° C schwanken, und verhältnismäßig weniger unter oder über diese Grenzen.

Eine wesentliche Eigentümlichkeit beider Thermalgegenden ist der große Unterschied in der Temperatur der Quellwässer. Während in der Balkangegend Wässer mit einer Temperatur zwischen 20° C und 50° C vorherrschen, wobei die höchste Temperatur kaum 54° C erreicht, herrschen in der Rhodopengegend Wässer mit einer Temperatur zwischen 40° C und 80° C vor, und die höchste Temperatur, wie ich schon oben erwähnt habe, ist 83,2° C.

Die Wässer von der nördlichen Balkanzone haben die tiefsten Temperaturen und erreichen kaum 36,6° C. Diejenigen der südlichen Balkanzone haben überwiegend eine Temperatur zwischen 40° C und 54° C mit einer Höchsttemperatur von 54° C.

Zahlentafel 1

Temperatur in °C	Zahl der Quellen- zentren	
	Balkan- gegend	Rhodopen- gegend
20—30	12	3
30—40	7	3
40—50	11	8
50—60	4	8
60—70	—	10
70—80	—	5
80—90	—	1

Die Temperaturen der Wässer von der mittleren Gruppe sind alle hoch — zwischen 50° C bis 80° C. Die wenigen Quellen mit einer tieferen Temperatur sind unerforscht, sie entspringen aus Flußbetten, die reich an Grundwässern sind. Eine gründliche Untersuchung würde sicher die Temperaturen erhöhen.

Die Wässer von der Strumagruppe haben nur hohe Temperaturen — bis 83,2° C. Auch hier gehören die tiefen Temperaturen unerforschten Quellen und solchen mit sehr kleiner Schüttung. Die Quellen der Mestagruppe haben mittlere Temperaturen, um 50° C, und diese der Wetren-Dol-

Gruppe zwischen 60° C bis 70° C. Die übrigen Quellen, die zu der Rhodopengegend gehören, haben keine charakteristische Temperatur und man kann keine Gesetzmäßigkeit suchen, da sie verschiedenen Verwerfungen, in großen Entfernungen voneinander, angehören.

Bei den meisten Quellen wird man, nach der Fassung, eine wesentliche Erhöhung der Temperaturen bekommen. Die jetzigen tiefen Temperaturen sind entweder den schlechten Fassungen oder überhaupt dem Mangel an solchen zuzuschreiben, wobei der Quellenort morastig wird. Als Folge davon erhält man, entweder infolge des Verbleibens oder infolge der Mischung mit kaltem Grundwasser, eine tiefere Temperatur.

Was die Schüttungen unserer Thermalwässer angeht, müssen wir erwähnen, daß sie ziemlich mannigfaltig sind. Sehr selten sind Quellen mit kleiner Schüttung. Die meisten sind mit mittlerer und hoher Schüttung. Mit sehr großer Schüttung haben wir verhältnismäßig wenig Quellen. Bei ihnen sind die Temperaturen der Wässer hoch. Bei den übrigen

Quellen kann man eine Gesetzmäßigkeit zwischen Schüttung und Temperatur nicht feststellen.

Große periodische Schwankungen in der Schüttung unserer Thermalquellen sind bis jetzt nicht beobachtet worden, doch bei längeren und genaueren Untersu-

chungen werden solche sicher festgestellt werden. Das wird von großem Nutzen bei dem Lösen der Frage nach ihrem Ursprung sein. Doch bei vielen Quellen, die nicht gut gefaßt oder geschützt sind, sind große oder kleine unregelmäßige Schwankungen in der Schüttung beobachtet worden, und zwar mit oder ohne Änderungen in der Temperatur, unmittelbar nach starkem Regen oder spätem Frühling infolge einer Oberflächenmischung mit kaltem Wasser. Diese Daten sind ohne wissenschaftlichen Wert und sind von Bedeutung nur für die Quellentechnik, und sie weisen uns den Weg für die Fassung und für den Schutz der Quellen.

Zahlentafel 2

Schüttung der Quellen	in l/min.	Zahl der Quellenzentren
Kleine .....	1—100	zirka 10
Mittlere .....	100—500	„ 23
Große .....	500—1500	„ 20
Sehr große .....	über 1500	„ 5

### Thermalwasserchemismus

Eine der interessantesten und wichtigsten Fragen bei den Thermalwässern ist diejenige ihres Inhaltes an chemischen Elementen. Diese Frage muß parallel mit der Analyse des Muttergesteins genau untersucht werden, doch werden wir uns mit einigen allgemeinen Schlüssen begnügen, die zur Klassifikation der Wässer beitragen.

Die chemischen Eigenschaften der Thermalwässer charakterisieren sich hauptsächlich durch die Gesteine durch die sie hindurchfließen, bevor sie die Oberfläche erreichen. Im Zusammenhang mit der Temperatur des Wassers, dem Inhalt an Lösungsmitteln (wie z. B.  $\text{CO}_2$ ) und den Zersetzungs- und Verwitterungszuständen der Gesteine erhält man die verschiedenen Mineralisationen der Wässer.

Fast alle unsere Thermalwässer sind schwächer oder stärker alkalisch, welche Eigenschaft sich als ein Ergebnis von der Verwitterung und dem Auflösen der eruptiven Feldspatgesteine, durch welche, wie wir aus dem vorherigen gesehen haben, die meisten unserer Thermalwässer hindurchfließen, ergibt. Mit kleinen Ausnahmen sind die Wässer schwach mineralisiert, d. h. sie enthalten weniger als 1 g gelöste Mineralbestandteile in 1 kg Wasser. Mit dieser Eigenschaft müssen sie in die Gruppe der Akratothermen eingereiht werden.

In den Bestandteilen haben quantitative Überlegenheit: Ca-, Na-,  $\text{HCO}_3$ -Ion, seltener K-,  $\text{SO}_3$ -, Mg- und Fe-Ion fast überall. Einzelne Quellen, wie diese bei Panscharewo, Stara-Sagora, Sliven, Naretschen u. a., haben in großen Mengen  $\text{CaCO}_3$ , infolge der Bereicherung bei dem Durchfließen durch Kalkgesteine, eingelöst.

Thermalwässer mit einer Mineralisation über 1 g pro 1 kg Wasser gelöster Stoffe sind bei uns selten, solche sind nur diejenigen von Owtscha-Kupel, Sliven, Naretschen und Brestowo. Dafür aber enthalten viele der Quellen, obgleich in kleinen Mengen, doch für die praktische Anwendung für genügend gehalten, seltener vorkommende Elemente, wie z. B. As, Fl u. a., oder aufgelöste selten vorkommende Gase, mit denen ich mich kurz befassen werde.

Einen wahren Säuerling haben wir in Bulgarien nicht nur unter den Thermalquellen, sondern auch unter den kalten Mineralquellen. Aus den bisherigen Untersuchungen schließen wir, daß alle unsere Thermalquellen, außer denjenigen von Sliven, weit unter 1 g pro 1 kg Wasser freie Kohlensäure enthalten.

Nicht so verhält es sich aber mit dem Inhalt an Radon. Der letztere kommt in vielen unserer Thermalquellen vor, und zwar nicht nur aufgelöst, sondern auch mit anderen Gasen mechanisch vermischt. Trotzdem alle stark radioaktiven Thermalquellen bei uns aus saueren Gesteinen (Granite und weniger kristallinem Schiefer) entspringen,

womit wir beim ersten Blick leicht diese Bereicherung erklären könnten, kommt er sicher durch uran- und radiumhaltige Erzgänge, welche die Wasserwege durchkreuzen, zustande. Nur auf diese Weise können wir uns den Radongehalt in dem Wasser von Naretschen erklären — zwischen 1130 und 390 Em. Wichtiger und von einer großen praktischen und wissenschaftlichen Bedeutung ist die Solu-Derwent-Quelle, die außer ihrer großen Schüttung (über 1000 l/min) und hohen Temperatur (65° C) 582 Em. hat und in den Quellengasen 5919 Em. Sie entspringt aus Granitfelsen in Nachbarschaft mit kristallinem Schiefer. Diese Bereicherung werden wir der Durchkreuzung mit Pegmatit- und anderen Gängen zuschreiben, an denen die Gegend sehr reich ist und in der es wahrscheinlich Uran- und Radiumerze, obgleich in kleinen Mengen, gibt. Die dritte, der Reihe nach radioaktiven Quellen ist diejenige von Streltscha, die auch bis 250 Em. Radon enthält und in den Quellengasen bis 790 Em./Liter. Ich werde auch die Hissarjaquellen

Zahlentafel 3

Quelle	Gesamtmenge der Edelgase	In der Gesamtmenge der Gase		
		He	Ar	N
Ptschelin .....	1,978%	0,254%	1,724%	96,72%
Solu-Derwent .....	1,81 %	0,25 %	1,56 %	97,49%
Kameniza .....	1,64 %	0,22 %	1,42 %	95,15%
Hissar (Küptsches) .....	1,40 %	0,64 %	1,336%	98,30%
(Tschuludja).....	1,328%	0,054%	1,328%	98,37%
Gorna-Banja .....	1,315%	0,014%	1,301%	98,68%

erwähnen, deren Radioaktivität 175 Em. erreicht. Sowohl in dem ersten als auch in diesem Fall entspringt das Wasser aus Granit, doch sind in der Umgebung Uranerzlagerstätten bekannt. In verhältnismäßig neuer Zeit hat

man mit der Untersuchung unserer Thermalquellen auf seltene Elemente auch die Untersuchung der Quellengase begonnen, in denen sich in beträchtlichen Mengen seltene Gase befinden, wie Helium, Argon, Radon u. a. neben dem vorherrschenden Azot. So sehen wir aus der aus Zahlentafel 3 (nach N. Pentschev) einen verhältnismäßig großen Inhalt an Helium, was ohne Zweifel als Mitglied der Ur-R-Zerfallsreihe im Zusammenhang mit dem Radon gebracht werden muß.

### Technische Bauten

Sowohl in der Vergangenheit als auch heute werden die Thermalquellen als unerschöpfbares Gut der Natur, entweder für Wasserversorgung oder als Heilmittel, gebraucht. Der erste Schritt in diesem Fall ist die Fassung des Wassers auf solche Weise, daß ihre Qualität und Quantität gesichert wird, indem sie von allen nahen Grundwässern und Witterungserscheinungen isoliert wird. Die weitere Aufgabe ist, ein richtiges Ausflußniveau und Schutzbezirk zu bestimmen.

Unsere Vorläufer auf der Balkanhalbinsel — die Traken, die Römer und die Byzantiner — haben die Thermalquellen sehr hoch geschätzt, und die Spuren ihrer Fassungsarbeiten sind fast bei jeder Thermalquelle zu finden. An vielen Stellen sind ihre Fassungen, die mit der Zeit mit einer dicken Schicht von Kulturboden überdeckt sind, unberührt geblieben, und wir nutzen sie noch heute aus. Ein gutes Beispiel ist die Thermalquelle von Sofia, die wir noch heute benutzen. Andere solche Fassungen haben wir in Hissarja, Stara-Sagora, Brestowo u. a. gefunden. In allen diesen Fällen sind die Fassungen aus Ziegeln und Steinen, entweder in der Form eines Stollens oder in der Form von Dränagen, die mit großen runden Steinen gebaut sind, erbaut. Gewöhnlich wird als Fassungsboden Lehm oder gewachsener Felsen gefunden, je nachdem, welche Möglichkeit die Erbauer beim Entwässern des Quellenortes gehabt haben. Als Isoliermittel ist wieder Lehm verwendet worden. Metallteile, wie Bleirohre u. a., kommen sehr selten vor.

Später, zur Zeit der Bulgaren- und Türkenherrschaft, wurde dank den häufigen Kriegen nicht nur nichts Neues gebaut, sondern ein großer Teil des Erbauten zerstört. Erst nach unserer Befreiung fing man an, größeren Wert auf die richtige Benutzung der

Zahlentafel 4. Einige Angaben über alle bis heute bekannten Thermalquellenzentren Bulgariens (siehe Abb. 1)

Nr.	Quellenzentren	Zahl der Quellen	Temperatur °C	Schüttung in l/min.	Nr.	Quellenzentren	Zahl der Quellen	Temperatur °C	Schüttung in l/min.
	<i>Balkangebiet</i>					<i>Rhodopegebiet</i>			
	Nördliche Thermalzone:				35	Mittlere Gruppe:			
1	Warschez .....	3	36,6	354	36	Küstendil .....	35	73,4	1838
2	Sanojene .....	2	20,2	35	37	Katrischte .....	—	20	—
3	Lakatnik .....	1	30	15	38	Newestino .....	—	50	—
4	Elenow-Dol .....	1	27	200	39	Tschetirzi .....	—	50	—
5	Glawa-Panega .....	3	22	180	40	Dolni-Rakowez .....	1	32	1500
6	Schipkowo .....	1	24,8	164	41	Saparewo .....	2	78,2	100
	Südliche Thermalzone:				42	Beltschin .....	1	40	476
7	Wladislawzi .....	1	21	—	43	Dolna-Banja .....	2	56,2	135
8	Bankja .....	3	37,2	1170	44	Kostenez .....	1	41,5	260
9	Malo-Butschino .....	—	23	—	45	Ptschelin .....	1	73	700
10	Knjaschewo .....	2	31,8	243	46	Solu-Derwent .....	1	65,4	1030
11	Kladniza .....	3	27,5	206		Strumagruppe:			
12	Gorna-Banja .....	3	41,4	240	47	Gorna-Djumaja .....	10	55,1	1000
13	Owtscha—Kupel .....	1	31,5	214	48	Simitli .....	12	63	590
14	Sofia .....	1	47,5	640	49	Oschtawa .....	4	60	—
15	Pantscharewo .....	2	47,8	127	50	Osenowo .....	—	68	—
16	Schelesniza .....	2	25	1000	51	Gorna-Gradeschniza .....	2	43	201
17	Kalkowo .....	3	25	53	52	Poleniza .....	3	62	536
18	Panagjurische .....	5	44,1	938	53	Sweti-Wratsch .....	9	83,2	547
19	Streltscha .....	2	40	320	54	Deltschewo (Lewunowo) .....	—	70	—
20	Stoletowo .....	1	32,2	215	55	Marikostenowo .....	viele	63	1000
21	Krasnowo .....	1	53	120	56	Mestagruppe:			
22	Staro-Schelesari .....	2	27,5	100	57	Eleschniza .....	5	56	726
23	Hissar .....	18	49,5	2200	58	Banja-Gulina .....	29	56	1764
24	Pesnopoi .....	1	30,4	—	59	Dobrinische .....	5	41	742
25	Banja-Karlowaska .....	5	51,4	2500	60	Ognenowo (Kanina) .....	8	42,6	656
26	Pawel-Banja .....	7	50,2	113	61	Ognenowo (Baschniza) .....	4	38	500
27	Owoschnik .....	2	43	58	62	Wetren-Dol-Gruppe:			
28	Gorno-Panitscharewo .....	4	49,2	240	63	Wetren-Dol .....	3	64	300
29	Stara-Sagora (Suliza) .....	1	45,9	615	64	Korowo .....	1	54	64
30	Nowa-Sagora (Korten) .....	—	54,0	400	65	Kameniza .....	6	78	515
31	Sliwenski-Bani (Djionowo) .....	1	43,6	270	66	Ladschane .....	18	64	1500
32	Markowa-Banja (Ladja) .....	3	23	150	67	Tschepino .....	—	48,3	1500
33	Burgaska-Banja .....	2	41,5	1050	68	Übrige Quellen:			
34	Medowo .....	3	24	30	69	Leskowo .....	2	65	107
					70	Beden .....	4	60	200
					71	Schiroka-Laka .....	1	40	—
					72	Kritschim .....	5	27,2	800
						Kosowo .....	1	29	17
						Naretschen .....	2	30	210
						Ladscha-Ardinska .....	1	42	150
						Brestowo .....	10	58	1478

Thermalwässer zu legen. Man hat, obgleich teilweise, für jede Quelle im einzelnen geologische und hydrologische Untersuchungen begonnen.

Die Frage von der richtigen Fassung der Quellen stellt für uns keine besondere Schwierigkeit dar, da sie genügend starke Auftriebskraft besitzen, ohne von gelösten oder mechanisch gemischten Gasen abhängig zu sein.

Fast ohne Ausnahme verwenden wir als Baumaterial Beton. Steinzeug wird nur selten verwendet. Der Beton ist sehr widerstandsfähig, da die Thermalwässer, wie wir gesehen haben, sehr arm an freier Kohlensäure und an Gips sind. In verhältnismäßig wenig Fassungen ist Eisen als Baumaterial, in Form von Rohrfassungen, verwendet worden.

Ihrer Form nach stellen die Fassungen verschieden tiefe Schächte dar. Seltener werden Dränagen gebaut, und nur an zwei Stellen haben wir Rohrfassungen mittels metallener Verrohrung. Die größte bis jetzt erreichte Fassungstiefe ist 29 m. Es wurden bis jetzt an 27 Quellenzentren Fassungsarbeiten unternommen, und es wird ununterbrochen weiter studiert und gebaut. Man soll hoffen, daß bald alle unsere Thermalquellen gefaßt und durchstudiert sein werden.

Zahlentafel 5.  
Radioaktivität der Wässer einiger der wichtigsten Thermalquellen Bulgariens

Quellenorte	Em./Lit.	Quellenorte	Em./Lit.
Naretschen .....	390—1130	Warschez .....	15,6
Solu-Derwent .....	582	Korowo .....	15
Streltscha .....	250	Krasnowo .....	13,5
Hissar .....	175,2	Nowa-Sagora .....	11,7
Ptschelin .....	120	Beltschin .....	7,5
Kostenez .....	100	Panagjurische .....	6,6
Banja-Gulina .....	82	Kamaniza .....	6,6
Tschepino .....	81	Sanojene .....	5,7
Brestowo .....	54,15	Schelesniza .....	4,6
Pavel-Banja .....	44,7	Sofia .....	3,6
Dolna-Banja .....	46	Knjaschewo .....	3,5
Dobrinische .....	34,5	Sliwenski-Bani .....	3,2
Owoschnik .....	28	Pantscharewo .....	2,5
Karlowski-Bani .....	24,1	Stara-Sagora .....	2,2
Gorno-Panitscharewo .....	21	Bankja .....	1,5
Owtscha-Kupel .....	20,5	Stoletowo .....	1,2
Ladschane .....	15,6	Gorna-Banja .....	1,1

## Der neue Erzrayon von Karamazar in Westturkestan

Von Ing. Hans Welser, St. Kathrein a. L., Kärnten

Südöstlich von Taschkent am Syr Darja aufwärts, erstreckt sich das Becken von Fergana. Es wird im Süden von den ersten Ketten des Pamir begrenzt, während im Norden der Tien-Schan einen seiner westlichen Ausläufer im Bogen gegen die Wüste Kihil-Kum vorstreckt.

In diesem Teile des Tien-Schans, nördlich der alten Stadt Chodschent, liegt das Gebiet der Berge von Karamazar, welches durch Jahre hindurch Ziel und Arbeitsgebiet vieler russischer geologischer Expeditionen und Untersuchungsarbeiten war.

Die Untersuchungen ergaben, daß zirka 85% der ganzen Oberfläche dieses Gebietes von Eruptivgesteinen eingenommen wird, während Sedimente, hauptsächlich Schiefer und Kalke paläozoischen Alters, nur noch in Bruchstücken der einst mächtigen Decken vorhanden sind. Starker Vulkanismus spielte hier bis in die jüngste Zeit eine große Rolle und führte zur Entstehung großer Batholite (Granite und Porphyre) sowie auch in jüngerer Zeit von ausgebreiteten Tuffdecken. Hand in Hand hiemit gingen aber auch große Umgestaltungen des früheren Baues vor sich, die besonders im variskischen und alpinen Zyklus mit Faltungen, Brüchen und bedeutenden Überschiebungen die Struktur des Gebietes von Karamazar veränderten.

Während nun im südlichen Ferganagebiet, wo sich die schon länger bekannten Erzvorkommen von Tjuja-Muin (Uran-Vanadium), Kadar (Zinn-Antimon), befinden, die Vererzung in Zusammenhang mit Eruptivgesteinen des alpinen Zyklus zu bringen ist, weisen im Gebirge nördlich vom Syr-Darja alle Anzeichen darauf hin, daß nur ältere Eruptivgesteine für die Entstehungsgeschichte der Erzlagerstätten in Betracht zu ziehen sind.

Nun war zwar schon vor dem Kriege das Vorhandensein vieler Pingen im Gebirge von Karamazar bekannt, doch haben wir erst aus dem Jahre 1925, als die erste flüchtige geologische Aufnahme dieser Gegend erfolgte, darüber genauere Angaben erhalten. Die alten bergmännischen Arbeiten, welche aus dem IX. Jahrhundert stammen sollen, sind sehr entwickelt gewesen und reichen manche Arbeiten bis in eine Tiefe von 50 m, 100 m, ja sogar 150 m hinab.

Im Laufe der Jahre von 1925 bis 1933 erfolgten nun viele Expeditionen in dieses Gebiet und fanden zahlreiche geologische Kartierungen statt, in deren Folge auch mehrere Aufschlußarbeiten durchgeführt wurden.

Es liegt nun im System Rußlands überhaupt als auch im Aufbau des geologischen und Untersuchungsstruts in Taschkent begründet, daß erst im Jahre 1933/1934 die ersten Tonnen Bleierz aus den gleich am Anfange der Forschungen wiederentdeckten Blei-Zinkvorkommen von Dar-Bazar, Kan-Sai, geliefert werden konnten. Die Führung der Arbeiten lag einerseits in Händen von hervorragenden älteren russischen Wissenschaftlern, welche in Zentralasien, wo die Revolution weniger blutige Wellen schlug, diese lebend überstanden hatten, und anderseits jüngerer kommunistischer Parteimänner, die oft nur in Schnellsiederkursen sich ihr Wissen angeeignet hatten und die schon allein im Hinblick auf den sozialistischen Aufbau und den ersten Fünfjahresplan die Erzlager nur so aus dem Boden stampfen wollten. Geld spielte ja hierbei weniger eine Rolle, da man auf Grund phantasievoller Vorratsberechnungen einzelner Geologen glaubte, mit der Erzgewinnung sofort im großen Maßstabe beginnen zu können.

Doch will ich nun am besten die Lage schildern, welche ich vorfand, als ich im Jahre 1933 nach Chodschent kam.

In Chodschent befand sich die Direktion des Kombines Karamazar, welches direkt der Sektion für Buntmetalle (wie dort die Bezeichnung lautet) des Volkskommissariates für Schwerindustrie unterstand. Das Kombinat umfaßte das ganze Gebiet von Karamazar hinsichtlich der Untersuchungsarbeiten sowie die schon weit fortgeschrittenen Untersuchungs- und Aufschlußarbeiten im Gebiete der Blei-Zinklagerstätten von Dar-Bazar, Kan-Sai, welche Vorkommen möglichst rasch für die Ausbeutung vorbereitet werden sollten.

Auf Grund der ersten Vorratsberechnungen dieser Lagerstätten war man zu hohen Ziffern von 96.700 Tonnen Metall als wahrscheinliche Vorräte gekommen, so daß man gleich daranging, in Tschimkent, nordöstlich von Taschkent, eine Bleihütte für eine Jahreserzeugung von 60.000 t Blei zu bauen. Es sollten hierzu allerdings auch die Vorkommen des Kara-Tau im Norden Erze liefern, doch die Hauptmenge sollte aus Kan-Sai kommen. Es ist in den letzten Jahren sehr viel gearbeitet und untersucht worden. Im weitausgedehnten Gebiet waren eine Unmenge von Erzvorkommen festgestellt worden, ein ganzer Berg von Untersuchungsmaterial wurde angehäuft, und doch wußte man nicht recht, welche Vorkommen eigentlich, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, aussichtsreich wären und auf welche man die weiteren Arbeiten in Zukunft zu konzentrieren hätte.

Im westlichsten Teile hat man beim Blei-Zink-Arsen-Vorkommen von Takeli in Verfolgung alter Arbeiten ganz gute Aufschlüsse getätigt und waren die wahrscheinlichen Vorräte mit 250.000 t Erz mit 16 bis 20% Gehalt an Blei, Zink und Arsen errechnet worden. Die Erze kommen in Gängen des Granits und der angrenzenden Arkosen vor und schlauchartig in den benachbarten Kalken. Auf den Gängen herrscht meist Arsen vor (bis 10%) und wurde damit im Zusammenhange das ganze Vorkommen unter Militärverwaltung gestellt und von Karamazar abgetrennt. Auf dem Nachbarvorkommen von Utsch-Otschak, wo man ein ähnliches Vorkommen vermutete, wurde aber noch von einer Untersuchungsabteilung von Karamazar gearbeitet. Ein russischer junger Geologe befehligte dort eine ganze Anzahl von Arbeitern und standen ihm außerdem zwei Grelliusbohrmaschinen zur Verfügung. Man konnte auf eine Entfernung von über einen Kilo-



meter Diabas- und Porphyritdurchbrüche durch Kalke und Arkosen verfolgen, an deren Kontakt Erzeinsprengungen geringer Mächtigkeit auftraten. Schürfe und vier, fünf Bohrlöcher in 50 und 100 m Tiefe ergaben als Resultat die Fortsetzung dieser vererzten Zone in diese Tiefe bei einer Mächtigkeit von 1 m und einem Metallgehalt von unter 1% an Blei und Zink. Selbst reichere Stufen vom Ausbiß, woselbst sich auch ein paar kleine Pingens befanden, ergaben nur 1½ bis 2½% Blei und Zink und nur Spuren von Arsen. Trotz dieses abschreckenden Resultates hatte man aber noch weitere zehn Bohrlöcher gleicher Tiefe in Verfolgung des Streichens mit gleichem schlechtem Resultat niedergebracht und schließlich im ganzen 20 Bohrlöcher mit 50 bis 200 m Tiefe fertiggestellt, aber dabei eine nicht zu verachtende Vorratsziffer (es waren auch sehr viele Analysen gemacht worden) festgestellt, welche sich beim ersten Anblick als nicht zu unterschätzende Größe für den Fünfjahrplan hinstellte. Die Klärung dieser Angelegenheit und Einstellung dieser Arbeiten war meine erste, allerdings nicht angenehme Arbeit.

25 km nordöstlicher war das zweite Vorkommen, welches zur selben Zeit vom Kombinate Karamazar abgetrennt wurde. Es war dies das Uran-Radium-Vorkommen von Taboschar. Dieses Vorkommen konnte ich leider nicht selbst sehen, da die G. P. U., die gefürchtete russische politische Polizei, streng darauf sah, daß kein Ausländer in die Nähe dieses Vorkommens kam. Es ist nach den bekannten Angaben wohl eine Gangzone an der Oberfläche in allunisiertem Gestein festgestellt worden, welche außer Blei, Zink, Silber, Gold, Arsen, Kupfer, Wolfram auch Uran-Radium-Mineralen (Torbernit) enthält, doch konnte bisher, wie verlautet, das primäre Erz in der Tiefe noch nicht gefunden werden.

In weiterer Verfolgung der Erzzonen gegen Osten haben wir etwas südlicher das Hauptbleivorkommen von Dar-Bazar und Kan-Sai, welches ich genauer kennen lernen konnte.

Nordöstlich liegt das Blei-Zink-Vorkommen von Tari-Ekan, ein verzweigtes Gangsystem in Quarzporphyren, Dioriten und Tuffen. Es läßt sich 1½ km weit verfolgen und wurde im oberen Teile auch durch Stollen und Strecken untersucht. Wir haben eine Zone von zirka 15 m Mächtigkeit mit drei reicheren Erzgängen, während das dazwischenliegende Nebengestein netzartig von Erz durchzogen und imprägniert ist. Der Metallgehalt beträgt im Durchschnitt für die ganze Zone zirka 3,5% Blei und 1% Zink bei nennenswertem Silbergehalt. Das Erz tritt hauptsächlich als Bleiglanz auf.

19 Bohrungen, teils bis in Tiefen von 100 m, stellten die Fortsetzung dieser Erzführung in die Tiefe fest, so daß auch hier wieder eine ganz gewaltige Vorratsziffer sich errechnen ließ. Es wurden Zahlen von 200.000 bis 250.000 t Metall (Blei und Zink) genannt. Inwieweit dieses Vorkommen je einmal ausgebeutet werden wird, ist mehr eine Frage der Aufbereitung, des Wassers und der zu schaffenden Verbindung mit der zirka 100 km entfernten Bahn. Eine weitere Bohrung 200 m unterhalb des Stollens, welche ich vor Einstellung der Arbeiten noch durchführen ließ, ergab wohl eine Erstreckung des Vorkommens auch in diese Tiefe, allerdings bei verminderter Mächtigkeit. Immerhin erhielten die oben genannten Zahlen eine realere Begründung.

Weiter östlich wurden von geologischen Abteilungen des Kombinates noch mehrere Vorkommen von Blei und Zink festgestellt, die aber noch der genaueren Untersuchung harren.

Das näher an Taschkent liegende Kupfervorkommen von Almalik, dessen Aufschlüsse schon sehr vorgeschritten waren, soll Vorräte von zirka 2.000.000 t Kupfer haben, bei einem Kupfergehalt von durchschnittlich 0,86% in porphyrischen Erzen. Es wurde weiterhin von einer eigenen Gruppe bearbeitet.

Leider wurde oft von den untersuchenden Geologen kein Augenmerk darauf gelegt, ob ein Erzgang, den sie gefunden hatten, auch wirklich wirtschaftliches Interesse besitzt, sondern wurden auch ruhig bedeutungslose schwache und arme Erzgänge und Einsprengungen kilometerweit verfolgt, genau aufgenommen und oftmals analysiert, während nebenan ein aussichtsreiches Vorkommen der weiteren Aufschlüsse harrete. Auf

diese Art wurden in dem zirka eine Fläche von 4000 km<sup>2</sup> umspannenden Gebiet von Karamazar gegen 350 Vorkommen, von denen nur ein geringer Teil Interesse verdient, festgestellt, registriert und für den Fünfjahrsplan große Vorratsziffern errechnet, ohne daß die Abbauwürdigkeit in Betracht gezogen wurde.

Den Mittelpunkt aller Aufmerksamkeit bildeten aber die Vorkommen von Dar-Bazar und Kan-Sai, denn hier waren nicht nur beträchtliche Erzmengen festgestellt worden, sondern es kamen in Dar-Bazar auch so reiche Erze vor, daß an ihre Verhüttung ohne besondere Aufbereitung gedacht werden konnte.

35 km nördlich von Chodschent steigen aus der Steinsteppe die Berge des Okur-Tau auf, in welchen parallel zu einer großen Überschiebung zwei Erzzone sich erstrecken. Am östlichen Ende der nördlichen Erzzone war der Aufschluß der Lagerstätte von Kan-Sai schon ziemlich weit fortgeschritten. In verskarntem Kalk haben wir ein Gangsystem steil einfallender Schläuche, oder gegen die Tiefe zu gestreckter Linsen, welche durch schwache Erzgänge oder Lettenschmierlassen miteinander in Verbindung stehen. Die Ausmaße einzelner Linsen waren bedeutend und betrug bis 100 m × 30 m × 6 m. Eine Oxydationszone fehlt vollkommen und traten sulfidische Erze direkt zutage. Die Erzführung bestand aus Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies und wiesen die Erze einen Durchschnittsmetallgehalt von 28% Metall auf. Hiervon entfielen auf Blei 12%, Zink 14% und Kupfer 1%. Der Silbergehalt stand bei 50 bis 90 g/t. Ganggestein waren Quarz, oft als Amethyst, Epidot, Granat und Kalzit. Die Aufschlüsse waren zum Teil durch Strecken aus zwei Schurfschächten erfolgt, teils untersuchte man die tieferen Partien mittels Bohrung. Die Vorräte konnten hier auf Grund des Standes der Arbeiten im Jahre 1934 mit 30.000 t Metall berechnet werden. Daß hier nicht sofort mit dem Abbau begonnen worden ist, liegt nur daran, daß das Erz nicht ohne vorhergehende Aufbereitung verhüttet werden konnte. Dieses Problem war dort aber gar nicht so einfach zu lösen, da die Gewinnung des hierzu nötigen Wassers langwierige hydrogeologische Untersuchungen und Arbeiten erforderte.

Ganz anders lag der Fall bei der Lagerstätte von Dar-Bazar, wo sich eine ungemein reiche Oxydationszone mit 30 bis 45° Einfallen zirka 100 m am Seitenhange eines Tales in die Tiefe erstreckte. Abgesehen von den obersten 20 m bestand die Erzmasse, welche stellenweise schlauchartig, bis zu 7 m Mächtigkeit erreichte, aus sandartigem Zerussit, Ocker und nur geringen Resten von Bleiglanz. Zink und Kupfer fehlten in diesem Teile vollständig. Nur die obersten Partien waren an Blei ärmer und wiesen dafür einen höheren Zinkgehalt auf (Calamin, verschiedene silikatische Kupferminerale). Am Übergang dieser beiden Zonen gab es von 20 cm bis zu 4 m mächtige Lagerstättenteile, welche zum größten Teile aus Wulfenit bestanden. Dieses wunderbar reiche Erz, welches 5 bis 15% Molybdän enthielt, war vorher nicht als solches erkannt und mit auf die Bleierzhalde geworfen worden. Nach meinem Hinweise suchte man dafür dann wieder alle Stückchen aus der Halde zusammen.

Die Primäre Zone war durch einen Schrägschacht erreicht worden und zeigt ganz analoge Erzführung wie in Kan-Sai. Durch mehrere Bohrungen wurde die Fortsetzung der Erzführung auch bis in eine Tiefe von 250 m festgestellt. Der Metallgehalt beträgt hier aber nur 6 bis 8% Blei und 4 bis 6% Zink, 1% Kupfer, vermindert sich aber mit zunehmender Tiefe, während gleichzeitig Pyrit vorzuherrschen beginnt.

Daß hier schon im Jahre 1933 mit dem Abbau des Erzes der Oxydationszone begonnen wurde, ist verständlich. Von Moskau war aber noch keine Abbaumethode beilligt worden und so schritt man einfach zum Raubbau, was die späteren Arbeiten sehr erschwerte. Auch sind von den ausgewiesenen 17.000 t Erz, mit 33% Blei, welche auf der Halde liegen sollten, nur 12.500 t Erz vorhanden gewesen, während der Rest nun im Fünfjahrsplan fehlte.

Ab Mai 1934 mußten dann 2500 bis 3000 t Erz monatlich gewonnen werden, welche Aufgabe mir oblag, da der Cheffingenieur des Kombines, ein Georgier, Krankheit simu-

lierte, um von dem heißen Platz Chodschent wegzukommen. Inzwischen war aus Moskau eine Abteilung des Giprozvetmet (Projektteilung) dagewesen, um einen Abbauplan auszuarbeiten. Ich muß hierbei darauf hinweisen, daß man in Rußland eigene Abteilungen hat, welche für größere Werke die Projekte und Pläne für den Abbau oder die Abförderung usw. ausarbeiten und nur vertraglich mit dem Werke verbunden sind. Da aber diese Kommission, welche sich hinter verhängten Fenstern gegen die mörderische Hitze Zentralasiens, es hatte im Sommer meist über 40° im Schatten (die Höchsttemperatur war 50° im Schatten), verschanzte und auch erst nach der Rückkehr nach Moskau etwas von sich hören lassen wollte, mußte man mit schlecht geschulten Menschenmaterial nach Abbaumethoden arbeiten, welche zwar keinen klingenden amerikanischen Namen hatten, aber diesen Verhältnissen angepaßt waren. Zuerst mußte man darangehen, die großen Höhlen, welche beim Raubbau geschaffen worden sind, zu versetzen. Das Arbeitermaterial war auch gar nicht geschult und bestand zum Teil aus Kirgisen, welche frisch aus der Steppe geholt worden waren und die beim leisesten Knacken eines Stempels schon schreckerfüllt aus der Grube liefen. Interessant mag in Hinblick darauf, daß dies in dem angeblich sozialistischsten Lande der Welt geschah, sein, daß gut ein Drittel der Grubenbelegschaft untertags Frauen waren, die oft bis ins achte Monat der Schwangerschaft dort schufteten. Warum dies geschah? Ja, die Wohn- und Lebensverhältnisse waren derart schlecht (Wohnfläche pro Kopf, Kinder eingerechnet, 1,2 m<sup>2</sup>), daß die von Moskau durch die Kaderabteilung des Trustes geworbenen Arbeiter immer wieder durchgingen, bis dann den Arbeitern der Wechsel der Arbeitsstelle verboten wurde. Damit man nun wenigstens teilweise den von Moskau diktierten Plan erfüllen konnte, mußten auch die Frauen der Männer arbeiten. Man brachte dadurch auch in den beschränkten Wohnbaracken und Erdlöchern mehr Arbeiter unter. Eine zweite Rolle spielte dies noch bei der Brotversorgung, welche noch auf Karten ging. Der Schwerarbeiter erhielt täglich 1000 g schlechtestes Brot, außerdem aber nur noch eine magere Krautsuppe, während die Frau und das erste Kind nur je 400 g erhielten. Für ein zweites Kind erhielt der Arbeiter kein Brot auf Karten und im Freihandel war es für ihn unerschwinglich. Arbeitete nun auch die Frau eines Arbeiters, so ersparte man pro Tag und Frau 400 g Brot, was sehr wichtig war, da man den Fehlbetrag von 8 t Brot, welche im Vorjahre verschwunden waren, wieder ausgleichen mußte. Der Kindergarten, welcher nicht fehlte, bestand aus einer von einem Stacheldraht umgebenen alten Jurte mitten in der Steinwüste, in welcher die ganze Siedlung ohne Baum und Grashalm stand.

Es war nicht leicht zu arbeiten, denn auf der anderen Seite gab es auch noch den ungeheuren Bürokratismus Moskaus, welcher überallhin seine Fäden spannt und sehr viel unproduktive Arbeit verlangte. Schon im September jeden Jahres begann man damit den Plan für das kommende Jahr bis in alle kleinsten Details des Materialverbrauchs, der Zentimeter Bohrlöcher usw. auszuarbeiten. Dieser Plan wurde dann nach Moskau gesandt, wo gewöhnlich die Endsumme des Planes auf die Hälfte gekürzt wurde. Gut, nun wurde ein Zwischenvorschlag wieder bis in alle Feinheiten ausgearbeitet und wieder nach Moskau geschickt. Auch dieser Vorschlag wurde wieder gekürzt. Inzwischen hatte aber auch schon das neue Jahr begonnen und man hatte meistens schon im ersten Quartal nach dem selbstaufgestellten Plan zu arbeiten begonnen und schon die Hälfte der von Moskau für das ganze Jahr bewilligten Summe verbraucht, was schließlich dahin führte, daß gegen Mitte des laufenden Jahres dann doch ein entsprechender Betrag bewilligt wurde, da sonst manche wichtige Arbeit bis zum neuem Jahr ganz eingestellt hätten werden müssen. An jedem Monatsende hatte man dann noch das Vergnügen, sich mit den verschiedenen Banken um die Arbeiterlöhne herumzustreiten. Es gab da mehrere Banken (alle aber staatlich), welche die einzelnen Werke, deren Wohn- oder Industriebauten oder Grubenarbeiten (je eine bestimmte Bank) auf Grund der von Moskau bewilligten Pläne finanzierten. Da die Pläne detailliert für den Monatsverbrauch ausgearbeitet werden mußten, der tatsächliche Verbrauch schon infolge der Differenz zwischen

den Projekten und den Bewilligungen höher war, kam es fast immer zu Komplikationen, die oft erst unter Anrufung der Parteiorganisation und der G. P. U. unter Hinweis auf zu gewärtigende Unruhen, falls die Arbeiter wieder kein Geld bekämen, überwunden werden konnten.

Ich hatte großen Einblick in diese Angelegenheiten, da ich ja nach der Flucht des georgischen Chefingenieurs die gesamte Verantwortung zu tragen hatte.

Zur selben Zeit kamen drei Kommissionen, eine aus Taschkent und zwei aus Moskau, welche die Aufgabe hatten, die von mir inzwischen überprüften und zum Teil neu ausgearbeiteten Vorratsberechnungen zu überprüfen. Es hatte nämlich der vor mir tätige Chefgeologe nicht nur auf Geologen- und Parteikongressen von dem Millionenreichtum (an Tonnen Metall) der beiden Vorkommen gesprochen, sondern auch Berechnungen aufgestellt, welche allerdings unter Außerachtlassung tauber Zwischenmittel- und Vertaubungszonen usw. ähnliche Zahlen errechnet. Die Russen haben für die Vorratsberechnung die Einteilung in die Kategorien „A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B, C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub>“ durch sehr genaue und auch übersichtliche Definition festgelegt. A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> und ein Teil des B entsprechen ungefähr unserer Bezeichnung „Sichtbarer Vorrat“, B und C<sub>1</sub> den „wahrscheinlichen“ und C<sub>2</sub> den „möglichen“ Vorräten. Als bezeichnend möchte ich hervorheben, daß bei den Vorratsziffern meines Vorgängers z. B. die Vorräte C<sub>2</sub> mit 11.303.12 t Metall angegeben waren. Also auf 10 kg genaue Angaben der möglichen Vorräte.

Da meine normal gerechneten und ohne Phantasie geschätzten Zahlen weit hinter den Vorratsziffern dieses Geologen zurückblieben, obige Zahlen aber schon im Fünfjahrsplan eine Rolle spielten, andererseits sogar inzwischen noch gute Aufschlüsse hinzugekommen waren, ist man davon nicht sehr erbaut gewesen und schickte daher eine Geologenkommission nach der anderen zur Kontrolle meiner Berechnungen. Da es sich aber um ernste, der alten Generation angehörige Fachleute handelte, die sich vom Fünfjahrsplan nicht verwirren ließen und denen auch nicht daran lag, durch besondere Erfolge eine höhere Parteifunktion zu erreichen, konnten sie nur meine Angaben bestätigen.

Unter den jetzigen Verhältnissen möchte ich allerdings nicht nur keine so verantwortungsvolle Stellung dort haben, noch versuchen, die Erfüllung des Fünfjahrsplanes durch reale Zahlen zu sabotieren. Man würde nur zu rasch in einem der wenig einladenden Kerker der G. P. U. landen. Damals hatte aber die Deutschenhetze und Trotzlistenfurcht erst begonnen und speziell in Zentralasien nicht so große Ausmaße angenommen.

Da andererseits das Leben in diesen orientalischen Gegenden ganz an der Grenze Chinas sehr interessant war, kam ich in Versuchung, ein zweites Jahr dort zu bleiben. Es sollte aber nicht dazu kommen, da die ganze Direktion zu der 35 km von der Stadt entfernten Wüstensiedlung übersiedeln mußte, wozu mir in Anbetracht der schauerhaften Verhältnisse jede Begeisterung mangelte.

Immerhin war dieses eine Jahr in Zentralasien eines der auch fachlich interessantesten meiner Praxis.

Gruppe:

# Tektonische Vorgänge der Gegenwart in Bergbaugebieten sowie scheinbare Bergschäden

## Scheinbare Bergschäden

Von Dr.-Ing. Paul Haimberger, Mähr.-Ostrau

Mit 16 Textabbildungen

Der ständige Kontakt mit den Obertagsbesitzern, deren Vertretern, das Studium der Gutachten der Sachverständigen vom Bergbau und Baufach bei Verhandlungen über Schäden, welche der Bergbau durch seine Einwirkung verursacht hat, zeigen, daß in vielen Fällen für Beschädigungen an Gebäuden und Grundstücken Forderungen erhoben werden, welche bei genauerer Betrachtung als gänzlich unberechtigt bezeichnet werden müssen, weil die Schäden bei genauerer Untersuchung mit der Tätigkeit des Bergbaues gar keinen Zusammenhang haben.

Rutschungen im Quartär werden zwar als solche anerkannt, es wird aber erklärt, daß es zu diesen nicht gekommen wäre, wenn der Bergbau nicht zur Bewegung den Im-



Abb. 1. Rutschender Hang bei Königsberg



Abb. 2. Rutschender Hang bei Wagstadt

puls gegeben hätte. In vielen Fällen werden auch Schäden, welche durch den gänzlichen Mangel jeder Erhaltung allein entstanden sind, der Einwirkung des Bergbaues zugeschrieben.

Zugegeben, daß der Bergbautreibende meist der wirtschaftlich stärkere Teil gegenüber dem Obertagsbesitzer ist, so muß doch der Zusammenhang zwischen Bergbau und Schaden so abgewogen werden, daß den tatsächlichen Verhältnissen einigermaßen Rechnung getragen wird und nicht der Bergbau für alle Schäden zum Sündenbock gestempelt wird.

Vielfach wird es sich als notwendig herausstellen, zur Steuer der Gerechtigkeit Untersuchungen durchzuführen, welche in der Lage sind, Schuld oder Nichtschuld des Bergbaues zu beweisen, als da sind:

Untersuchung des Zustandes der Fundamente, deren Tiefe, Isolierung der Mauern, Wasserführung des Untergrundes u. dgl. mehr.



Abb. 3. Wagstadt. Detail eines Rutschterrains

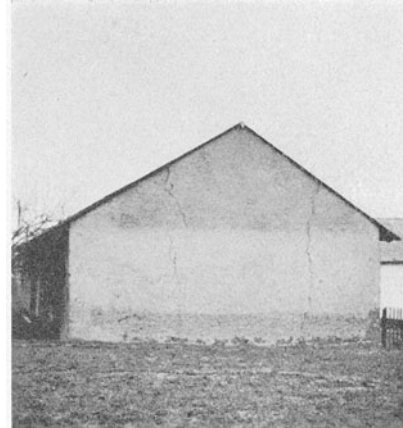


Abb. 4. Scheune bei Wagstadt. Risse durch natürliche Bodenbewegung



Abb. 5. Wigstadt. Risse über dem Fenster durch Nachgeben der Eckfundamente



Abb. 6. Wigstadt. Risse durch Nachgeben des Fundamentes



Abb. 7. Gerissene Hofmauer bei Wigstadt



Abb. 8. Klantendorf. Scheunentor

Um mir einen Überblick zu verschaffen, habe ich Gebiete aufgesucht, welche viele Kilometer vom Bergbauggebiet entfernt sind, und dort meine Beobachtungen und schließlich Aufnahmen gemacht, um festzustellen, was alles außerhalb der Bergbaueinwirkung geschehen kann, um eine bescheidene Anregung zu weiteren Schritten geben zu können. Die geologischen Verhältnisse sind doch dem Bergbautreibenden so weit bekannt, um sagen zu können, ob starke wasserführende Sandschichten vorliegen, wie die Wasser- und Schwimmsandführung im Tertiär aussieht und wie es mit tektonischen Störungen steht, welche einen Einfluß haben können.

Ich bringe hier eine kleine Sammlung von Bildern, welche in Gegenden aufgenommen sind, welche vom Bergbau nachweislich unberührt sind. Sie zeigen aber Schäden, welche im Bergbauggebiet unfehlbar zur Verurteilung des Bergbaues führen würden.

Abb. 1 bringt einen Rutschhang am Nordeingang von Königsberg, wie er für die Ostrauer Umgebung typisch ist.

Abb. 2 bringt einen solchen Hang bei Wagstadt und Abb. 3 das Detail eines abruutschenden Stückes.

Die in den Lehmschichten eingelagerten Sandschichten nehmen in nassen Zeiten das Wasser gierig auf. Steigt dieser Grundwasserspiegel, so nimmt das austretende Wasser Material mit und verursacht damit die Bewegung, welche auch an sich ohne Wasseraustritt entsteht.

An einem solchen Hang bei Wagstadt ist die Abb. 4 aufgenommen. Es genügt vollkommen, wenn der Hang etwas in Bewegung kommt und die Fundamente entweder zu seicht oder ungleichmäßig sind, daß die auf dem Bild zu sehenden Vertikalrisse auftreten. Diese Risse sind für Bergbaugebiete recht typisch.

Die Abb. 5 zeigt Ihnen ein kleines Häuschen in Wigstadt, welches einen weniger guten Erhaltungszustand aufweist. Die Risse über dem Fenster sind wohl eine Folge des Nachgebens der Eckfundamente.

Ebenfalls aus Wigstadt stammt die Abb. 6. Unter und neben den Fenstern sind die sonst typischen Risse. Das Fundament dieser Hausseite hat nachgegeben. Wie behauptet wird, stammen diese Schäden auch an anderen Häusern aus der Zeit, als die Stadt Kanalisation und Wasserleitung erhielt. Bei den Grabungen und beim Durchstoßen der Mauern traten Schwächungen ein und damit die Risse. Nachdem in diesem Orte ein sehr solider Untergrund ist — meist Grauwacke — erscheint die gegebene Erklärung sehr plausibel.

Abb. 7 zeigt Ihnen einen Bauernhof aus der weiteren Umgebung von Wigstadt. Rechts der Hofeinfahrt und neben dem Giebeltrakt sind Risse aufgetreten, welche auf der Aufnahme wegen heftigen Regens sehr schwach zu sehen sind. Nach analogen, mir bekannten Fällen führe ich diese Risse darauf zurück, daß sich die Mauer gesenkt hat und dabei bei den solider fundierten Objekten, wie das Tor und der Giebeltrakt, abgerissen ist. Solche Fälle kommen recht häufig im Bergbauggebiet vor und lassen sich nur durch Sondierung der Fundamente nachweisen.

Aus der Gemeinde Klantendorf stammt Abb. 8. Das Scheunentor hatte ursprünglich eine Wölbung. Diese wurde horizontal ausgegradet. Die Ausfüllung gibt nach und darüber entsteht ein Riß bis zum Dach. Solche Schäden durch nachträgliche bauliche Änderungen sind wohl auch allgemein bekannt, im Bergbauggebiet geben sie häufig dazu Anlaß, daß der Bergbau verantwortlich gemacht wird.

Ein alter Barockbau in Braunsberg kann zu allen möglichen Deutungen Anlaß geben (Abb. 9). Schwache Fundierung, durchfeuchtete Mauer, wahrscheinlich eine Bewegung nach rechts zur tiefer liegenden Straße haben verursacht, daß das letzte Fenster gegen die anderen bedeutend abgesunken ist und die Kellertür gründlich deformiert ist. Wenn ich noch erwähne, daß unter dem Hause auf der Straße ein lebhafter Lastautoverkehr vor sich geht, so habe ich wohl alle Gründe für die Schäden aufgezählt.



Abb. 9. Braunsberg

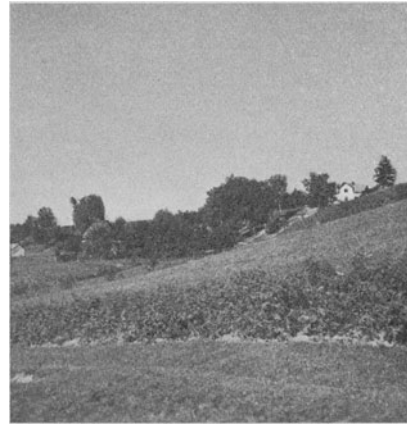


Abb. 10. Radwanitz. Hang gegen den  
Lucinafluß



Abb. 11. Radwanitz. Risse unter dem Fenster

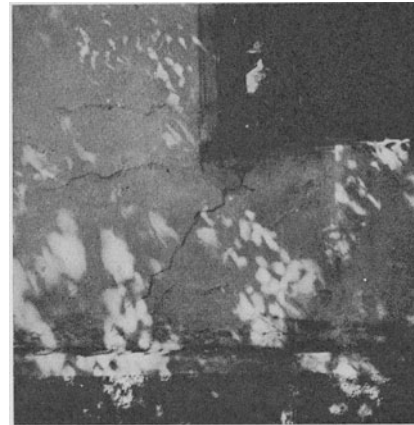


Abb. 12. Radwanitz. Risse unter dem Fenster



Abb. 13. Radwanitz. Schmiede

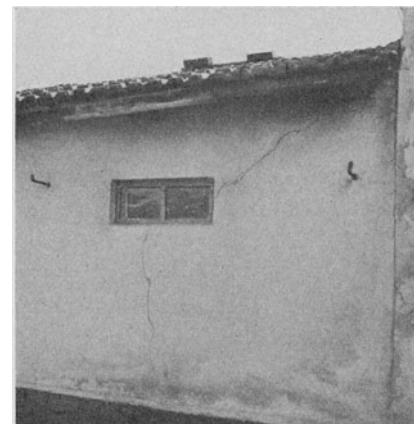


Abb. 14. Radwanitz. Senkgrubenwirkung



Abb. 10 bringt die Aufnahme der Hügelhänge neben der Lucina in der Gemeinde Radwanitz im Ostrau-Karwiner Revier.

Diese zwei Aufnahmen und die folgenden bis Nr. 16 sind aus dem Bergbaurevier. Ich darf sie aber unter dem Titel scheinbare Bergschäden bringen, weil wir seit Beginn des Bergbaues durch laufende Nivellements einwandfrei festgestellt haben, daß sie weit außerhalb der Bergbauwirkung liegen. Endlich machen diese Häuser Bewegungen mit in der Richtung vom Bergbau weg, so daß auch damit der Beweis der Nichteinwirkung des Bergbaues gegeben ist.

Die Häuser zeigen Bewegung in der Richtung zum Lucinafluß und sind auf wasserführenden Sandschichten errichtet.

Abb. 11 zeigt ein Haus, welches im ganzen ohne Risse ist. Nur die zur Lucina gewendete Wand zeigt in der Nähe der Hausecke Risse.



Abb. 15. Straße Schönhof-Friedek. Holzhaus

Abb. 16. Straße Schönhof-Friedek. Holzhaus

Abb. 12, die Aufnahme von demselben Fenster, zeigt, daß wohl auch mindere Bauweise mitgeholfen hat, die Risse zu erzeugen.

Ganz in der Nähe dieses Hauses zeigt eine gänzlich verwahrloste Schmiede auf Abb. 13 sogenannte typische Bergschäden. Die rechte Giebelmauer ist sichtlich in Bewegung gekommen.

Abb. 14 bringt in derselben Gemeinde Aufnahme von Rissen, die auch als typische Bergschäden bezeichnet zu werden pflegen. Was ist aber die Ursache? Unter der Mauer ist eine Senkgrube. Die Mauer sinkt in diese langsam hinein. Daß die Salze der Grube die Mauer schon ganz nett angegriffen haben und zur Zerstörung der Mauer weiter beitragen, ist am Bild zu sehen.

Im Ostrau-Karwiner Revier sind auch heute noch Holzhäuser sehr häufig zu finden. Meist ist der Mittelgang entweder gemauert oder unterkellert. Wie die Abb. 15 und 16 zeigen, sinken die Horizontalbalken mit der Zeit mit den Fundamenthölzern nach, faulen, drücken sich zusammen und damit entsteht das Bild der nach beiden Seiten abgeneigten Horizontalhölzer, welche im Bergbauggebiet durch Einwirkung des Bergbaues erklärt und ausgenützt werden. Die Abb. 15 und 16 stammen aus der Gegend zwischen Schönhof und Friedek, also weitab vom Bergbau.

Wenn ich durch die eben gesagten Worte und die vorgeführten Bilder eine Anregung der für den Bergbau sehr wichtigen Frage des Studiums der Einwirkungen gegeben habe, so ist der Zweck meiner Ausführung erreicht.

## **Forschungen über jugendliche tektonische Vorgänge in Kärnten und deren praktische Auswertung**

Von Dr. **Franz Kahler**, Klagenfurt

Die Erforschung der jüngsten Bewegungen der Erdkruste in Kärnten ist von zwei verschiedenen Punkten ausgegangen. Der erste war durch die Aufmerksamkeit der Bergleute gegeben, die teils am Hüttenberger Erzberg Bewegungen an Klüften feststellen konnten, teils im Bergbau Bleiberg-Kreuth eine materiell wichtige Ausnützung dieser Kräfte einzuleiten verstanden, über die Dr.-Ing. Tschernig näher berichtet wird.

Der zweite Ausgangspunkt aber war rein theoretische, geologische Forschung, die an der Südgrenze Kärntens immer mehr zur Erkenntnis kam, daß es sich hier um sehr junge Gebirge handeln müsse. Schließlich gelang es nach einiger Mühe, solche Bewegungen wenigstens bis in die letzte Zwischeneiszeit hinein sicher, für die Gegenwart aber wahrscheinlich zu machen.

Die Beobachtungsmethoden des Feldgeologen sind nicht fein genug, um geringfügige Bewegungen, die sich im Aufbau eines Gebirges abspielen, sogleich und rasch zu erkennen. Nur wenn die Bewegung längere Zeit, womöglich durch geologische Zeiträume, möglichst gleichsinnig anhält, wird durch die Addition kleiner Beträge schließlich ein beträchtlicher Weg sichtbar und damit selbst die Bewegung nachweisbar. Bedenken wir doch, daß ein jährlicher Vorschub von 1 mm in 1000 Jahren erst 1 m, in 1 Million Jahren aber bereits 1 km ausmacht, so daß bei gleichsinnigen, durch längere Zeit anhaltenden Bewegungen die Aufrichtung eines Gebirges auch durch verhältnismäßig sehr kleine jährliche Teilbewegungen stattfinden kann.

Für die Wirtschaft Kärntens sind diese Tatsachen zunächst nur insofern von Interesse, als gewisse Fixpunkte des Vermessungswesens nicht an jeder Stelle ohne Gefahr für ihre Stabilität aufgerichtet werden dürfen. Treten aber die Veränderungen der Erdkruste dort ein, wo, bildlich ausgedrückt, ein Wassertropfen genügt, um ein volles Gefäß zum Überfließen zu bringen, dann treten Aufgaben an den praktischen Geologen heran, die von größtem praktischen Interesse sein können. So ist es z. B. wahrscheinlich, daß der südliche Teil des Gailtalbodens durch die Masse der vordringenden Karnischen Alpen langsam hinabgedrückt wird, so daß schließlich die kostspielige Regulierung der Gail in ihrem Erfolg insofern gefährdet werden könnte, als die erhoffte Trockenlegung verschiedener nasser Gelände durch das weitere Absinken des Landes verhindert werden kann.

Ein zweiter wichtiger Beobachtungsstoff sind die Bergsturzgefahren, die durch das Herausdrücken von Schollen in Lagen, in denen sie sich nicht mehr halten können, entstehen. Wir kennen aus der Vergangenheit im Gebiet der Gail und Drau zahlreiche größere und kleinere Bergstürze, von denen jener des Dobratsch im Jahre 1348 infolge seiner verheerenden Folgen noch in der Erinnerung der Bewohner fortlebt. Kleinere Bergstürze erfolgen in diesem Gebiet fast alljährlich, oft fast unbemerkt, wenn durch sie unbesiedeltes Gebiet betroffen wird, wie etwa ein heuer im Winter erfolgter Bergsturz am Mallestiger Mittagkogel mit einer Menge von mindestens 5000 cbm. Schon Altmeister Canaval hat 1919 aus den dauernden Bergstürzen am Sechter bei Ferlach auf die Möglichkeit andauernder Nordbewegungen geschlossen.

Es sei ferner nur kurz angedeutet, daß sich durch solche Bewegungen Quellspalten verändern können, was für die Wasserversorgung wichtig und bei Mineralquellen von größter Bedeutung sein kann.

Wir wollen uns aber, dem Gedanken des Bergmannstages entsprechend, hier in erster Linie mit der Frage beschäftigen, inwieweit der Bergbau im Gebiet der Karawanken durch heute noch anhaltende gebirgsbildende Bewegungen im günstigen oder ungünstigen Sinne beeinflußt werden könnte.

Das Gebiet der Karawanken ist in erster Linie Abbau- und Hoffungsgebiet auf Blei und Zink, in seinem westlichsten Teil unter gewissen Voraussetzungen vielleicht auch

auf Kupfer. Entlang dem ganzen Nordrand aber ist es in verschiedenen tektonischen Einheiten Abbau- und Hoffnungsgebiet auf Braun- und Glanzkohlen.

Während aber der Bleizinkbergbau heute nur im östlichen Teil des Gebirges umgeht, wo die einzelnen geologischen Einheiten des Gebirges Raum zu ihrer Entwicklung haben und daher die einzelnen Erdkrustenbewegungen in geringerem Maße zum Ausdruck kommen dürften, liegen die Hoffnungsgebiete auf diese Metalle (besonders Obir und Windischbleiberg) dort, wo ganz bedeutender Gebirgsdruck zu erwarten ist. Dieser ist, da die Erze an widerstandsfähige Kalke gebunden sind, im Vortrieb nicht nur nicht schädlich, sondern sogar nützlich. Die Erfahrungen, die heute der Bergbau in Bleiberg macht, sind wohl für dieses Gebiet ohne weiteres zu übertragen und werden daher wohl auch hier zu einer bedeutenden Sprengmittelparsparnis führen.

Anders aber lautet die Frage für den Kohlenbergbau. Petrascheck hat nachgewiesen, daß die Inkohlung der jungtertiären Kohlen vom Nordrand der Karawanken gegen das Gebirge zu fortschreitet, also durch die Beanspruchung durch tektonische Bewegungen die Zeit ersetzt werden kann. Tatsächlich sind gleichalte Kohlen am Nordrand mit 3500, bei stärkerer Beanspruchung im Gebirge mit bis 5500, angeblich sogar bis über 6000, ja 7000 Kalorien bekannt. Daraus ergibt sich, daß in Zonen größerer Beanspruchung, wenn sie kohlenhöflich sind, bessere Kohlen zu erwarten sind. Daraus aber wieder, daß der künftige Kohlenbergbau, wenn er bessere Kohlen sucht, in tektonische Zonen geraten kann und daher die Richtung und Stärke der heute noch wirksamen Erdkrustenkräfte womöglich schon vorher wissen soll.

Wir haben schon erwähnt, daß es mit den Methoden der Feldgeologie schwer ist, diese noch wirksamen Kräfte genau zu bestimmen. Um so freudiger nimmt daher der Geologe die Beobachtungen des Technikers und Bergmanns auf, die in diesem Gebiet leider nur vom Karawankentunnel vorliegen, da die Beobachtungen des alten Eisenbergbaues Reichenberg bei Aßling zugrunde gegangen zu sein scheinen.

Die Beobachtungen während des Baues des Tunnels sind von Klodič und Franz, teilweise auch von Teller bereits beschrieben worden. Einige Beobachtungen, auf die meiner Meinung nach zu wenig hingewiesen wurde, scheinen mir wichtig. Teller leitet eine Hauptdruckrichtung von SSO nach NNW ab. Ich möchte hier besonders auf die sehr lästigen Sohlaufpressungen hinweisen, die sich in waagrecht gelagerten, aber sehr stark verspannten Karbonschichten, teilweise auch in Werfener Schichten der Südseite ergeben haben. Diese waren so stark, daß die Fundierung mancher Tunnelringe um 20 cm tiefer erfolgen mußte, um die Hebungen während des Ausbaues des Ringes aufzuheben.

Der große Holzverbrauch (19 fcbm für den ausgebauten, laufenden Tunnelmeter) und das bis 9mal erfolgte Auswechseln der schweren Zimmerung im Sohlstollenvortrieb zeigen, daß solche Gebirgsteile, wenn sie sich selbst bewegen oder als Klotz zwischen bewegten Flächen eingespannt sind, für einen wirtschaftlichen Bergbau auch bei großen Flözmächtigkeiten kaum in Frage kommen.

Trotz schwerster Ausführung gewisser Tunnelringe wurden diese mehrfach zerdrückt. Es werden Beispiele genannt, bei denen das Firstgewölbe, das aus  $1\frac{1}{2}$  m behauenen Granitquadern bestand, die eine Druckfestigkeit von mindestens 1600 kg/qcm hatten, dennoch zerdrückt wurde. Inzwischen scheint sich allerdings um den Tunnelring eine Art Trompetersche Zone entwickelt zu haben, so daß der Druck auf die Tunnelröhre nachgelassen hat.

Die Bahnverwaltung hat mir in liebenswürdiger Weise Vermessungen zur Verfügung gestellt, die an der Tunnelröhre auf österreichischer Seite vor und nach dem Kriege laufend durchgeführt wurden, leider in der heute jugoslawischen Karbonzone aber nur bis zum Kriegsausbruch reichen.

Aus diesen Messungen geht hervor, daß nach einer gewissen Ruhe nach der Bauvollendung wieder Unruhe in dem Gebäude der Tunnelröhre eingesetzt hat, wozu vielleicht auch einige Erdbeben beigetragen haben mögen, die die Karawanken nach dem

Kriege heimsuchten. Ich habe versucht, die Bewegungen, besonders in den Gebieten von tektonischen Schwächezonen, dann aber auch im Gebiet schlecht bauhafter Gesteine (Werfener Schichten mit Gips) zu studieren. Es stellte sich heraus, daß die Messungen zwar allgemein die verstärkte Unruhe in den letzten Jahren, sonst aber keine Gleichartigkeit zeigen. Das mag wohl auch davon herrühren, daß die Verbauung nicht eine gleichartige ist und daß zudem die Meßrichtung, die quer zur Hauptdruckrichtung steht, ungünstig wirkt und mehr seitliche Komponenten zum Erkennen bringt.

Immerhin ergibt sich daraus, daß in tektonischen Zonen wie auch in gewissen Gesteinen, und zu diesen gehören leider auch die Kohlenbegleitgesteine der Karawanken, der Bergbau auf Kohle bedeutende Schwierigkeiten erwarten muß, daß aber auch der Bergbau auf Erz bei Unterfahrungsstollen, die in solche Gebiete reichen, diesen ausgesetzt sein würde. Allerdings werden diese Schwierigkeiten durch die Kenntnis der Richtung der einwirkenden Kräfte wesentlich herabgemindert werden können.

So hat die Forschung, die diesen heute noch wirksamen Kräften nachgeht, die Aufgabe, dem künftigen Bergbau in diesem Gebiete Pionierdienst zu leisten.

## Das Wesen der orogenen Kräfte

Von Prof. Dr. Gerhard Kirsch, Wien

Mit 4 Textabbildungen

Die die Gebirge erzeugenden Kräfte — darüber besteht heute wohl Stimmeneinhelligkeit — sind im wesentlichen Druckkräfte, welche tangentielle Druckspannungen in der Erdkruste erzeugen. Am Zustandekommen der Gebirge sind freilich auch reine Hebungen beteiligt, deren Mechanismus aber wohl mit dem der sonstigen epirogenetischen Bewegungen als verwandt angesehen werden darf. Wir wollen uns auf die Betrachtung der eigentlichen orogenetischen Kräfte beschränken.

Wie wir gleich sehen werden, kann die Größe der orogenetischen Kraft ziemlich genau abgeschätzt werden, indem wir von der bei der Gebirgsbildung zu leistenden Arbeit ausgehen. Dieselbe besteht aus zwei Teilen: erstens der Deformationsarbeit und zweitens der Arbeit, die gegen die Schwerkraft zu leisten ist. Die Größe der zu leistenden Deformationsarbeit hängt, wenn es sich um Fließen fester Phasen handelt, von der Deformationsgeschwindigkeit ab; ferner sinkt sie mit steigender Temperatur des deformierten Körpers und wächst c. p. linear mit der Mächtigkeit des zusammengeschobenen Krustenteils bei gleichem Schubwege, gleichem Verkürzungsbetrag; für geschichtete Gesteine, bei denen die innere Reibung von der Richtung abhängt, und in einer bestimmten Richtung von geringerer Größenordnung wird, kommt es zu der bekannten Erscheinung der Knickung und Faltung, so daß wir die Deformationsarbeit für faltbare Massen als verschwindend gegenüber der gleich mächtiger Massengesteine oder genügend metamorpher Sedimente ansehen dürfen.

Was dagegen die Arbeit gegen die Schwere betrifft, so ist dieselbe unabhängig von der Geschwindigkeit, mit der der Zusammenschub erfolgt, und unabhängig von der Struktur und Temperatur der bewegten Massen. Sie ist ausschließlich abhängig von Anfangs- und Endlage der bewegten Massen. Bei gleichem Schubwege wird sie, ebenso wie die den Zusammenschub leistende Kraft proportional dem Quadrat der Mächtigkeit, wie aus Folgendem hervorgeht: Beim Zusammenschub der Masse mit der Mächtigkeit  $h$

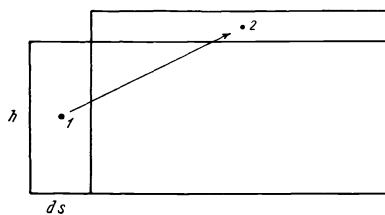


Abb. 1. Die Arbeit gegen die Schwere bei Zusammenschub

(Abb. 1) um den Betrag  $ds$  wird nämlich auf jeden Zentimeter Gebirgsfront die Masse  $h ds \rho$  um  $\frac{h}{2}$  gehoben, indem ihr Schwerpunkt von 1 nach 2 verlegt wird. Die dabei geleistete Arbeit ist

$$K ds = h ds \rho \cdot \frac{h}{2} g;$$

sowohl diese als auch die Kraft  $K = \frac{h^2 \rho g}{2}$  ist proportional  $h^2$ . Das Maximum der orogenen Kraft ist also durch die schließliche Stauhöhe der Gebirge gegeben, wenn wir von der Deformationsarbeit absehen.

Nun erfolgt aber der Zusammenschub unter Wahrung des isostatischen Gleichgewichts; es wird also ein entsprechender Teil der faltbaren Massen und des kontinentalen Materials nach unten in die Unterlage gestaucht, derart, daß das Verhältnis zwischen eingetauchter und emporragender Mächtigkeit konstant bleibt. Dieses Verhältnis können wir aus dem Emporragen der Kontinentalblöcke über das Simaniveau einerseits und der Gesamtmächtigkeit der Kontinentaltafeln andererseits abschätzen.

Wir schematisieren den Bau der äußeren Teile der Erde mit A. Wegener, indem wir nur zwei Medien, Sial und Sima, annehmen: dann haben wir mit Rücksicht auf eine gewisse Sialbedeckung der Ozeanböden, das echte Simaniveau in 6000 m Tiefe u. d. M. annehmend und die 6 km Meerwasser durch 2 km Sima ersetzend, das Emporragen der Kontinente über das tragende Medium mit 4 km zu veranschlagen.

Die Mächtigkeit im Gebiete der kontinentalen Tiefländer ergibt sich aus seismischen Daten und Schweremessungen zu mindestens 50 km, aus thermischen Daten, geothermischer Tiefenstufe und radioaktiver Wärmeentwicklung, zu höchstens 50 km, so daß die wirkliche Mächtigkeit von diesem Wert nicht viel abweichen kann. Dies gibt ein Verhältnis der Dichten von Sial und Sima von 11 zu 12 und  $\Delta \rho \sim 0,25$ . Legen wir unseren Abschätzungen der orogenen Kraft ein Gebirge der mittleren Höhe 4000 m zugrunde, so wird die größte Mächtigkeit zusammengeschobenen Sials zirka 100 km. Die gegen die Schwere zu leistende Arbeit wird also insgesamt die Summe der Arbeit für das Emporstauen und Hinabstauen und die dafür nötige Endkraft

$$K = \frac{h^2 \rho g}{2} + \frac{h'^2 \Delta \rho g}{2} = (h^2 \rho + h'^2 \Delta \rho) \frac{g}{2}. \quad (1)$$

Die isostatische Gleichgewichtsbedingung lautet:

$$h \rho = h' \Delta \rho. \quad (2)$$

In (1) eingesetzt gibt dies

$$K = (h + h') \frac{h \rho g}{2} = (h + h') \frac{h' \Delta \rho g}{2} \sim \frac{h'^2 \Delta \rho g}{2}, \quad (3)$$

wobei wir für  $h'$  in erster Näherung die Mächtigkeit des Gebirges und seiner Compensation setzen können. Hieraus geht hervor, daß wir bei der Berechnung von  $K$  die Arbeit für das Emporstauen des sichtbaren Gebirges vernachlässigen können, weil  $h$  um eine Größenordnung kleiner ist als  $h'$ . Wir erhalten so für jeden Zentimeter Gebirgsfront, wenn wir  $h' = 100$  km und  $\Delta \rho = 0,25$  setzen,  $K$  rund gleich  $10^{16}$  dyn. Aus der geologischen Literatur scheint mir hervorzugehen, daß die Gebirgskörper während des Zusammenschubs bedeutend tiefer liegen als später — wohl infolge geringerer Dichte des tragenden Mediums, das während dieses Vorgangs sich in flüssigem Zustande befindet (J. Joly) —; dann wird freilich auch die erforderliche Kraft kleiner und könnte auf einen Bruchteil sinken. Es ist aber jedenfalls unwahrscheinlich, daß sie kleiner wird als ein Drittel des berechneten Betrages und wir haben mindestens

$$K = 3 \cdot 10^{15} \text{ dyn/cm Gebirgsfront.}$$

Dies gibt nun, dividiert durch die Mächtigkeit  $10^7$  cm einen Druck von mindestens  $3 \cdot 10^8$  dyn = 300 kg pro qcm, eine Druckbeanspruchung, die an die Laboratoriums-

druckfestigkeit von Gesteinen bei Zimmertemperatur heranreicht. Der Deformationswiderstand faltbarer Massen ist sicher bedeutend geringer; der Widerstand, den die heißen Massengesteine unter den faltbaren Massen der fließenden Deformation entgegenzusetzen, könnte zwar diese Größenordnung erreichen, muß es aber nicht; er hängt ja von der Deformationsgeschwindigkeit ab. Tatsächlich erleiden die neben den Orogenen liegenden Tafeln, deren obere Teile aus relativ kühlem Massengestein bestehen, keine wesentlichen Deformationen. Daraus geht hervor, daß das den Gebirgsbildungsvorgang kontrollierende Gleichgewicht dasjenige zwischen horizontaler Schubkraft und Schwerkraft ist und wir von der reinen Deformationsarbeit absehen können.

Damit ist die Größe der orogenen Kraft sichergestellt und wir wenden uns der Frage ihrer Verursachung zu.

Zunächst ist einmal klar, daß nicht die Erdkruste selbst der Sitz der Ursache sein kann, denn die in der Kruste erzeugte Wärme wird, wie wiederholt gezeigt worden ist, einfach durch Leitung an die Oberfläche befördert und abgegeben. Die quantitativen Verhältnisse betreffs der Wärmewirtschaft der Erde weisen uns zwingend auf Vorgänge im Erdinneren hin, also auf irgendeine Art von Unterströmungshypothese. Die Koppelung zwischen Unterlage und Kruste kann dabei, wie ganz elementare Rechnungen ergeben, falls es sich um das Fließen fester Phasen handelt, nur durch Reibungskräfte erfolgen. Im Falle von Strömungen flüssigen Magmas kommen dagegen nur die Trägheitskräfte in Frage, d. h. Reaktionsdrucke, wo Strömungen an Unebenheiten der Kruste abgelenkt werden.

Abb. 2 zeigt zunächst ganz schematisch, wie wir uns diesen Koppelungsmechanismus vorzustellen haben. Der Wärmeentzug einer mehrere hundert Kilometer mächtigen, subkrustalen Magmazone erfolgt praktisch ausschließlich durch den leichter schmelzbaren, dünn gewordenen Ozeanboden, das abgekühlte Magma scheidet Bodenkörper ab und steigt unter den wärmeundurchlässigen Deckeln, den Kontinenten, wieder auf; die Horizontalkomponente des Reaktionsdruckes am Schelfrand schiebt zunächst dort, wo faltbare Massen sind, diese zusammen und zum Teil auf den Kontinentalrand auf; so entsteht der Keim eines Hochgebirges vom pazifischen Typus; ein zweites derartiges Ereignis, vielleicht 30 M. J. (Millionen Jahre) später, findet die Massengesteine unter den aufgeschobenen, gefalteten Massen bereits entsprechend durchwärmt vor und findet auch an einer in gewissem Grade entwickelten Kompensation Angriffspunkte für den weiteren Zusammenschub, der jetzt nicht mehr nur die faltbaren Massen im engeren Sinne, die Sedimente, betrifft, sondern das Sial in der Orogenzone in seiner ganzen Mächtigkeit erfaßt.

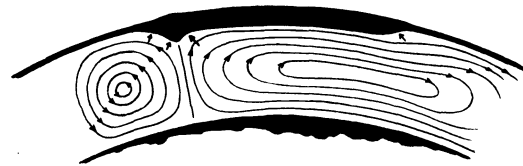


Abb. 2. Reaktionsdrucke als orogene Kräfte

Dem Nachweis, daß auf diesen Mechanismus in erster Linie die Orogenese zurückzuführen ist, liegt folgender Gedankengang zugrunde:

1. Schon J. Joly wies nach, daß die subkrustalen Simapartien nicht dauernd in festem Aggregatzustand sein können, sondern daß in zyklischen Zustandsänderungen Schmelzen und Wiedererstarren erfolgen muß. Was J. Joly von der Basaltzone ableitet, gilt in noch viel höherem Maße für die größeren Tiefen der Lithosphäre. Wenn wir für dieselben als Mittel die Radioaktivität der Steinmeteoriten ansetzen, so zeigt eine kurze Überschlagsrechnung, daß das für die Wärmeableitung im festen Zustand höchstens zur Verfügung stehende Temperaturgefälle der Schmelzkurve um mindestens ein bis zwei Größenordnungen zu klein ist, den Wärmetransport an die Oberfläche zu leisten. Aufschmelzungen allergrößten Stils im Erdinneren sind unvermeidlich, und zwar genügt die erwähnte Konzentration der Radioaktivität, um in zirka 300 M. J. die Schmelzwärme für die gesamte Lithosphäre aufzubringen. Da die Bildung einer zusammenhängenden

Magmazonen aber jedenfalls schon früher, vielleicht nach Schmelzung der Hälfte der Materie, zu erwarten ist, und also schon ungefähr nach 150 M. J. mit dem Eintritt höherer Beweglichkeit der Wärme durch Konvektion und Wiedererstarrung zu rechnen ist, so ist die Übereinstimmung des zu erwartenden Rhythmus mit dem beobachteten, in dem die Stilleschen Erdrevolutionen und Eiszeitalter einander folgen — nämlich ungefähr in Abständen von 180 M. J. — eine derart gute, daß der Versuch, solches Geschehen im Erdinneren mit den wichtigsten Ereignissen der Erdgeschichte zu verknüpfen, wohl gerechtfertigt ist.

Die der Oberfläche nächsten, an Radioaktivität reicheren Teile der Lithosphäre müssen schon früher und wiederholt innerhalb der erwähnten 180 M. J. ähnliche zyklische Zustandsänderungen durchlaufen (A. Holmes) und so z. B. Anlaß zu den im Laufe des Mesozoikums sich allmählich steigernden, orogenen Ereignissen geben.

2. Wesentlich ist für die Möglichkeit solchen Geschehens, daß einmal nach experimentellen Bestimmungen von Volarovič und von Kani an Basaltschmelzen deren Zähigkeit beim „Schmelzpunkt“ zirka 400 beträgt, wir also infolge Überhitzung über den Schmelzpunkt mit einer Zähigkeit subkrustalen Magmas zirka zwischen 10 und 400 zu rechnen haben, da zweitens zwar die Zähigkeit bei isothermer Drucksteigerung zunimmt, aber bei Temperatursteigerung abnimmt und nach Bridgman's Untersuchungen entlang der Schmelzkurve annähernd konstant zu sein scheint. Außerdem zeigen Druckers Messungen über die Temperaturabhängigkeit der Zähigkeit und die daraus nach der van 't Hoff'schen Gleichung berechnete Größe der molekularen Wechselwirkungsenergie, die für den Reibungsvergange maßgebend ist, daß die innere Reibung und das Schmelzen wesentlich auf denselben Molekularkräften beruhen dürften.

Die Anwendung der experimentell bei Atmosphärendruck bestimmten Zähigkeiten bei Rechnungen über subkrustale Strömungen ist also berechtigt. Auch bei den hohen Drucken in 1000 km Tiefe und mehr kommt es zur Bildung richtiger flüssiger Phasen!

3. Nun gilt es noch zu zeigen, daß die Strömungsgeschwindigkeiten und Reaktionsdrucke nicht kleiner, aber auch nicht größer werden, als es die oben berechnete Größe der orogenen Kraft verlangt; die Größenordnung muß entsprechen:

Schätzen wir zunächst die nötige mittlere Strömungsgeschwindigkeit des kreisenden Magmas ab: Abb. 3 veranschaulicht, wie sich die Horizontalkomponente des Reaktionsdruckes  $R_H$  auf die Begrenzungsfläche  $ab$  aus der mittleren Strömungsgeschwindigkeit über den Querschnitt  $ob$  — die Stelle der größten Strömungsgeschwindigkeit — ergibt.

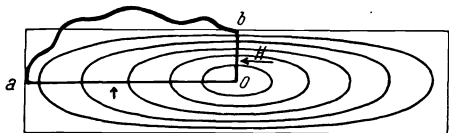


Abb. 3.  $H$  = Horizontalkomponente des Reaktionsdruckes auf das Wandstück

$$R_H = \frac{\rho}{2} \int_0^b w^2 ds. \quad (4)$$

$$ab = \frac{\rho}{2} \int_0^b w^2 ds$$

Dieselbe soll  $\sim 3 \cdot 10^{15}$  dyn werden.

Abb. 4 zeigt die wirklich zu gewärtigende Strömungsform, die sich infolge der Überhitzung des Magmas über den Schmelzpunkt in den höheren Niveaus bei konvektivem Gleichgewicht einstellen muß, weil die innere Reibung  $\eta$  dort um ein bis zwei Größenordnungen unter den Wert an der Schmelzkurve sinken muß. Wir können daher ob in (4) = 50 km setzen und erhalten zur Bestimmung der größten, vorkommenden, mittleren Geschwindigkeit die Gleichung

$$\frac{\rho \bar{w}^2}{2} \cdot 5 \cdot 10^6 = 3 \cdot 10^{15};$$

dies gibt mit  $\rho = 3$ ,  $\bar{w} = 2 \cdot 10^4$  cm sek<sup>-1</sup> oder 200 m pro Sek!

200 m in der Sekunde ist also die größte, geforderte Geschwindigkeit.

Jetzt wenden wir uns der Berechnung der durch die Abkühlung unter den Ozean-

böden zu erwartenden Strömungsgeschwindigkeiten zu. Wir gehen zu diesem Zweck von den Angaben Köppens und Wegeners aus, nach denen zu der Dauer des europäischen Eiszeitalters noch mindestens ein ebenso langer Zeitraum für vorausgegangene, amerikanische Eiszeiten hinzuzufügen ist, um die Gesamtdauer des pliozänquartären Eiszeitalters zu erhalten. Diese Dauer beträgt kaum 2 M. J. oder  $6 \cdot 10^{13}$  sec. Soll in dieser Zeit die Schmelzwärme einer z. B. 500 km mächtigen Magmazone durch ungefähr die halbe Erdoberfläche abgegeben werden, so kommen auf jeden Quadratcentimeter  $3 \cdot 10^{10}$  cal oder  $5 \cdot 10^{-4}$  cal  $\text{cm}^{-2}$   $\text{sec}^{-1}$ .

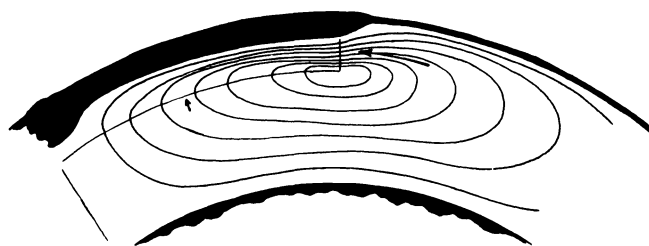


Abb. 4. Strömungsverlauf mit Rücksicht auf die Veränderlichkeit von  $\eta$  und Reaktionsdrucke auf einen Kontinent

Für die Berechnung der Strömungsgeschwindigkeiten können wir den Ansatz machen, daß die Leistung der Schwere an dem unter dem Ozeanboden durch Wärmeentzug pro Zeiteinheit erzeugten Übergewicht gleich der durch Reibung verbrauchten Arbeit in der Zeiteinheit ist, d. h. wir berechnen die Geschwindigkeit für stationären Zustand; dies ist berechtigt, weil der Inhalt der Magmazone an lebendiger Kraft stets nur ein Bruchteil der insgesamt beim Ablauf des ganzen Vorganges zur Verfügung stehenden Energie ist. Unbekannt sind hier eine Geschwindigkeit, z. B. die mittlere über den Querschnitt oder die maximale, und das Geschwindigkeitsgefälle bzw. die Schubspannung an der Begrenzungsfläche des Magmas. Wir brauchen daher eine zweite Gleichung. Als solche können wir die das Geschwindigkeitsprofil darstellende nehmen.

Eine Übersichtsrechnung ergibt, daß die Reynoldssche Zahl ungefähr in der Gegend  $10^9$  bis  $10^{10}$  liegt, daß wir also mit vollentwickelter Turbulenz zu rechnen haben. Wenn wir dementsprechend als Geschwindigkeitsprofil eine Parabel zehnten Grades ansetzen, so erhalten wir als maximale bzw. mittlere Strömungsgeschwindigkeit, die sich bei turbulenter Strömung ja nicht viel unterscheiden, die Größenordnung 1 m pro Sek., also ein Hundertstel der geforderten und die Reaktionsdrucke werden zehntausendmal zu klein.

Bei dieser Berechnung haben wir aber nun ein sehr wesentliches Moment außer acht gelassen, daß sich nämlich der ganze Vorgang auf der sich drehenden Erde abspielt. Die infolgedessen ins Spiel tretenden Corioliskräfte machen aus jeder geradlinigen kräftefreien Bewegung eine kreisförmige (schraubenförmige). Nun ist bei der von uns betrachteten turbulenten Strömung, deren Mächtigkeit von der Größenordnung  $10^7$  cm und deren Geschwindigkeit von der Größenordnung  $10^2$   $\text{cm sec}^{-1}$  ist, die mittlere freie Weglänge eines Turbulenzelementes, eines der die Austauschbewegung zwischen den Schichten tragenden Flüssigkeitsteiles,  $\sim 10^6$  cm und seine Geschwindigkeit  $\sim 2$  bis  $3$   $\text{cm sek}^{-1}$ ; es braucht also mehrere Tage, um die freie Weglänge, den sogenannten Mischungsweg zurückzulegen, und seine Bahn wird, wenn sie in einer Woche durchlaufen wird, aus einer Geraden der Länge  $l$  in einen wiederholt (7mal) durchlaufenen Kreis mit dem Durchmesser  $\frac{1}{20}$  verwandelt. Es ist unmittelbar einzusehen, daß dadurch der Austausch auf einen kleinen Bruchteil herabgesetzt wird und das Geschwindigkeitsprofil entsprechend steiler und die maximale sowie die mittlere Geschwindigkeit ein Vielfaches der von uns ohne Berücksichtigung der „Coriolisdämpfung der Turbulenz“ berechneten wird.

Eine vollständige theoretische Behandlung dieser Coriolisdämpfung ist uns noch nicht gelungen. Aber vertrauenerweckender als jede Theorie ist stets, so besonders auch hier, das Experiment. Da ist es denn sehr zu begrüßen, daß uns die Natur bei einem diesbezüglichen, mit den Magmaströmungen gut vergleichbaren Experiment zusehen läßt,



nämlich bei den Strömungen in der sogenannten Stratosphäre des Weltmeeres, die dessen größten Teil einnimmt. Die Messung von Salzgehalt und Temperatur unterrichtet uns hier darüber, daß die Wassermassen physikalisch inhomogen sind. Wir kennen zwar die Geschwindigkeiten der Strömungen, die diesen Zustand herbeiführen, nicht, aber der Grad der Inhomogenität unterrichtet uns über das Verhältnis der diesen Zustand erzeugenden Strömungsgeschwindigkeit z. B. des subantarktischen Zwischenstromes und der Größe des diesen Zustand abbauenden Austausches; für den erwähnten Fall berechnete Defant dieses Verhältnis zu 2 cgs, d. h., wenn wir Austausch und Geschwindigkeit in Gebiete des subantarktischen Zwischenstromes mit  $A'$  bzw.  $w'$  bezeichnen, ist

$$A' = 2 w'. \quad (5)$$

Die Reynoldssche Zahl für das Weltmeer hat nun ungefähr dieselbe Größe, wie wir sie für die Magmaströmung berechneten, so daß wir an Gleichung (5) anschließend, die ja eine implizite Angabe der Wirkung der Coriolisdämpfung des Austausches enthält, die Größe des Austausches im Magma für eine bestimmte angenommene Geschwindigkeit berechnen können. Setzen wir nun die Coriolisdämpfung proportional der Herabsetzung des Mischungsweges, also proportional  $\frac{1}{w}$  und beziehen die gestrichenen Größen aufs Weltmeer, so wird der Austausch im Magma unter Berücksichtigung von (5)

$$A = A' \frac{l'}{w'} \frac{w}{l} = 2 \frac{l'}{l} \frac{w}{w'} = \frac{2w}{100}, \quad (6)$$

da  $l$  proportional der Strömungsmächtigkeit ist. Dies gäbe für  $w = 100$ ,  $A = 2$ , also eine gegenüber der inneren Reibung  $\eta = 400$  jedenfalls vollkommen zu vernachlässigende Größe.

Wir sind daher berechtigt, für die Berechnung der Geschwindigkeiten der Magmaströmungen die Gleichung für ein laminares Geschwindigkeitsprofil zu verwenden. Mit derselben ergibt sich die geforderte Größe der Geschwindigkeit, nämlich ungefähr 200 m pro Sek. Auch wenn wir diese Geschwindigkeit in (6) einsetzen, wird der Austausch nur von derselben Größe wie  $\eta$ ; wir dürfen also annehmen, daß der laminare Charakter des Geschwindigkeitsprofils gewahrt bleibt.

Damit ist nachgewiesen, daß von den Strömungen in den zeitweise im Erdinneren auftretenden Magmazonen Kräfte auf die Kruste ausgeübt werden müssen, die in der Größenordnung recht genau den durch die Höhe der existierenden Gebirge geforderten entsprechen.

Die unmittelbar hinter uns liegende, alpine Revolution mit der Eiszeit (die durch Vermehrung der Niederschläge infolge Erwärmung des Ozeans verursacht ist) hat nunmehr das Erdinnere im festen Zustand hinterlassen. Was heute noch an tektonischen Bewegungen im Gang ist, das ist mit der vollständigen Wiederherstellung des Gleichgewichtszustandes durch Fließen des festen Erdinneren verbunden, indem sich vor allem im genügend fließfähigen Sima die Flächen gleicher Dichte horizontal zu stellen streben.

## Bewegungsvorgänge der Erdkruste

Von Dr.-Ing. **F. Langecker**, Hausham

Mit 12 Textabbildungen

Die scheinbare Ruhe der Erdkruste kann durch verschiedene Ursachen derart aufgehoben werden, daß das gestörte Massen- und Kräftegleichgewicht der Erdrinde Erscheinungen auslösen, die dem Menschen mehr oder minder deutlich vor Augen treten und sich gewöhnlich in eher Schaden als Nutzen bringenden Bewegungsvorgängen äußern. Die sich ergebenden Bodenbewegungen können je nach Ursache natürliche und künstliche sein und sowohl über als auch unter Tage festgestellt werden.

Unter den natürlichen Bewegungen der Erdrinde nehmen den wichtigsten Platz tektonische Vorgänge ein, die entweder in allmählichen Hebungen und Senkungen der Erdschollen oder des Meeresspiegels die Fortdauer der Gebirgsbildung in der Gegenwart anzeigen oder in Form von plötzlichen Spannungsauslösungen als Erdbeben auftreten. Zu den natürlichen Bodenbewegungen rechnen u. a. schließlich noch Erscheinungen als Folge von Abgabe oder Aufnahme von Wasser, nämlich Schrumpfung bzw. Ausdehnung von Gesteinschichten, ferner Bodensenkungen, verursacht durch Ausspülung oder Auslaugung.

Künstliche Bodenbewegungen treten vor allem als Folgeerscheinungen von Substanzverlust auf, den der Bergbau oder andere technische Eingriffe in die Erdkruste einleiten. Daneben sind auch Verkehrerschütterungen zu beachten, die Bewegungen der Erdoberfläche verursachen. Weiters weisen Senkungen von Bauwerken darauf hin, daß die Gesamtlast von Bauten imstande ist, geologisch noch junge Böden unterhalb des eigentlichen Baugrundes auch bei geringer spezifischer Bodenpressung weiter zu verdichten, so daß Setzungen und als deren Folge Setzrisse an Gebäuden entstehen können.<sup>1)</sup>

Im deutschen Schrifttum ist in den letzten Jahren eine größere Zahl von Abhandlungen veröffentlicht worden, die sich mit den grundlegenden Fragen über die verschiedensten Bodenbewegungen der Erdkruste befaßt haben. Anknüpfend an diese soll im folgenden an einigen Beispielen gezeigt werden, daß die Kenntnis aller dieser Bewegungsvorgänge für den Bergbau von Bedeutung ist. Das Landschaftsbild aller Kulturstaaten wird heutzutage in maßgebender Weise durch technische Bauten verschiedenster Art bestimmt. An diesen sind natürlich der durch Menschenhand erfolgte Eingriff in den ruhenden Gebirgskörper und seine Folgeerscheinungen ebenso feststellbar wie für gewöhnlich an der nicht verbauten Erdoberfläche. Die durch die junge Tektonik eingeleiteten Krustenbewegungen der Erde hinterlassen gleichfalls überall Spuren ihrer Tätigkeit und sind dann für den meist schadenbringenden Bewegungsablauf derartiger Vorgänge verantwortlich zu machen. Schadenbilder in bergbaufreiem Gebiete haben oft eine gewisse Ähnlichkeit mit wirklichen Bergschäden, andererseits sind aber auch Bergbaugebiete nicht frei von heute noch andauernden tektonischen Bewegungen, so daß schließlich auch an manchen Vorgängen beide Ursachen, künstliche und natürliche, Anteil haben können.

Betrachtet man die in Abb. 1 dargestellte Kurve der Eintiefung bzw. Aufhöhung der Stromsohle des Rheins im Abschnitte Basel—Kehl, die die Unterschiede zwischen den Jahren 1880 bis 1920 zeigt, so erkennt man, daß die Stromlaufverbesserung des Oberrheins, die in den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts vorgenommen worden ist, trotz der Verkürzung des Flußlaufes und der damit verbundenen Gefällserhöhung nicht die angestrebte dauernde Senkung des Rheinspiegels gebracht hat.

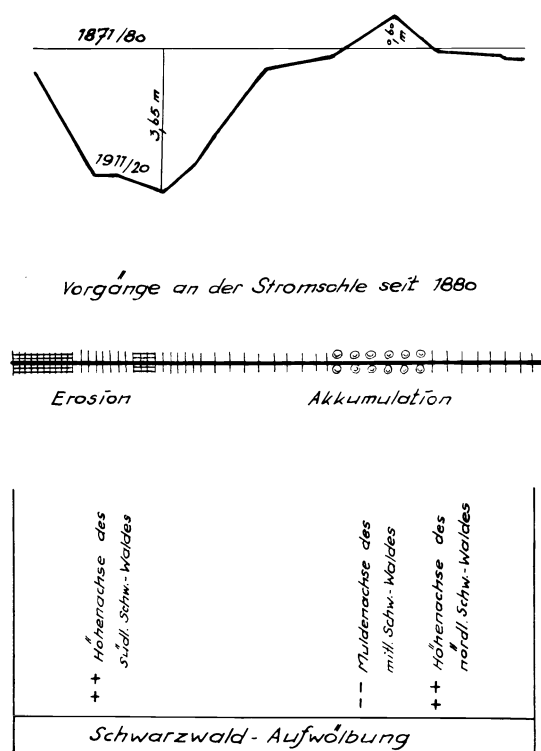


Abb. 1. Eintiefung bzw. Aufhöhung der Stromsohle des Oberrheintales von 1880—1920 im Abschnitt Basel-Kehl

Durch die Verlegung des Rheins in eine künstliche feste Stromrinne mit verstärktem Gefälle hätte erhöhte Erosion und damit vermehrte Schuttförderung eintreten müssen. Durch eine endgültige Verbesserung des Rheinbettes wären die beiderseits des Stromes vorhandenen Inseln und toten Arme den Einwirkungen des Flusses entzogen worden und ein namhafter Gewinn an nutzbarem Boden eingetreten.

Wie nun Wilser<sup>2)</sup> berichtet, wechseln aber bereits wieder Abschnitte der Erosion mit solchen der Aufhöhung und weisen darauf hin, daß die Stromsohle nicht zur Ruhe

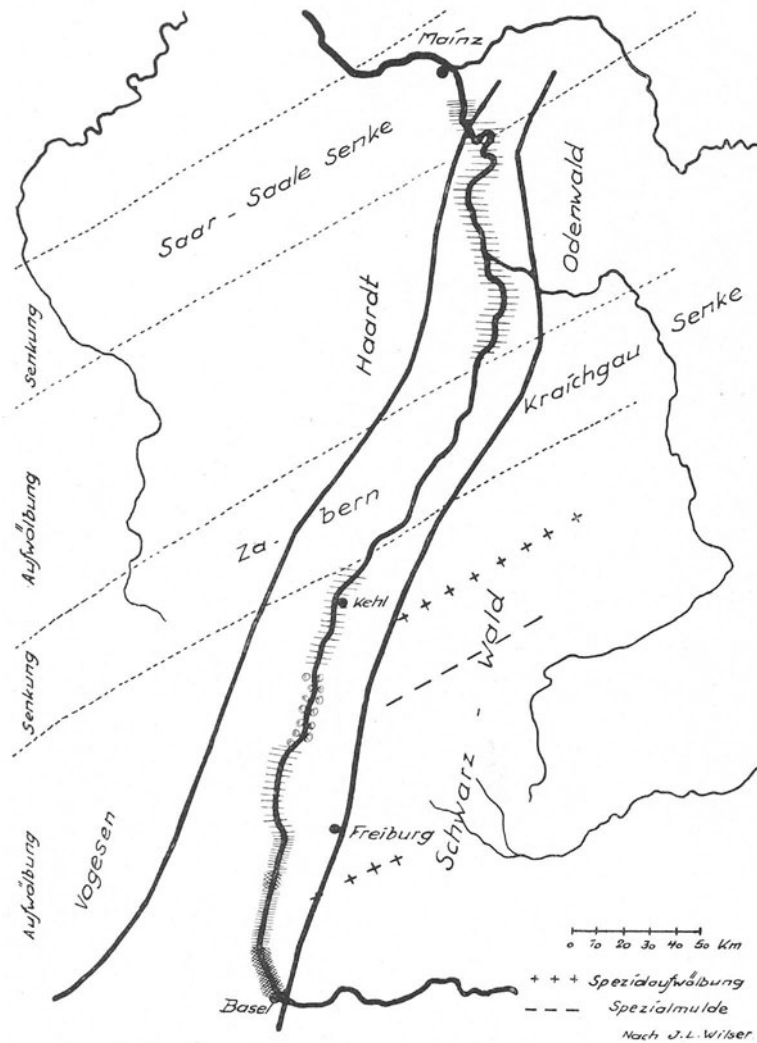


Abb. 2. Oberrheintal

gelangt ist. Diese Unruhe kann nicht anders gedeutet werden, als daß in heutiger Zeit noch tektonische Bewegungen der Erdkruste andauern, die die künstliche Wasserspiegelverlegung wieder natürlichen Kräften unterwerfen und die anfänglich erzielten Verbesserungen zu nichte machen.

Aus Abb. 2 geht hervor, daß auf den Lauf des Oberrheins Aufwölbungen und Senkungen der Erdkruste Einfluß haben entsprechend einerseits den Hebungen der Vogesen und des Schwarzwaldes bzw. des Haardt- und Odenwaldes andererseits längs der Senkungszone Zabern—Kraichgausenke, daß also der Rheintalgraben die vertikalen Bewegungen der seitlichen Randgebirge mitmacht.

Unter deren Einwirkung steigt die Erosion im Abschnitte knapp nördlich Basel und im Abschnitte Weisweil—Otterheim bettet die tektonische Aufschotterung die Stromsohle allmählich höher, so

daß bei Hochwasser die Uferlandschaft durch Überschwemmungen wie einst gefährdet wird. Langsam vor sich gehende Bewegungen der Erdoberfläche beeinflussen den Rheinstrom und seine Uferbauten und sind die Ursache dafür, daß kein Gleichgewichtszustand im Oberrheintal zu erreichen ist.

So bringen Hebunggebiete mit größeren jüngeren Erosionsabschnitten der Schifffahrt Schwierigkeiten und in Senkungsabschnitten führen Staugebiete zu Versumpfung, Verschotterung und Hochwassergefahr, so daß umfangreiche Dammbauten und deren Aufhöhung zum Schutze des Uferlandes notwendig werden.

In Abb. 3 sind die Senkungen einer anderen Wasserstraße dargestellt, und zwar die

durch den Bergbau hervorgerufenen Absenkungen der Kanalsohle des Rhein-Herne-Kanals zwischen den einzelnen Schleusen.<sup>3)</sup>

Aus diesem Schaubild ist zu ersehen, daß die Schleusen hoch stehen geblieben sind, während die Sohle des Kanals Senkungen erlitten hat. Der ungleichförmige Verlauf der Senkungslinie der Kanalsohle rührt davon her, daß die einzelnen benachbarten Zechen nicht gleichmäßig an den Abbau unter dem Kanal herangegangen waren. Da man früher weiters der Ansicht war, daß zum Schutze der Kanalbauten, und zwar für die empfindlichen Schleusenanlagen Sicherheitspfeiler belassen werden müssen, bestand zunächst ein Abbauverbot unter den Schleusen. Erst später ist der Abbau innerhalb der Schleusensicherheitspfeiler genehmigt worden. Bei der Bauweise mit Sicherheitspfeiler haben sich an den Abbaugrenzen zwischen Baufeld und Sicherheitspfeiler Bruchkanten eingestellt, die nachteilige Folgen für die übertägigen Bauwerke gehabt haben. Beim nachträglichen Abbau hat sich dagegen gezeigt, daß die Schleusen und Uferbauten bei entsprechender baulicher Ausführung ohne Gefährdung des Kanalbetriebes unterbaut und abgesenkt werden können, insbesondere dann, wenn die Bauwerke bei der Senkung nicht in Pressungszonen gelangen.

Aus den beiden angeführten Fällen geht hervor, daß durch Tektonik und Bergbau Oberflächenbewegungen der Erdrinde eingetreten sind, die sozusagen durch das natürliche Nivellement des Wasserspiegels laufend festgehalten wurden. Die sich ergebenden Höhenänderungen der Erdkruste haben eine Lageänderung der Gesteinsschichten zur Folge gehabt, Zerrungen und Pressungen entstanden, die sich schließlich an den verschiedensten Bauwerken bemerkbar gemacht haben. In den Senkungsgebieten überflutete das Wasser das ihm vorgeschriebene künstliche Bett, so daß bedeutende Aufhöhungen notwendig wurden, um auch wieder in das richtige Verhältnis zu den gehobenen oder höher stehen gebliebenen Teilen gebracht zu werden. Während den tektonisch begründeten Erdoberflächenbewegungen nur entsprechend ihrem allmählichen weitspannigen Verlauf entgegengearbeitet werden kann, ist beispielsweise bei bergbaulichen Senkungen die Möglichkeit vorhanden, vorausschauend durch planmäßige Absenkung im ganzen die schädlichen Einwirkungen der Bewegungsvorgänge herabzusetzen oder sogar auszuschalten.

Über tektonische Erdrustenbewegungen sind in anderen Gebieten mittels umfangreicher genauer Höhenmessungen Feststellungen gemacht worden.<sup>4)</sup>

Bergbauliche Senkungserscheinungen an der Erdoberfläche sind dagegen wohl überall schon mit freiem Auge wahrgenommen worden.

In den letzten Jahren hat Weißner<sup>5)</sup> das Verhalten der Gebirgsschichten im Abbau durch untertägige Vermessungen untersucht und vor allem durch Bestimmung der absoluten Masse der Bewegungen von Hangend- und Liegendfestpunkten einwandfrei die

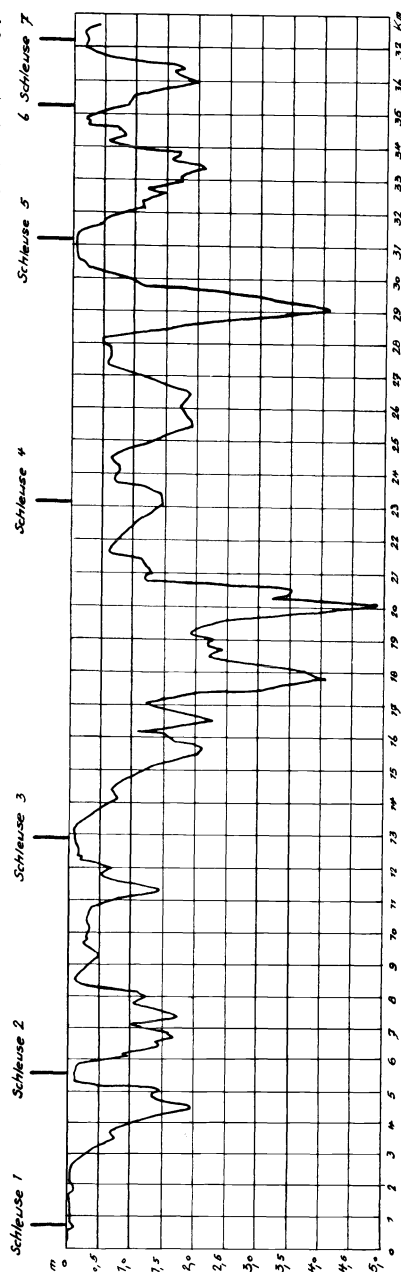


Abb. 3. Die bergbaulichen Senkungen der Kanalsohle des Rhein-Herne-Kanals von 1911—1934

Vorgänge der Gebirgsbewegungen sowie deren Größe und Richtung ermittelt. Als Ergebnis seiner Messungen ist jenes von Bedeutung, daß sich, wie aus den Abb. 4 und 5 hervorgeht, im Hangenden und Liegenden sowie am Kohlenstoß eine bisher unbekannte

Kraft auswirken kann, welche nicht in der gewöhnlichen Abbau-dynamik ihre Ursache hat, sondern tektonisch bedingt ist.

Der Bewegungsverlauf eines Punktpaares im Gestein (Abb. 4) zeigt, daß sich der Firstpunkt zunächst 68 mm parallel zum Streb gegen Norden, das ist im Flöz ansteigen, verschoben hat. Im allgemeinen behält der Firstpunkt trotz einiger rückläufiger Bewegungen seine Wanderung in nordöstlicher Richtung bei. Auch der Liegendfestpunkt unterliegt anfangs merklich einer nach Norden gerichteten Kraft, die ihn um 61 mm im Steigen verschiebt, und wandert erst später unter dem Einfluß des Stoßschubes gegen das Versatzfeld. Die plötzliche, bedeutende Verschiebung

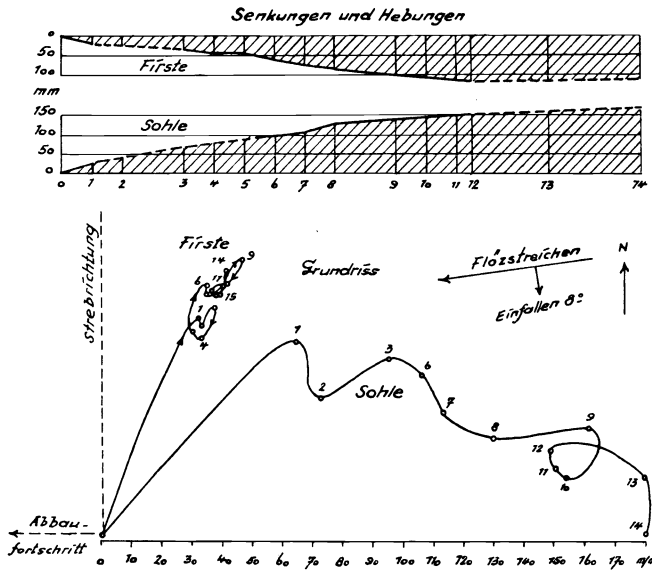


Abb. 4. Absolute Bewegung eines Punktpaares. (Flöz 3 der Zeche Fürst Leopold)

bung dieses Punktpaares im Flöz ansteigen läßt erkennen, daß vor Einsetzen der aus dem Verhieb des Kohlenstoßes sich ergebenden Bewegungsvorgänge eine andere bisher nicht festgestellte Kraft auf die Bewegung des Punktpaares einwirkt. Gleichzeitig

vollführen Hangend- und Liegendpunkt eine mehr oder minder große Senkung bzw. Hebung. Weißner hat die gleiche Bewegungsrichtung auch für Punkte des Kohlenstoßes bestimmt (Abb. 5).

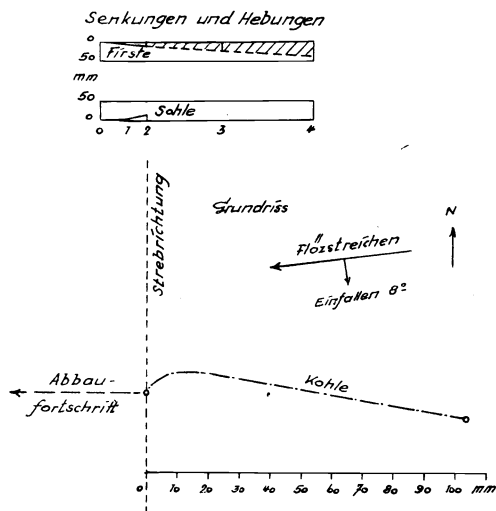


Abb. 5. Bewegung eines Kohlenpunktes. (Flöz 3 der Zeche Fürst Leopold)

Aus dem Verlauf der absoluten Bewegung des Kohlenpunktes ist zu ersehen, daß nach Freilegung des Kohlenstoßes der Festpunkt deutlich dem Einfluß einer nördlich gerichteten Kraft unterworfen war und sich hernach erst in der Richtung des Versatzfeldes bewegt hat. Größe, Richtung und das plötzliche Auftreten dieser Bewegungen, die von Weißner nicht nur im Streb, sondern auch im Streckenvortrieb festgestellt wurden, sowie die geologischen Bedingungen lassen den Schluß zu, daß es sich bei der Auslösung der Bewegungen um Äußerungen tektonisch gerichteter Kräfte handelt.

Diese Feststellungen sind für den Verhieb eines Flözes bzw. für seine Gewinnbarkeit von Bedeutung, weil tektonische Kräfte unter Umständen dem nutzbringenden Stoßschub entgegenwirken und die Strebstellung darnach entsprechend eingerichtet werden kann.

Es besteht ferner die Möglichkeit, daß auch in anderen Kohlenrevieren, die durch ihren tektonischen Aufbau eine besondere Beanspruchung der Flöze erfahren haben,

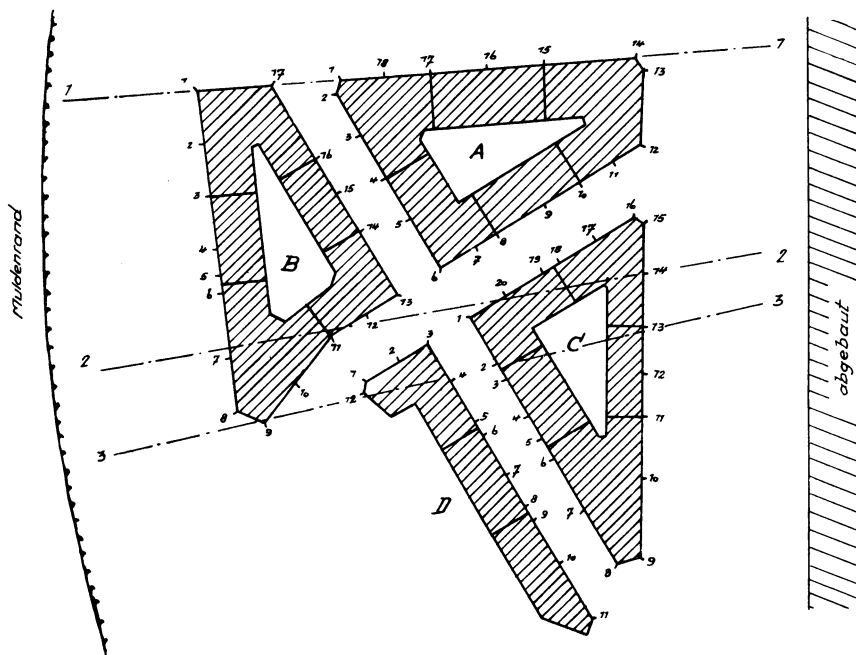


Abb. 6. Lageplan der Sockelpunkte der Häusergruppen A—D

tektonisch gerichtete Kräfte durch Messungen festgestellt werden und deshalb wegen der Führung des Abbaus auf die Bewegungsvorgänge der Gebirgsschichten Rücksicht genommen werden muß.

Die Einwirkungen bergbaulicher Tätigkeit auf die Tagesoberfläche sind vielfach untersucht und behandelt worden. Vor einiger Zeit ist Goldreich<sup>6)</sup> auf Grund der Überprüfung von Höhenmessungen aus dem Jahre 1925, die mehrere in den Jahren 1910 bis 1912 erbaute Häusergruppen betrafen, und von solchen aus den Jahren 1907 und 1908, die sich auf eine Bahnstrecke im Mährisch-Ostrauer Kohlenrevier erstreckten, zu dem Schlusse gekommen, daß unter dem Einfluß bergbaulicher Senkung die Gebirgsschichten eine flutende Bewegung erfahren und die Tagesoberfläche deshalb Hebungen und Senkungen aufweist.

Aus Abb. 6 ist der Lageplan und die Bezeichnung der Sockelpunkte der Häusergruppen A—D ersichtlich sowie der Rand der fraglichen Kohlenmulde und die Abbaugrenze zu erkennen. In Abb. 7 sind nur die von Goldreich gezeichneten Senkungsbilder der einzelnen Häusergruppen nach den im Jahre 1925 vorgenommenen Höhenmessungen

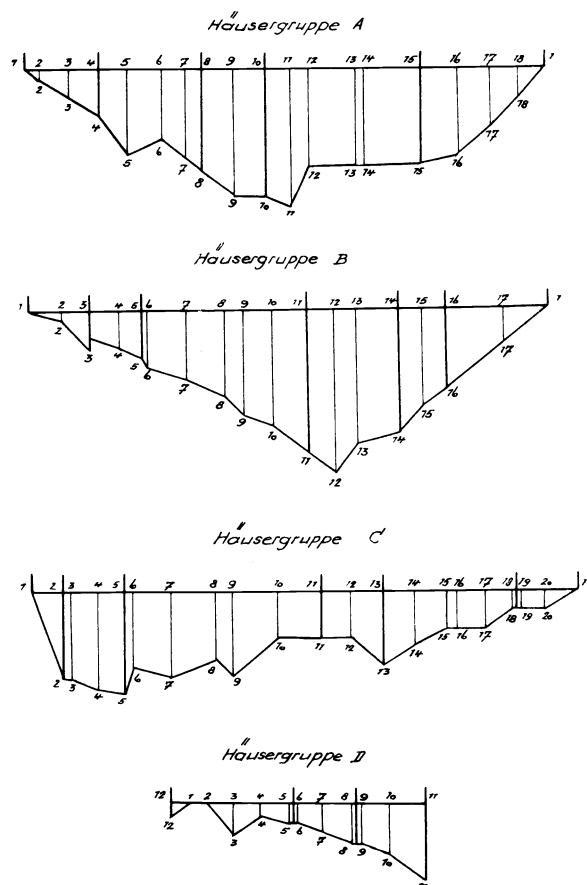
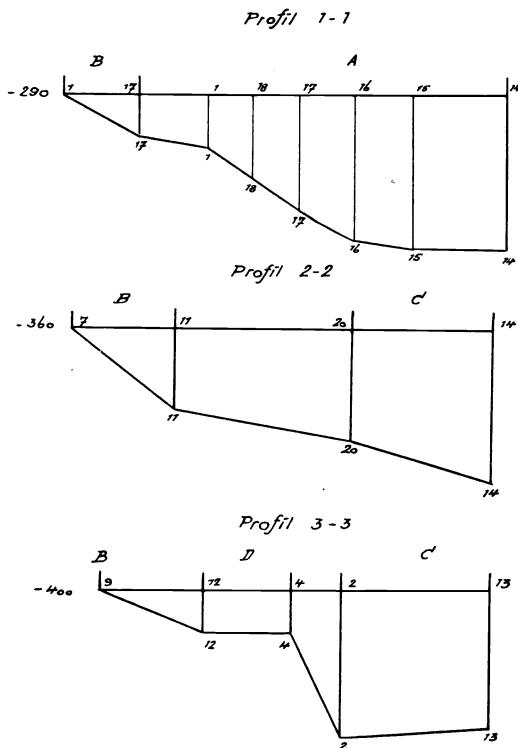


Abb. 7. Senkungen der Sockelpunkte der Häusergruppen A, B, C und D mit Bezug auf Sockelpunkt 1 jedes Blockes. Höhenmessung vom 31. Juli 1925

Zahlentafel 1. Senkungen der Sockelpunkte in Millimetern, bei Annahme der Höhenlage der Sockelpunkte 1 mit Null.

Höhenmessung 31. Juli 1925

Häusergruppe A			Häusergruppe B			Häusergruppe C			Häusergruppe D		
Sockel-punkt	Millimeter	Gesamtsenkung m/m	Sockel-punkt	Millimeter	Gesamtsenkung m/m	Sockel-punkt	Millimeter	Gesamtsenkung m/m	Sockel-punkt	Millimeter	Gesamtsenkung m/m
1	— 0	— 340	1	— 0	— 290	1	— 0	— 450	1	— 0	— 430
2	— 10	— 350	2	— 10	— 300	2	— 90	— 540	2	— 0	— 430
3	— 30	— 370	3	— 50	— 340	3	— 90	— 540	3	— 30	— 460
4	— 50	— 390	4	— 40	— 330	4	— 100	— 550	4	— 10	— 440
5	— 90	— 430	5	— 50	— 340	5	— 110	— 560	5	— 20	— 450
6	— 70	— 410	6	— 60	— 350	6	— 80	— 530	6	— 20	— 450
7	— 90	— 430	7	— 70	— 360	7	— 90	— 540	7	— 30	— 460
8	— 110	— 450	8	— 90	— 380	8	— 70	— 520	8	— 40	— 470
9	— 130	— 470	9	— 110	— 400	9	— 90	— 540	9	— 40	— 470
10	— 130	— 470	10	— 120	— 410	10	— 50	— 500	10	— 50	— 480
11	— 140	— 480	11	— 150	— 440	11	— 50	— 500	11	— 80	— 510
12	— 100	— 440	12	— 170	— 460	12	— 50	— 500	12	— 10	— 440
13	— 100	— 440	13	— 140	— 430	13	— 80	— 530			
14	— 100	— 440	14	— 130	— 420	14	— 60	— 510			
15	— 100	— 440	15	— 100	— 390	15	— 40	— 490			
16	— 90	— 430	16	— 80	— 370	16	— 40	— 490			
17	— 60	— 400	17	— 40	— 330	17	— 40	— 490			
18	— 30	— 370	1	0	— 290	18	— 20	— 470			
1	— 0	— 340				19	— 20	— 470			
						20	— 20	— 470			
						1	— 0	— 450			



dargestellt, während die Höhenunterschiede je Sockelpunkt in der Zusammenstellung gemäß der Zahlentafel 1 ausgewiesen sind. Seit dem Jahre 1906, offenbar dem Zeitpunkt des Abbaubeginns, haben sich die einzelnen Sockelpunkte 1 der Häusergruppe A um 340 mm, B um 290 mm, C um 450 mm und D um 430 mm gesenkt. Goldreich schließt aus dem wellenförmigen Verlauf der Senkungsmulde bei C und D auf eine dem üblichen regelmäßigen und gesetzmäßigen Senkungsvorgang abweichende Erscheinung. Dabei ist Goldreich allerdings insofern ein Irrtum unterlaufen, als die Schaubilder nicht Profile durch die Kohlenmulde wiedergeben, sondern vielmehr die Senkungsmaße längs der Häusergruppengrundrisse, die in beliebigen Richtungen die Senkungsmulde queren, darstellen.

Trägt man unter Zugrundelegung der Senkungsmaße der Sockelpunkte 1 der vier Häusergruppen die absoluten Senkungsmaße der übrigen Sockelpunkte in die Zahlentafel 1 ein, so erhält man nach den Profilen 1 bis 3 den tatsächlichen Senkungsverlauf des überbauten Geländes (Abb. 8). Nach diesen Senkungslinien ist kein wellenförmiges Muldenbild, das auf

Abb. 8. Tatsächlicher Senkungsverlauf nach den Profilen 1—3

flutende Bewegungen der Gebirgsschichten schließen lassen könnte, als Folge bergbaulicher Senkungen festzustellen.

Auch ein zweites Beispiel, das Goldreich anführt, ist kein Beweis für das Auftreten flutender Bewegungsvorgänge als Folgeerscheinung bergbaulicher Tätigkeit.

Goldreich gibt in Abb. 9 den Senkungsverlauf einer Bahnstrecke wieder, die den östlichen Rand einer Senkungsmulde durchschneidet und im Jahre 1903, als der Abbau in 300 m Tiefe begann, noch sählig verlief. Die Ergebnisse der Messungen im Mai 1907, November 1907 und April 1908 sind gleichfalls eingetragen. Nach dieser Aufzeichnung Goldreichs sind an den Stellen, an denen die Bahn auf das nicht abgesenkte Gelände übertritt, Hebungen zu verzeichnen. Es liegt aber vielmehr die Vermutung nahe, daß das Bahngleis, das wegen der in westlicher Richtung gelegenen größten Senkung auch eine Westwanderung um 300 mm angetreten hat, an den Punkten des Übergangs vom Senkungsgebiet zum senkungsfreien Gelände lediglich durch die notwendigen Ausbesserungsarbeiten an der Bahnstrecke bzw. am Oberbau eine Aufhöhung erfahren hat.

Im allgemeinen gelten heute noch die von Keinhorst<sup>7)</sup> und Oberste-Brink<sup>7)</sup> gemachten grundsätzlichen Ausführungen über das Auftreten von Bodenverschiebungen und Bodenspannungen sowie das Wesen der Bodensenkungen. Darnach reichen Erscheinungen als Folge von Bodenbewegungen über die Verschiebungs- und Senkungsgebiete in die senkungsfreien Gebiete nicht hinaus, oder an den Rändern einer Senkungsmulde ist ohne Verschiebung keine Senkung bzw. ohne Senkung keine Verschiebung möglich. Hebungen an Muldenrändern sind gleichfalls nicht möglich, außer tektonische Kräfte nehmen eine Hebung von Schollen vor.

Über Gebirgsdruckerscheinungen, die bei Aus- und Vorrückung oder infolge der Abbautätigkeit auftreten, sind in der letzten Zeit zahlreiche Arbeiten

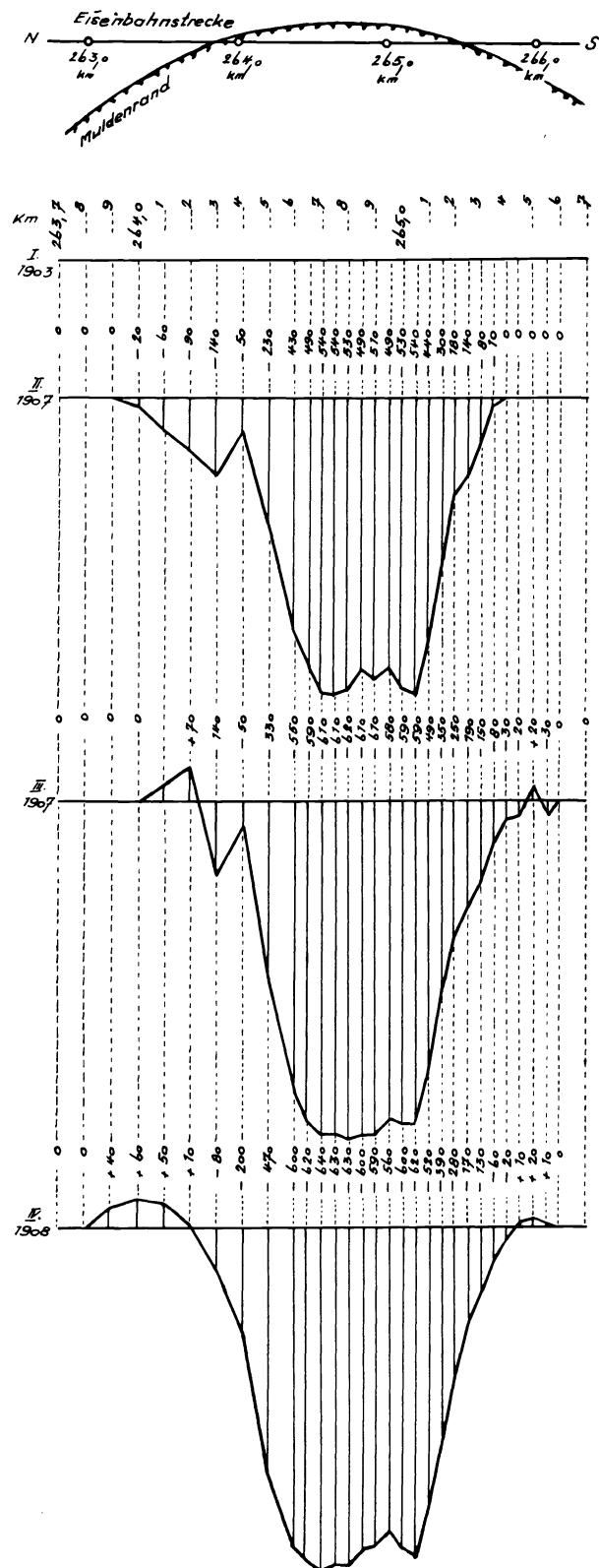


Abb. 9. Höhenänderungen in mm der Eisenbahnstrecke in den folgenden Zeitpunkten: I. Höhenlage 1903, II. Höhenlage 13. Mai 1907, III. Höhenlage 14. November 1907, IV. Höhenlage 29. April 1908



veröffentlicht worden, die auf Grund von Beobachtungen oder Messungen bzw. auf experimentellem oder mathematischem Wege die Erforschung der Bewegungsvorgänge des Gebirgskörpers untersucht haben.

Aus allen diesen Arbeiten geht vor allem das eine hervor, daß sich wegen der verschiedenen geologischen, petrographischen und bergtechnischen Bedingungen in den einzelnen Bergbaugebieten keine allgemein gültigen Regeln aufstellen lassen, nach denen die Nutzbarmachung des Gebirgsdruckes für die Kohलगewinnung abgeleitet werden kann. Aus den beiden nachfolgenden Beispielen, die den gleichzeitigen Abbau von zwei benachbarten Flözen behandeln, geht dies deutlich hervor.

Gärtner<sup>8)</sup> untersucht das Verhalten der Gebirgsschichten im niederschlesischen Steinkohlenbergbau und geht von folgender Überlegung aus. Beim Abbau sinken die Gebirgsschichten in der Richtung gegen den alten Mann hin ab. Durch diese vertikale

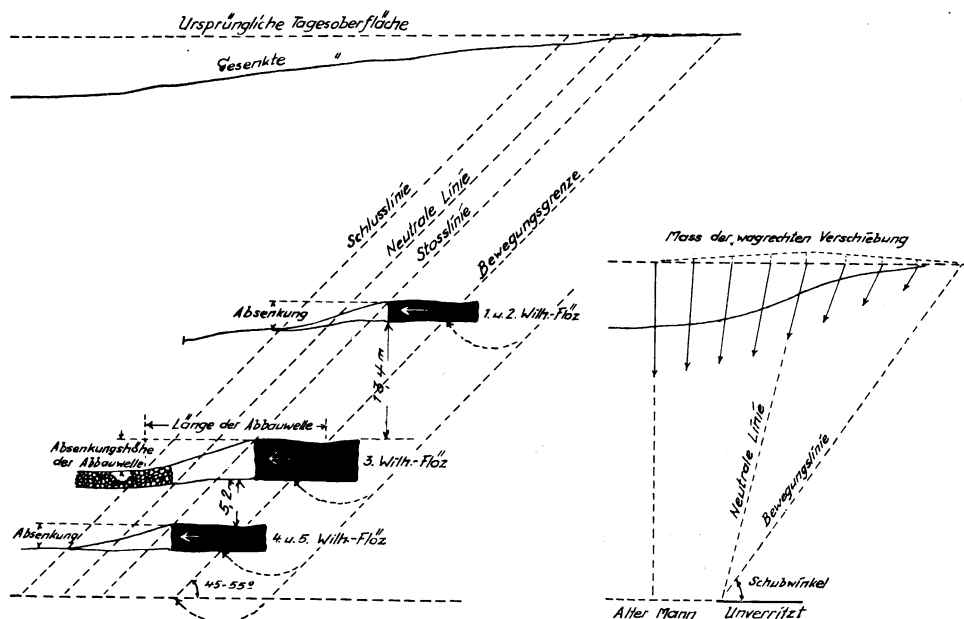


Abb. 10. Druckwirkungen bei gleichzeitigem Abbau mehrerer Flöze. (Wenceslausgrube)

und horizontale Bewegung des Hangenden wird auch der Flözkörper bis zu einem gewissen Ausmaß erfaßt, aus seinem festen Verband herausgeschoben und gelockert, wodurch der sogenannte „Gang der Kohle“ entsteht. Das Hangende ist Sandstein, das Liegende Sandschiefer, der gleichfalls die seitliche Bewegung des Hangenden mitmacht.

Wenn im alten Mann die Absenkung des Hangenden auf das Liegende oder den Versatz den größten Wert erreicht hat und damit beendet ist, ist auch die waagrechte Verschiebung der Gebirgsschichten an dieser Stelle gleich Null. Die Linie, längs der das Hangende am Liegenden aufliegt, wird Schlußlinie genannt. Am Kohlenstoß biegt sich das Hangende allmählich gegen den alten Mann zu durch. Die Linie am Kohlenstoß, nach der sich das Hangende absenkt, wird als Stoßlinie bezeichnet. In der Mitte zwischen Schlußlinie und Stoßlinie liegt nach Gärtner die neutrale Linie. Im Kohlenstoß verläuft zunächst die Schublinie, die in der gleichen Entfernung hinter dem Stoß verläuft wie die neutrale Linie vor dem Kohlenstoß. Sie gibt jene Stelle an, an der die Kohle durch den höchsten Druck belastet wird. In der gleichen Entfernung, in der die Schlußlinie vor der Stoßlinie verläuft, liegt im Kohlenstoß die Bewegungsgrenze, hinter der die Kohle keinen waagrechten Bewegungen mehr unterliegt. Die laufende Vorverlegung des Abbaues hat eine dauernde Verschiebung der Zone zwischen Schlußlinie und Schublinie im

Gebirgskörper zur Folge. Dabei wird der Flözkörper selbst gegen den ausgekohlten Raum geschoben und dadurch leichter gewinnbar.

Gärtner hat weiters festgestellt, daß beim gleichzeitigen Abbau mehrerer Flöze dann die beste Gewinnbarkeit der Kohle vorhanden ist, wenn die Stöße der einzelnen Flöze zueinander die in Abb. 10 gezeichnete Lage einnehmen. Nach dieser Darstellung unterliegen die drei Kohlenstöße einer Schubkraft, die durch den unverritzten Gebirgs- und Flözkörper übertragen wird, während diesseits der Stoßlinie das Liegende der beiden oberen Flöze abzusinken und seitlich zu wandern beginnt. Es ist anzunehmen, daß neben der petrographischen Beschaffenheit des Gebirgskörpers die geringe Tiefe mit 200 bis 300 m, in der hier der Bergbau umgeht, die Ursache dafür ist, daß eine derartige Beeinflussung der Flöze und deren Begleitschichten und keine überspannenden druckverteilenden Tragwirkungen im Hangenden eintreten.

Zu anderen Ergebnissen ist man im oberbayerischen Pechkohlenbergbau gekommen.

Ausgehend von der Anschauung, daß die kohlenführenden Schichten der oberoligozänen Molasse durch gewaltige tektonische Kräfte im Miozän zur heutigen muldenförmigen Ablagerung gefaltet wurden und dabei im Flözkörper latente Spannungen verblieben sind, versuchte man früher alle Gebirgsdruckerscheinungen, die sich z. B. auf der Grube Hausham feststellen ließen, als Auslösungen von Restspannungen aus der Zeit der Faltung zu deuten, insbesondere gebirgsschlagähnliche Erscheinungen. Dies ging so weit, daß man in Hausham die beiden nahenachbarten Flöze 3 und 4 mit Rücksicht auf die Tektonik in der Regel nur so abbauete, daß zunächst das geringmächtige Flöz 4 (40 bis 60 cm) im Hangenden zur Entspannung des liegenden mächtigen Flözes 3 (0,6 bis 1,8 m) in Verhieb genommen wurde, worauf in größeren zeitlichen Abständen der Abbau des entspannten Flözes folgte. Selbst dann, wenn das Hangendflöz durch Ver- taubung oder Verschieferung unbauwürdig wurde, hielt man an dieser Abbauweise fest. Der Abstand der beiden Flöze schwankte zwischen 6 und 9 m.

Auf Grund späterer Beobachtungen und Untersuchungen<sup>9)</sup> ließ sich jedoch zeigen, daß es einzig und allein betriebliche Verhältnisse waren, die die bekannten schadenbringenden Gebirgsdruckerscheinungen zur Folge hatten, und nicht geologische tektonische Bedingungen. Es konnte weiters aus der Betrachtung des Bewegungsablaufes der vom Abbau erfaßten Gebirgsschichten nach den Gesetzen der Mechanik geschlossen werden, daß durch geeignete Anlage und Führung der Abbaufelder die Möglichkeit gegeben ist, sowohl ohne vorherige Entspannung der Hangendschichten durch den Verhieb eines unbauwürdigen Flözes das zweite benachbarte Flöz zu bauen als auch zwei nahenachbarte Flöze gefahrlos gleichzeitig in Verhieb zu nehmen.

Deshalb hat man vor Jahren auf der Grube Hausham in Oberbayern in einem Felde, in dem das Hangendflöz unbauwürdig war, ohne vorherige Entspannung der Hangendschichten das Liegendflöz gebaut. Der erste Versuch wurde so ausgeführt, daß man die lange Abbaufrent mangels nichtgeeigneten Versatzes mit streichend mitgeführten Holzkastenreihen sicherte. Das Hangende samt ungebautem Hangendflöz senkte sich allmählich ab, wobei die Holzkastenreihen die Aufgabe von Bergeversatzrippen übernahmen.

Vor einiger Zeit ist man dann zum reinen Bruchbau übergegangen. Das hinter einer Wanderhartholzkastenreihe zu Bruch gehende Hangende entspannte das unbauwürdige Hangendflöz, so daß ein gefahrloser Verhieb ohne schädliche Gebirgsdruckerscheinungen bei gut gehendem Kohlenstoß stattfinden kann.

Die Erkenntnisse über die Anwendung der Gewölbedrucktheorie für den Bergbau ließen die Absicht aufkommen, bei entsprechender Gelegenheit zwei nahenachbarte Flöze gleichzeitig zu bauen und die Streben zueinander so zu stellen, daß die Kohlenstöße im Bereich der Stützzlinie des Abbaudruckgewölbes zu liegen kommen. Für diesen Fall war daher geplant, das liegende Flöz vorzutreiben und das hangende Flöz in einem erst zu bestimmenden räumlichen Abstand mitzubauen. Die richtige Lage der Stöße

zueinander mußte dann erreicht sein, wenn sich in jedem Flöz der beste Gang der Kohle eingestellt hat.

Auf der Schachtanlage Nonnenwald der Grube Penzberg in Oberbayern ist in den letzten Jahren der gleichzeitige Abbau zweier Flöze mit Erfolg nach den oben angegebenen Erwägungen durchgeführt worden. Die beiden Flöze 23 und 24 liegen ungefähr 12 m voneinander entfernt (Abb. 11) und haben ein Einfallen von 15 bis 25°.

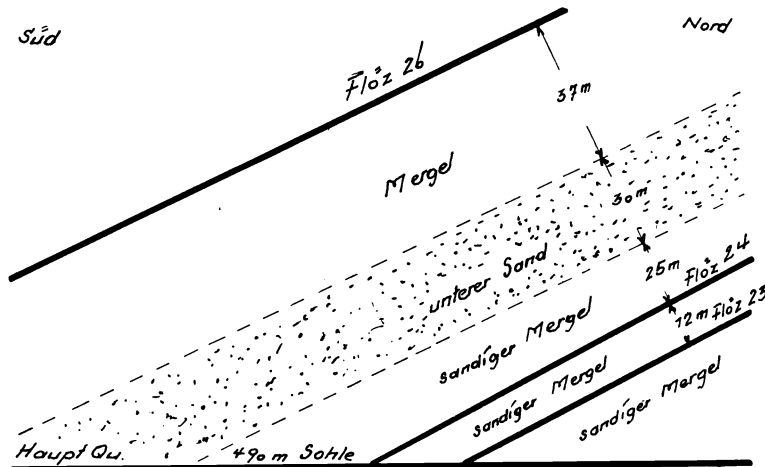


Abb. 11. Grube Penzberg—Nonnenwaldschacht. Schichtenprofil

Die begleitenden Gebirgsschichten sind mehr oder minder weiche Mergel und härtere Sandsteinbänke.

Es zeigt sich nun, daß das liegende Flöz (Flöz 23) um etwa 7 m im Verhieb vorseilen muß, wenn eine leichte Gewinnbarkeit beider Flöze gewährleistet sein soll (Abb. 12). Rückte das Hangendflöz (Flöz 24) rascher vor, so daß sich der Abstand zwischen den beiden Stößen verringerte, so trat bei gleichbleibendem

guten Gang der Kohle auf Flöz 24 rasch eine Verfestigung des Liegendflözes (Flöz 23) ein. Rückte das Hangendflöz (Flöz 24) zu langsam nach, so daß sich der Abstand zwischen den beiden Stößen vergrößerte, so wurde die Kohle im Hangendflöz allmählich fest, während im Liegendflöz der gute Gang der Kohle unverändert blieb.

Daraus geht hervor, daß sich beim Abbau der oberbayerischen Pechkohlenflöze ein Druckgewölbe bildet. Kommt beim gleichzeitigen Abbau zweier nahbenachbarter Flöze

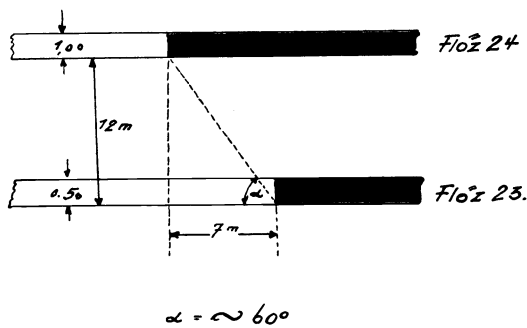


Abb. 12. Abbaustellung Flöz 24 und 23

eines der Flöze innerhalb der entspannten Zone zu liegen, so verfestigt sich die Kohle. Da die Gewölbestützlinie nur durch das unverritzte Gebirge gehen kann, ergibt sich ohne weiteres, welches der beiden Flöze fest wird.

Daß das Festwerden der Kohle des Hangendflözes bei einem größeren Abstand als 7 m nur allmählich eintritt, ist dem Umstande zuzuschreiben, daß die Hangendkohle innerhalb der entspannten Zone noch der Schwerkraft unterliegt und dadurch eine Lockerung erleidet, die der Gewinnbarkeit zugute kommt, während bei einem Voreilen

des Abbaustoßes von weniger als 7 m die Kohle des Liegendflözes nicht durch die Schwerkraft gelockert werden kann, sondern sich vielmehr sogleich innerhalb der Trompeterschen Zone entspannt und fest wird.

Aus den gemachten Darlegungen geht hervor, daß für die Klärung von Bewegungsvorgängen der Gebirgsschichten oder Senkungsfragen, die die Tagesoberfläche betreffen, nicht ohne weiteres immer endgültige Entscheidungen getroffen werden können. Gar manche Beobachtung oder Feststellung bedarf zur richtigen Beurteilung der Zusammenarbeit des Bergmanns, Geologen und Markscheiders.

### Zusammenfassung

Natürliche und künstliche Bodenbewegungen lassen sich einwandfrei über und unter Tage durch entsprechende genaue Vermessungsarbeiten feststellen und voneinander unterscheiden. An einigen Beispielen wird gezeigt, daß die Tektonik die Bewegung der Gebirgsschichten, die Höhenlage der Erdoberfläche und den Zustand technischer Bauwerke ebenso beeinflussen kann wie der Bergbau, mit der Einschränkung, daß durch den Bergbau keinerlei Hebungen oder flutende Bewegungen der Bodenschichten hervorgerufen werden.

An zwei Fällen wird der nutzbringende Bewegungsablauf des Gebirgskörpers beim gleichzeitigen Abbau nahbenachbarter Flöze erörtert.

### Literatur

<sup>1)</sup> Kögler: Neue Erkenntnisse und Fortschritte in der Baugrunduntersuchung. Techn. Blätter 1936, S. 847, und 1937, S. 4. — <sup>2)</sup> Wilser: Heutige Bewegungen der Erdkruste. Stuttgart 1929. — <sup>3)</sup> Ostendorf: Der Abbau unter den Schleusen des Rhein-Herne-Kanals. Glückauf 1935, S. 509. — <sup>4)</sup> Weißner: Der Nachweis jüngster tektonischer Bodenbewegungen in Rheinland und Westfalen. Essen 1929. — <sup>5)</sup> Weißner: Gebirgsbewegungen beim Abbau flachgelagerter Steinkohlenflöze. Glückauf 1932, S. 945. Erkenntnisse aus der Beobachtung von Gebirgsbewegungen für den Abbau. Glückauf 1936, S. 997. — <sup>6)</sup> Goldreich: Die bergbauliche Beeinflussung der Tagesoberfläche. Montan. Rdsch. 1937, S. 1. — <sup>7)</sup> Keinhorst: Bei Bodensenkungen auftretende Bodenverschiebungen und Bodenspannungen. Glückauf 1928, S. 1141. Oberste-Brink: Das Wesen des Bewegungsvorganges bei Bodensenkungen infolge von Einwirkungen des Bergbaus. Glückauf 1929, S. 121. — <sup>8)</sup> Gaertner: Abbau mit Selbstversatz. Glückauf 1929, Nr. 21/22. — <sup>9)</sup> Gebirgsdruckerscheinungen im Kohlenbergbau, erläutert a. d. Grube Hausham in Oberbayern. Berg- u. Hüttenm. Jahrb. Leoben 1928, S. 25.

## Bergschläge in Bleiberg und ihre Beziehung zur jugendlichen Tektonik

Von Dr.-Ing. E. Tschernig, Bleiberg, Kärnten

Mit 6 Textabbildungen

Es ist heute schon allgemein bekannt, daß die Krustenbewegungen der Erde noch immer fort dauern. Von den Alpen weiß man, daß sie nach Norden wandern. Erst in jüngster Zeit berichtete Prof. Heritsch Genaueres über die gleiche Verschiebungstendenz aus den Karnischen Alpen.<sup>1)</sup>

Auch aus Bleiberg, das ja nur 10 km nördlich der Karnischen Kette liegt, lassen sich verschiedene Belege für heute noch andauernde Gebirgsbewegungen erbringen, denn über 800 km Stollen, die bis über 700 m in die Tiefe reichen, bieten der geologischen Forschung ein reiches Beobachtungsfeld.

Von den zahlreichen Beweisen sei diesmal die hervorstechendste Erscheinung herausgegriffen, nämlich der Gebirgsschlag oder die Gesteinsspannungsauslösung.

Es werden hierbei mit schußartigem Krach stets flache Gesteinsschalen mit scharfem Rand vom Ulm, der Sohle, Brust oder Firste abgeschleudert, und zwar sehr oft mit großer Gewalt, liegende Gegenstände werden aufgeprellt, stehende umgeworfen, Leitungen zerrissen, und selbst starke Betongewölbe können Sprünge erhalten. Die Kräfte, die bei einer solchen Spannungsauslösung auftreten, sind oft sehr groß. So wurde, um einige Beispiele zu nennen, am 1. Oktober 1934 in der Grube Rudolf in Bleiberg ein Geleise mit Wechselplatte um 50 cm gehoben und verbogen, und in Raibl verursachte ein Bergschlag einen Gesteinsfall von 280 t. Starke Bergschläge werden nicht nur in einem weiten Umkreis in der Grube gefühlt, sondern auch über Tag als stoßartiges Erdbeben verspürt.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> F. Heritsch: Die Karnischen Alpen. Graz 1936.

<sup>2)</sup> E. Tschernig: Über Gebirgsschläge in den Kärntner Bleizinkerzlagern. Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb., Band 80.

Die Kenntnis dieser Erscheinungen geht bis zum Jahre 1886 zurück, doch erst seit dem Jahre 1900 werden über Auftrag des Revierbergamtes Klagenfurt genaue Aufzeichnungen geführt. Die ersten Bergschläge kamen im Osten der Grube Antoni in Kreuth vor, seit 1925 sind sie auch in der Grube Rudolf in Bleiberg häufig. Bis zum 30. Juni 1937 sind aus Kreuth 683, aus Bleiberg 302 Fälle, zusammen also 985 oder fast 1000 Fälle gemeldet. Untersucht man sie in ihrer Gesamtzahl nach verschiedenen Gesichtspunkten, so ergeben sich sehr lehrreiche und zum Teil sehr überraschende Ergebnisse.

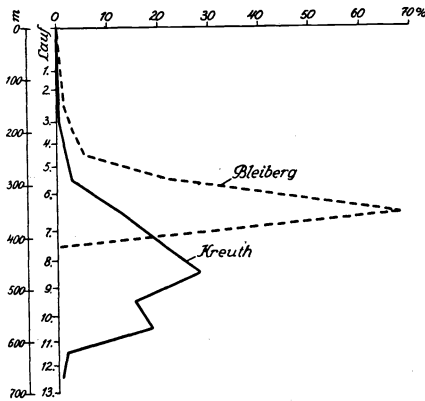


Abb. 1. Bergschlaghäufigkeit nach der Tiefenlage

Die ursprünglich verbreitete Meinung, daß die Bergschläge nichts anderes als besonders heftige Verbrüche infolge des Gebirgsdruckes seien, war auf Grund der dabei auftretenden Erscheinungen leicht zu widerlegen. Ebenso erwies sich die Ansicht, daß die Gebirgsschläge eine Folge der Schießarbeit seien, nicht als stichhaltig, denn es kamen in Kreuth 77,4% und in Bleiberg 59% aller Spannungsauslösungen außerhalb der Schußzeiten vor. Selbst in der Zeit des elfmonatigen Betriebsstillstandes im Jahre 1931 hörten sie nicht auf, und trotz unbelegter Grube meldete Kreuth 18 Bergschläge, von denen die meisten so stark waren, daß man sie über Tag vernehmen konnte. Richtig ist jedoch, daß die Erschütterungen beim Schießen die Auslösung vorhandener Spannungen fördern.

Wäre der Gebirgsdruck, das heißt das Gewicht der überlagernden Schichten, die alleinige Ursache der Bergschläge, so müßte ihre Zahl mit zunehmender Tiefe stark ansteigen. Das ist nun keineswegs der Fall. Aus Abb. 1 kann man ersehen, daß sie in Kreuth zwischen dem V. und VI. Lauf beginnen und zwischen der VIII. und IX. Sohle am häufigsten sind, also in einer Tiefe von etwa 450 m einen deutlichen Höchstwert erreichen, obwohl heute schon auf dem XIII. Horizont in 717 m Tiefe gebaut wird.

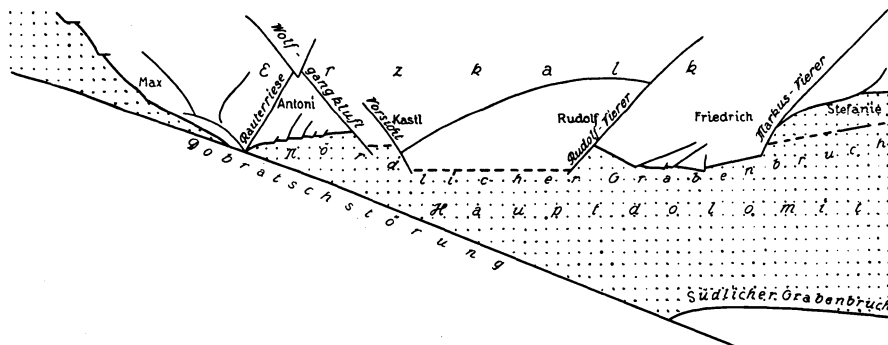


Abb. 2. Tektonische Skizze des Bleiberger Bergbaues

In Bleiberg sind die Verhältnisse noch ausgeprägter. Dort liegt die Spitze zwischen dem VI. und VII. Lauf, in etwa 350 m Tiefe, wobei allerdings zu beachten ist, daß die VIII. Sohle noch nicht vollständig aufgefahren ist. Mit Rücksicht auf die tektonischen Verhältnisse und die Ruhe in den heute schon bestehenden Bauen kann aber mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß nach unten eine Abnahme der Bergschlaghäufigkeit eintreten muß.

Noch wesentlich aufschlußreicher wird aber die Sache, wenn man die Verteilung der Bergschläge nach ihrem örtlichen Auftreten prüft. Zum Verständnis des folgenden ist ein kurzer Überblick über den tektonischen Bau des Bleiberger Bergbaugesbietes nötig.

Das zwischen Villacher Alpe und Erzberg tiefeingeschnittene Tal stellt einen Grabenbruch mit staffelförmigen Rändern dar. Dieser, mit Hauptdolomit erfüllte Graben wird vom nördlichen und südlichen Talbruch begrenzt. Der Bergbau geht bisher ausschließlich im Wettersteinkalkhorst um, der nördlich des Grabenbruches liegt. Er wird im Westen, in Kreuth, von einem großen Verwerfer, der Dobratschstörung, spitzwinkelig abgeschnitten. Längs dieser Störung gleitet die südliche Dobratschscholle nach Nordwest vorbei, wobei sie den Erzbergkamm um etwa 6 km in der genannten Richtung verschiebt. Durch den starken Anpressungsdruck von Süden her sind einerseits längs dieser Bewegungsbahn im westlichen Teil des Kreuther Reviers, wo der Erzkalk unmittelbar an die Dobratschstörung herantritt, mehrere starke Fiederklüfte entstanden. Es sind dies der Maxer Widersinnige, die Ramserkluft und als östlichste die Wolfgangkluft. Dort, wo die Spitze des abgeschnittenen Grabenbruches liegt (südlich des Antonischachtes in Kreuth), beginnen im Erzkalkhorst die Nordostsprünge vorzuherrschen, die immer stärker werden, je weiter man nach Osten kommt. An ihnen ist die jeweils östlich gelegene Scholle immer etwas nach Nordost verschoben. Die wichtigsten Nordostklüfte sind in Kreuth der Dreierschachtelverwurf, die Rauterriesenkluft, die Mauerschachtelstörung und die Südschlagverwerfer, während in Bleiberg die Himmelfahrtkluft, der Rudolf-Vierer und noch weiter östlich der Markus-Vierer besonders hervorstechen. Das noch weiter im Osten liegende Revier Stefanie und die Grube Franz-Josef weisen dieselben Merkmale auf, können aber hinsichtlich der Bergschläge außer Betracht bleiben (Abb. 2).

Es ist nun sehr auffällig, daß sich die Bergschläge nicht gleichmäßig über das ganze Bergbaugesamt verteilen. Die westlichen Gruben Max und Ramser sind bergschlagfrei, desgleichen die östlichste Grube Franz-Josef. In den Revieren Kastl, Friedrich und Stefanie sind sie selten. Es bleiben also nur zwei Gebiete übrig, das ist die Grube Antoni in Kreuth und Rudolf in Bleiberg. Auf erstere entfallen 671 oder 68% aller Bergschläge und auf Rudolf 277 oder 28%. Der Rest von 35 oder 4% verteilt sich auf das ganze übrige Gebiet. Diese sonderbare Verteilung muß einen Grund haben und den finden wir, wenn wir uns fragen, wo die Spannungsauslösungen (in Bleiberg nennt man sie auch Detonationen) innerhalb der einzelnen Reviere besonders häufig auftreten. Da ergibt sich dann, daß sie die Nähe der großen Störungen bevorzugen und häufig an den Klüften selbst zur Auslösung kommen. In der Übersicht fällt nun auf, daß nicht so sehr die ausgeprägten und reichvererzten Nordwest-Fiederspaltensysteme die Sammelpunkte der Gebirgsschläge sind, sondern die sekundären Nordostklüftensysteme, ja in Bleiberg sogar ausschließlich diese. So entfallen in Kreuth auf sämtliche Nordwestklüftensysteme 71 Detonationen = 14,3%, auf das Gebiet mit überwiegend Nordostklüften, das ist das Antoni-Ostrevier, aber 410 oder 83,2%, der kleine Rest von 3,5% liegt abseits. Hierbei sind die 185 Bergschläge, deren Ausgangspunkt unbekannt ist, nicht mitgezählt.

In Bleiberg kamen 278 Spannungsauslösungen in der Grube Rudolf und 8 im Revier Stefanie vor. Von den 278 kennt man bei 50 den Detonationsherd nicht, von den bekannten aber liegen 208 = 91,2% im Blattgangsystem, das unmittelbar westlich des Rudolfschachter Vierers zu finden ist und in den Maschingängen, die östlich anschließen.

Diese Verteilung gibt einen wichtigen Fingerzeig. Damit ein Bergschlag entstehen kann, muß die Druckfestigkeit des Gesteins überschritten werden, die beim Wettersteinkalk zwischen 1200 bis 1800 kg liegt. Der reine Überlagerungsdruck beträgt aber in der Zone der größten Bergschlaghäufigkeit noch nicht einmal ein Zehntel der Bruchspannung. Es müssen daher noch andere, spannungssteigernde Ursachen vorliegen. Eine solche ist in jedem Falle die Kämpferspannung oder der Widerlagerdruck des durch bergmännische Eingriffe geschaffenen Hohlraumes. Aber auch diese ist in der Regel viel zu klein, denn sie beträgt je nach der Größe des Hohlraumes etwa das Zwei- bis Dreifache des Überlagerungsdruckes. Außerdem ist es merkwürdig, daß Spannungsauslösungen nicht in großen Verhauen, sondern recht häufig bei den Streckenvortrieben, also in ganz kleinem Profil, vorkommen. Man muß deshalb annehmen, daß im Vorhandensein der Klüfte selbst der Grund

zur Spannungssteigerung liegt. Eine Kluft in Ruhe kann diese Spannungssteigerung aber nicht hervorrufen, sondern erst eine Bewegungstendenz längs des Sprunges. In diesem Augenblick treten infolge der Reibung große Scher- und Biegungsspannungen auf, die zusammen mit den anderen Kräften sehr wohl eine Überschreitung der Druckfestigkeit verursachen können.

Für die Annahme einer solchen Bewegung spricht auch die Erscheinung, daß eine zeitliche Häufung von Gebirgsschlägen festgestellt werden kann, die von Zeiten fast völliger Ruhe abgelöst wird.

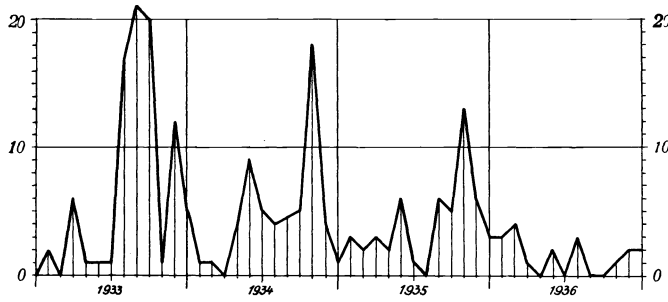


Abb. 3. Bergschlagentätigkeit. Bleiberg-Rudolfschacht 1933—1936

Abb. 3 zeigt die monatliche Häufigkeit der Spannungsauslösungen im Rudolfschacht-Gebiet während der Jahre 1933—1936. Daraus geht mit großer Deutlichkeit das mehrmalige Anschwellen und Absinken der Bergschlagentätigkeit in Perioden von 9 bis 11 Monaten hervor. Naturgemäß hat auch die Stärke der Abbaubelegung einen gewissen Einfluß auf die Zahl der Detonationen, doch kann das

Bild über die periodische Aufeinanderfolge dadurch nicht verwischt werden.

Für diese Schwankungen hat Dr.-Ing. Holler eine einleuchtende Erklärung gegeben.<sup>3)</sup> Faßt man den abgeschnittenen Grabenkeil vor der Antoni-Ost-Scholle ins Auge, so ergeben sich folgende Verhältnisse: Abb. 4. Durch das Vorbeibewegen der südlichen Dobratschscholle nach Nordwest wird auf den Grabenkeil ein sehr starker Druck ausgeübt. Es kommt zum Aufreißen einer Fiederspalte, in unserem Falle der Wolfgangkluft.

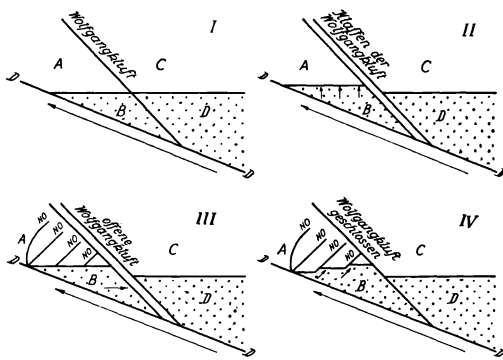


Abb. 4. Wolfgangkluftsystem

Die Preßscholle B hat nun den Zusammenhang mit dem Grabenkeil verloren und wird durch Reibung mitgenommen. Dadurch tritt ein Klaffen der Wolfgangkluft ein, wobei sich der Süddruck auf die Wettersteinkalkscholle A steigert. Schließlich wird er so groß, daß das Dreieck B infolge der Keilwirkung nach Osten zurückzugleiten beginnt, wobei in der Scholle A Nordostklüfte als Fiederspalten aufreißen. Infolge des andauernden Druckes wird sich die offene Zerrspalte der Wolfgangkluft schließen, wobei die einzelnen Teile der Scholle A längs der Nordostklüfte ausweichen, bis sie an der Wolfgangkluft Widerstand finden. Das

Auftreten des Maximums der Bergschläge ist in den Zeitpunkt zu verlegen, in dem die Anpressung an die Scholle A den Höchstwert erreicht und das Rückgleiten der Scholle B, verbunden mit dem Aufreißen der Nordostspalten, beginnt. Der folgende Abschnitt der Entspannung längs g—g und damit auch längs der Nordostklüfte entspricht der Zeit der Ruhe. Nach vollständigem Schließen der Wolfgangkluft beginnt der beschriebene Bewegungsablauf von neuem.

Nach dem Vorschlag Prof. Petraschecks habe ich auch versucht, eine solche Verschiebung unmittelbar zu messen. An der Mauerschachtstörung, an der durch längere Zeit lebhaftere Bergschlagentätigkeit herrschte, wurden im Jahre 1931 vier Marken ange-

<sup>3)</sup> H. Holler: Die Tektonik der Bleiberg Lagerstätte. VII. Sonderheft der „Carinthia“, Klagenfurt 1936.

bracht und 1936 nachgemessen. Trotzdem in diesem Zeitabschnitt fast vollständige Ruhe war, konnte einwandfrei eine Nordostverschiebung um 4,1 mm nachgewiesen werden.<sup>4)</sup>

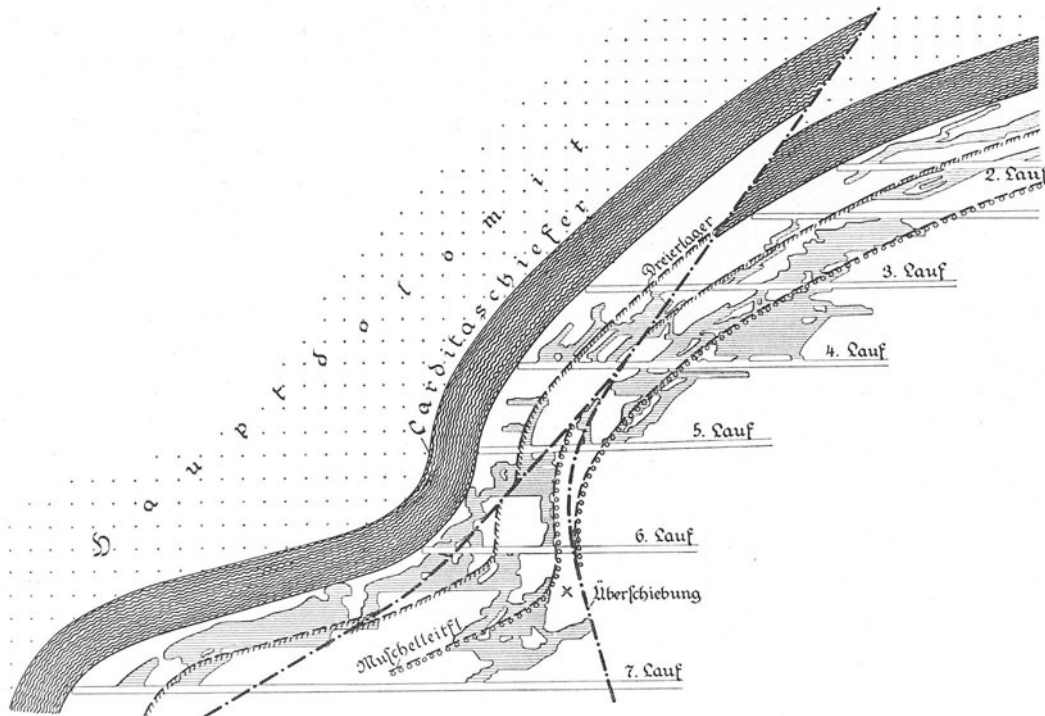


Abb. 5. Blattgänge bei Rudolfschacht (× Mittelpunkt des Bergschlagegebietes)

Wenn wir noch einen Blick auf das Rudolf-Revier werfen, so können wir auch dort feststellen, daß die größte Anzahl von Bergschlägen im Blattganggebiet an einer Stelle erhöhter tektonischer Beanspruchung auftritt. Der Rudolf-Vierer verwirft die Ostscholle um etwa 210 m nach Nordost. Die Westscholle wird dabei nach unten eingelappt. Die flachen Schichten der oberen Horizonte gehen, wie dies Abb. 5 zeigt, infolge der Stauchung in steile Lagerung über und gerade an der Biegestelle, die außerdem auch noch von einer streichenden Überschiebung durchrissen wird, tritt das Maximum der Bergschläge auf.

Auch in Kreuth sind hinsichtlich der Tiefenlage die tektonischen Verhältnisse für die Häufung in einer gewissen Zone maßgebend. Dort, wo der steil nach Süden einfallende Wettersteinkalk an den Bruch herantritt und die Hauptdruckübertragung erfolgt, ist in Kreuth das Zentrum der Spannungsauslösungen.

Zur Vermeidung der durch die Bergschläge entstehenden Gefahren kann der Bergmann nicht einfach den bedrohten Stellen ausweichen, wenn er nicht das Erz verloren

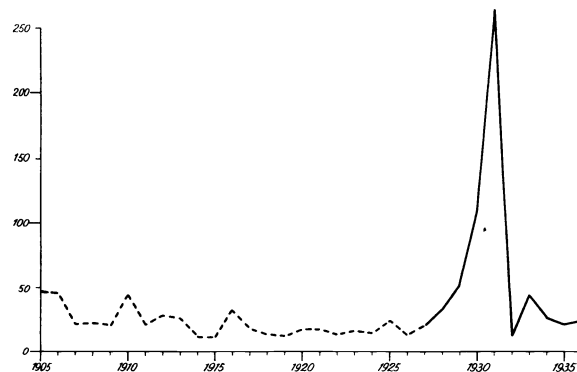


Abb. 6. Bergschlaghäufigkeit bezogen auf gleiche Abbauleistung 50.000 t je Jahr  
--- überwiegend Handbetrieb, — Maschinenbetrieb

<sup>4)</sup> E. Tschernig: Messung einer tektonischen Bewegung in Bleiberg. Carinthia II, 127. Jahrg. Klagenfurt 1937.



geben will. Die Schutzmaßnahmen laufen darauf hinaus, die zusätzlichen Gesteinspannungen nicht zu groß werden zu lassen, soweit dies durch bergbauliche Maßnahmen beeinflussbar erscheint. Dazu gehört Abbau mit Versatz, um die offenen Räume klein zu halten, und die Verwendung kurzer, schwach geladener Schüsse von 0,5 bis 0,7 m Tiefe, die nur im Entspannungsmantel, der sogenannten Trompeterschen Zone, wirken. Von welchem Einfluß dies ist, zeigt Abb. 6. Es ist darin für Kreuth von Jahr zu Jahr die Zahl der Spannungsauslösungen, bezogen auf gleichbleibende Hauwerksmengen, aufgetragen. Mit dem Augenblick, wo der Maschinenbetrieb mit tiefen, schweren Schüssen eingeführt wurde, stieg ihre Zahl bedrohlich an. Der Übergang auf maschinell gebohrte, dabei aber kurze und schwach geladene Schüsse stellte sogleich wieder den ursprünglichen Zustand her. Es sei nebenbei bemerkt, daß durch dieses Schießverfahren, das den natürlichen Gebirgsdruck zur Hilfe heranzieht, sehr erhebliche Sprengstoffmengen erspart werden können. Beim Streckenvortrieb ist der Verbrauch z. B. von 9 auf 4,2 kg gesunken, was für den Betrieb in Bleiberg eine jährliche Minderausgabe von rund 100.000 Schilling bedeutet.

Das Studium der Bewegungserscheinungen steht noch am Anfang. Nachdem aber einmal die Aufmerksamkeit darauf gelenkt worden ist, steht zu erwarten, daß uns die Zukunft nicht nur eine Fülle von Beobachtungen, sondern auch von praktischen Erkenntnissen bringen wird.

Gruppe:

## **Alpen- und Karpathenvorland als Erdölgebiete und Erdölfragen**

### **Bohrungen im Vorlande des Ölgebietes von Rumänien**

Von Dr.-Ing. **J. Basgan**, Bukarest

Die rumänische Ölproduktion hat sich in den letzten 8 Jahren verdoppelt und ist auf 8,500.000 t das Jahr angewachsen, wodurch Rumänien an vierte Stelle der ölführenden Staaten gerückt ist, nach Nordamerika, Rußland und Venezuela.

Die Erhaltung dieser hohen Förderungsziffern verlangt stetige Suche nach neuen Ölfeldern durch Schürfbohrungen von großen Tiefen von 2000 bis 3500 m. Der letztjährige Fortschritt der Bohr- und Abbautechnik bietet eine raschere Ausnützung der alten Felder, deren Ergiebigkeit daher rasch abnimmt.

Rumänien hat sehr viele Aussichten auf neue Ölfelder. Im Siebenbürgenbecken, unterhalb der Gasschichten, hofft man in tieferen Horizonten Öl zu finden. Als ölhöflich muß man auch den Marmaroscher Bezirk im Norden des Landes rechnen, ebenso die Karpathenvorlande in der Moldau, in Verlängerung der Vorkommen bei Moineşti nach Norden, die sich über die Bukowina den polnischen Ölvorkommen anschließen. Eine Bohrung in Petricia in der Nähe von Piatra Neamt wurde von der Gesellschaft Concordia ausgeführt, hatte aber nicht das gewünschte Resultat. Ferner in den meridionalen Karpathen der Walachei, westlich des Altflusses. Weiters ist noch die Möglichkeit der Ölführung in der Umgebung der heute im Abbau begriffenen Ölfelder gegeben.

Ölführende Schichten sind in der Flyschzone anzutreffen, hauptsächlich im Neozän. In der Randzone des Flysches sind Eozän und Oligozän Ölträger, während im Neozän Meot und Daz die reichen Ölschichten Rumäniens im Süden der mittleren Karpathen führen. Die Verlängerung nach Süden bilden die Vorlande, die sich im sanften Gefälle bis zur Donau erstrecken. Die Antiklinen der älteren Ölgruben sind schon oft genannt worden und bekannt.

Es sind dies teils Typ Moreni (siehe Profil Moreni-Gura Ocniței von Dr.-Ing. Basgan und Ing. Cardaș, 1926, S. 23 aus Regiunea Petroliferă Moreni-Gura Ocniței), teils Typ Boldești (von Ștefănescu, S. 68, le Gisments de Petrole de Roumanie de Prof. G. Macovei et D. Ștefănescu).

In den letzten Jahren wurden zwei neue Gegenden in Angriff genommen, und zwar Bușani und Mărgineni-Olari. Bușani ist heute im vollen Abbau begriffen, während Mărgineni-Olari noch im Schürfbau begriffen ist. Hier hat man Ölschichten mit farblosem klarem Öl, ganz ohne schwere Bestandteile oder Rückstände gefunden. Beide Felder sind südlich der alten Ölfelder Moreni-Gura Ocniței gelegen, und zwar 6 bis 10 km.

#### **Das Ölgebiet bei Bușani**

Die Antikline Bușani hat die Form einer Durchspießungsfalte und obertags Levantin, diesen folgen Daz, Pont und Meot, in welchen sich die reichen Ölfelder befinden, die heute in Abbau begriffen sind. Der Kern der Durchspießungsfalte ist aus Mediterran gebildet, und zwar aus Helvetian und Salz. Die Sonden 1 I. R. D. P., 2 Concordia, 236 Colombia und 36 und 100 Astra Română, sind nach Durchteufung des Meot auf massiges Salz gestoßen (siehe D. Ștefănescu, „Die Öllager Bușani“, Vortrag am

Pariser Kongreß 1937). Im Meot finden wir drei ölführende Sandschichten, und zwar bei 30, 60 und 140 m, abgebaut wird letztere.

Dieses Feld hat seit seiner Erschließung (erste fündige Sonde 20. September 1934) bis 1. Juni 1937 2,775.800 t Öl und 916,847.950 cbm Gas ergeben. Nach Berechnung des Herrn D. Stănescu ist die Ölproduktion pro Hektar bis heute 10.000 t. Der Schichtdruck ist von anfangs 180 at auf 40 at gefallen, während das Öl-Gas-Verhältnis von 200 cbm pro Tonne auf 1000 cbm pro Tonne stieg.

Das Öl von Bucşani ist paraffinöser Basis, mit einer Dichte, die zwischen 0,806 und 0,850 bei 15° C schwankt. Eine Destillierung gibt folgende Ziffern:

17% Leichtbenzin	12% Heizöl
3% Schwerbenzin	45% Ölteer
23% Petroleum	

### Das Ölgebiet bei Mărgineni-Olari

Diese Antikline wurde erst durch Sonden, die im Jahre 1936 und 1937 gebohrt wurden, bekannt.

Die Pliozänschichten sind auch hier in normaler Folge. Die Achse, die neben der Sonde I Redeventza streicht, hat die gewöhnliche Richtung Ost-West mit einer leichten Abbiegung nach Nordost-Südwest und vertieft sich gegen Westen. Levantin, Daz und Meot zeigen sich in ihrer gewöhnlichen Beschaffenheit, ihre Stärken kann man aus der elektrischen Carottage ersehen. Z. B. Sonde Nr. 4, Redeventza, hat als Grenzen Daz/Pont 1132 m, Pont/Meot 1694 m. Die Sonde 502, Romano Americana, Daz/Pont 1174 m, Pont/Meot 1788. Die Sonde 501, Romano Americana, Pont/Meot 1325 m, die erste Schicht Meot 1753 bis 1773 m, die zweite Schicht 1790 bis 1802 m und die dritte Meot-b-Schicht bei 1902 bis 1918 m.

Spezifisch ist diesem Gebiet, daß die einzelnen Ölschichten mit Ölen getränkt sind, die untereinander sowohl in ihrer Natur als auch ihrer Qualität sehr verschieden sind. Bis heute wurden hier 14 Sonden abgestoßen, von denen 6 wasserklares Öl von einer Dichte von 0,680 bis 0,696 bei 15° C haben und welche bis jetzt über 20.000 t ergeben haben, bei einer Produktion von 15 bis 20 t täglich. Obgenannte Sonden produzieren aus der Schicht IIIa, während 2 Sonden im Osten des Feldes aus der Schicht IIIb produzieren, welche sich unterhalb der Schicht IIIa mit 40 m befindet und ein normales schwarzes Öl mit einer Dichte von 0,815 bei 15° C aufweist, mit einer Tagesleistung von 20 bis 50 t pro Sonde.

Die Schicht IIIa hat bis zum 15. Juli 1937 ergeben:

Sonde Nr. 7 Creditul Minier . . . . .	1.530 t	Sonde Nr. 4 Redeventza . . . . .	1.514 t
„ „ 1 Redeventza . . . . .	10.894 „	„ „ 3 Astra Română . . . . .	473 „
„ „ 2 „ . . . . .	3.985 „	„ „ 5 „ „ . . . . .	527 „

Die Schicht IIIb ergab bis zum 15. Juli 1937:

Sonde Nr. 501 Romano Americana . . . . .	11.904 t
„ „ 502 „ „ . . . . .	3.801 „

Die Schicht IIIa, Meot, zeigt einen natürlichen Druck von 160 bis 180 at bei einer Temperatur von 70 bis 76° C, während das Öl-Gas-Verhältnis um die Ziffern von 4000 cbm/t bis 6000 cbm/t schwankt und das Öl eine Dichte von 0,690 aufweist, obwohl die Sonden nur mit Düsen von 8 bis 10 mm Durchmesser arbeiten, ist das Gas-Ölverhältnis doch so hoch, daß ein rascheres Abnehmen des Schichtdruckes erkenntlich ist als bei Sonden mit einem Gas-Öl-Verhältnis von 100 bis 500 cbm/t.

Derzeit ist noch die Abbaumethode dieser Schicht im Studium, um für dieses hochwertige Öl und seine große räumliche Ausdehnung die richtigste Abbaumethode zu finden.

Die Analysen des Öles aus der IIIa-Schicht schwanken von Sonde zu Sonde.

Als Beispiel: Die Analyse des Öles aus Sonde Nr. 4, Redeventza, von einer Dichte von 0,696 bei 15° C ergab:

77,98%	Leichtbenzin	2,60%	Heizöl
4,15%	Schwerbenzin	8,62%	Verluste
6,65%	Petroleum		

Die Analyse des Öles aus Sonde Nr. 3, Astra Română, von einer Dichte von 0,687 bei 15° C ergab:

70,09%	Benzin	18,60%	Petroleum	11,31%	Verluste
--------	--------	--------	-----------	--------	----------

Die Schicht IIIb, Meot, hat einen natürlichen Schichtdruck von 130 at bei einer Temperatur von 72° C. Sie ergibt ein normales Öl von einer Dichte von 0,185 bei 15° C und hat ein Gas-Öl-Verhältnis von 100 bis 130 cbm pro Tonne Öl.

Der Schichtdruck verkleinert sich bei Gebrauch einer Düse 15 bis 20 mm sehr fühlbar, fast auf die Hälfte, was auf eine geringe Porosität der Schicht hinweist.

Die ersten Sonden sind längs der Achse abgestoßen, und nur in letzter Zeit hat man sich mit den Sonden von der Achse entfernt, um auch die Breite des Feldes zu erforschen. Das Feld Mărgineni ist noch nicht genügend bekannt, es ist die Möglichkeit einer Verbreiterung wie auch einer Verlängerung des Feldes gegeben. Bis heute ist noch nicht bekannt, ob sich die Schichten IIIa, Meot, und IIIb, Meot, überdecken oder ob sie durch einen Verwerfer getrennt sind. Die Ergiebigkeit der hier entdeckten Schichten reicht bei weitem nicht an die Schichten von Bucşani oder Moreni heran.

Bis heute ist noch nicht für dieses Feld die Hoffnung zu verlieren, im Gegenteil, es zeigt neue Möglichkeiten für die Felder heute in Erschürfung.

Das Vorland der ölführenden Gegenden wurde vom Rumänischen Geologischen Institut gravimetrisch untersucht, und es wurden südlich der Linie Ploeşti—Târgovişte mehrere Antiklinalfalten festgestellt. Diese Arbeiten wurden von Ölgesellschaften durch geophysische Untersuchungen vervollständigt. Auf Grund dieser Untersuchungen wurden einige Sonden auf vorgeschobenen Falten des Vorlandes gebohrt. So bei Brazi, Vladeni Măneşti usw.

Bei Brazi teufte die Gesellschaft Steaua Romana die Sonde Nr. 1 ab, welche bei 880 m nach Levantin in Pont stieß und bei weiterer Abteufung Pont und Meot durchbohrte, und zwar waren die Grenzen Levantin/Daz 880 m, Daz/Pont 1710 m, Pont/Meot 2129 m. Man bohrte noch 295 m im Meot, ohne jedoch dasselbe zu durchstoßen. Die Schichten hatten ein sehr schwaches Einfallen, nur 7 bis 8°, ein Schöpfversuch blieb erfolglos.

Ungefähr 15 bis 20 km westlich bei Măneşti wurde Sonde Nr. 1 Steaua Romana abgebohrt mit folgendem Ergebnis: Daz/Pont bei 1382 m, Pont/Meot bei 1827 m. Man fand die charakteristischen Schichten I zwischen 1850 und 1871 m, II 1934 bis 1979 m. Die Teufe der Sonde ist 2061 m. Beim Schöpfversuch fand man Gas unter Druck, jedoch kein Öl.

Bei Măneşti teufte die Gesellschaft Unirea eine Sonde ab, die Daz/Pont bei 1407 m antraf, Pont/Meot 1880 bis 1900 m und bei 2055 m Salz antraf. Die durchteuften Schichten des Meot ergaben bei einer Probe den Druck von 170 at. 10 km westlich von Măneşti bohrt die Gesellschaft Romano Americana eine Sonde, „Vlădeni Nr. 1“, die Daz/Pont bei 1328 m und Pont/Meot bei zirka 1800 m antraf, die Sonde ist noch im Bohren.

Südwestlich von Târgovişte bohrt die Gesellschaft Astra Română Sonde Nr. 1 bei Suşa Seaca und fand die normale pliozäne Schichtenfolge mit Levantin/Daz 530 m, Daz/Pont 1110 m und Pont/Meot 1580 m. Die Schichtproben dieser Sonde zeigten Öl an, doch ergab der Schöpfversuch Salzwasser.

Nordöstlich von Ploeşti unternahm die Gesellschaft Creditul Minier bei Valea Calagureasca und Chiţorani Schürfb Bohrungen, die bis zu einer Tiefe von 3335 m führten, doch nicht den gewünschten Erfolg hatten.

Aus dem vorhin Angeführten läßt sich entnehmen, daß die Durchspießungsfalten sich auch südlich der Linie Ploeşti—Tărgovişte fortsetzen.

In Rumänien werden in dieser Zone viel Versuchsbohrungen unternommen, und obwohl bis jetzt keine abbauwürdige Vorkommen entdeckt worden sind, hat man doch gefunden, daß sowohl die petrographische wie die tektonische Struktur sehr den bekannten Ölfeldern ähnelt. Wir haben daher die berechtigte Hoffnung, in nächster Zukunft die einzelnen Antiklinen festzustellen und neue Erdöllager zu erschließen.

Die Versuchsbohrungen im Ölfelde von Mărgineni, auf einer Oberfläche von 3 bis 5 qkm, ergab die Erschließung einer paraffinöses ölführenden Schicht, bei der man annimmt, daß eine unterirdische Destillation stattgefunden hat, die auf starke tektonische Bewegungen am Fuße der Pliozänschichten schließen läßt. Dasselbe zeigt auch das Salz der Sonde Nr. 1, Unirea aus Măneşti, an. Die erhöhte Temperatur, wie auch der Druck, durch die Verwerfungen hervorgerufen, erlaubten eine Destillation, gebunden mit Migration des Öles in die benzinführenden Schichten von Mărgineni oder vielleicht nur eine Filtrierung des Öles durch mehrere feinkörnige Schichten mit Letteneinschlag, die wohl die leichten Bestandteile durchließen, aber die schweren Öle zurückhielten.

In einer so stark verworfenen Gegend wie dieser ist es selbstverständlich, daß das Öl längs Sprüngen in weniger dichte Schichten gewandert ist und sich in den Domen angesammelt hat, die wir unter der Pliozänterrasse suchen müssen und die im Vorlande nichts von den Verwerfungen im Untergrunde erkennen läßt.

Bevor ich meinen sehr kurzen Bericht über die Versuchsbohrungen im Karpathenlande schließe, will ich noch einige Worte über die Bohrtechnik in Rumänien hinzufügen.

Die Bohrungen werden ausschließlich nur mit Rotarysystem gebohrt, mit modernsten Bohrkränen rumänischer, deutscher oder amerikanischer Bauart, welche die Erreichung einer Tiefe von 3500 m gestatten.

Für gewöhnlich wird die erste Verrohrung bei 100 bis 200 m vorgenommen, um teils die oberen Terrassenschotter zu stützen, aber hauptsächlich um die Grundwasserschichten abzusperren. Durch Dickspülung wird das Bohrloch standfest gehalten und unverrohrt bis zur Ölschicht gebohrt. Nach Einführung der Verrohrung wird der äußere Zwischenraum bis am Tage mit Zement ausgefüllt, der alle Formationen schließt, und hierdurch wird die Ölschicht direkt mit Obertag in Verbindung gesetzt. In der Schicht selbst wird entweder die Verrohrung direkt eingeführt, die aber dann gelöchert ist, oder wird auf Schichtstärke ein anderes gelöchertes Rohr, Linner genannt, eingebaut.

Hierdurch hat sich gegenüber früher das Bohren sehr vereinfacht und durch Weglassen mehrerer Bohrungsdurchmesser auch die Kosten pro Bohrmeter sehr verbilligt.

## **Die neuesten Resultate der Petroleumschürfungen in Ungarn**

Von **K. Roth v. Telegd**, Budapest

Mit 3 Textabbildungen

Die systematischen staatlichen Schürfungen auf Petroleum und Erdgas begannen in Ungarn schon vor etwa 30 Jahren und erzielten in den Vorkriegszeiten und während des Weltkrieges schöne Erfolge. Das Erschließen der Erdgasfelder in Siebenbürgen, die Entdeckung des Ölfeldes von Egbeil und das Erbohren des Erdgases und des Petroleums bei Bujavica in Kroatien krönten die einzelnen Etappen dieser Schurftätigkeit. Der ungarische Staat, als Besitzer des Monopolrechtes auf Schürfen und Ausbeuten von Erdgas und Petroleum im Lande, führte seine Schurftätigkeit nach Beendigung des Weltkrieges unter den ihm zuteil gewordenen beschränkten territorialen Bedingungen ebenfalls fort.

Die Tiefbohrungen an der Großen ungarischen Ebene (bei Hajduszoboszló, Debrecen, Karcag) wurden zwar nicht mit dem erwarteten Erfolg begleitet, da sie Erdöl nicht fanden, erschlossen aber doch aus der jungtertiären Formation bedeutende Mengen eines alkalischen Salzwassers von hoher Temperatur und Methan in der Menge von einigen tausend Kubikmetern pro Tag in den einzelnen Bohrungen.

In den letzten Jahren wurde die geologische Untersuchung in das nordwestliche Randgebiet der Ungarischen Ebene versetzt, wo alttertiäre Bildungen einen größeren Raum einnehmen, wo in der Nähe der Ortschaft Recsk, im N des Mátragebirges, die Spuren von Erdöl schon lange bekannt waren und in den Achtzigerjahren des vorigen Jahrhunderts im Miklóstale (s. Karte Abb. 1) sogar mit einem Schurfschacht — ohne nennenswertem Erfolg — untersucht wurden.

Die Schurf- und Ausbeutungsrechte auf diejenigen Gebiete Ungarns, welche jenseits (also südlich und westlich) der Donau liegen, wurden vor einigen Jahren einer amerikanischen Unternehmung, der „European Gas and Electric Co.“ überlassen. Diese Gesellschaft leitete zuerst ausgedehnte geologische und besonders geophysikalische Untersuchungen im Gebiete ein und begann dann an den festgestellten Strukturen ihre Bohrtätigkeit. Die Bohrung bei Szentadorján (Lispe) im SW des Landes, nahe an der jugoslawischen Grenze, westlich von der Stadt Nagykanizsa, erschloß im Februar d. J. in der unterpontischen Formation, in der Tiefe von 1066 bis 1085 m einen gasführenden Horizont, dessen Produktionsfähigkeit mit 300.000 bis 400.000 cbm pro Tag angegeben wird. Das Erdgas bringt auch leichte Ölfraktionen mit sich. Eine zweite Bohrung an derselben Struktur von Szentadorján ist im Abteufen und verspricht noch bessere Resultate.

Die staatlichen Schürfungen bewegen sich heute im Gebiete, welches nordwestlich vom Bükkgebirge und nördlich vom Mátragebirge liegt, der Mittelpunkt ist die kleine Ortschaft Bükkszék. Eine ausführliche geologische Beschreibung und Karte dieses Gebietes wurde zuerst von E. Noszky<sup>1)</sup> gegeben. Die geologischen Detailneuaufnahmen wurden hier durch die Staatliche Geologische Anstalt unter Leitung des Direktors v. Lóczy jun.<sup>2)</sup>, durch die beiden Geologen Z. Schréter<sup>3)</sup> und P. Rozlozsnik<sup>4)</sup> durchgeführt. Die Bohrtätigkeit wird von der Bergbausektion des Industrieministeriums dirigiert.

Es waren zwei Momente, welche die Aufmerksamkeit neuerlich wieder auf das Gebiet Recsk-Bükkszék lenkten. Im Körper des Lahocaberges bei Recsk (s. Abb. 1), welcher aus erzführendem Biotitamphibolandesittuff besteht und in der Mitte einer großen Aufwölbung, als tiefste Serie des hiesigen Oligozäns, an der Oberfläche erscheint, befinden sich die Strecken einer staatlichen Erzgrube. Es war schon lange bekannt, daß die verkieselten Partien des Gesteins in dieser Grube in ihren Hohlräumen eingetrocknete Öltropfen enthalten. Im vorigen Jahre ist hier aber eine Partie angefahren worden, wo aus Spalten des Gesteins ein schweres Öl ständig herausfließt in solcher Menge, daß anfangs 20 kg pro Tag gesammelt werden konnten. Dazu kam dann eine Bohrung auf Braunkohle östlich Bükkszék, welche aus dem Oligozän in der Tiefe von 161 m eine Methangaseruption erschloß. Es ist ein großes Verdienst v. Lóczys, daß er die Bedeutung dieser beiden Momente erfaßte und die Ausführung einer geologischen Detailaufnahme hier einzuleiten wußte.

Es wurden dann zwei Schurfbohrungen ausgesteckt, welche die hiesigen strati-

<sup>1)</sup> E. Noszky: A Mátrahegység geomorfológiai viszonyai (ungarisch). Mitt. d. Komm. f. Heimatkunde d. Wiss. Ges. in Debrecen, Bd. III. 1926 bis 1927.

<sup>2)</sup> L. v. Lóczy: A bükkszéki ásványolajfeltárás etc. (ungarisch mit englischem Auszug). Ásványolaj, Bd. VII, S. 85. Budapest. 1937.

<sup>3)</sup> Z. Schréter: Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Bükkszék und Pétervására. 1937 (Manuskript).

<sup>4)</sup> P. Rozlozsnik: Bericht über die im Sommer 1934 in der Umgebung von Parád, Recsk und Mátraballa durchgeführten montangeologischen Aufnahmen (Manuskript).

graphischen Reihenfolge aufklären sollten: die eine am Lahocaberge bei Recsk und die andere knapp an der Ortschaft Bükkszék.

Die Bohrung Lahoca begann im unmittelbaren Liegend des hiesigen — nur in Form von Denudationsrelikten und von einigen Ausbissen im Liegend des mitteloligozänen „Kleinzeller Tones“ erscheinenden — fossilführenden Unteroligozäns (Grundbrekzie,

Nummulinen-Lithothamnien-Kalke und Glaukonitenmergel des Lattorfien), in der Serie der Biotitamphibolandesittuffe und erreichte in 540 m Tiefe eine verkieselte Serie, welche schon zum paläozoischen Grundgebirge gerechnet werden kann.

Die geologischen Detailaufnahmen von Schréter konstatierten bei Bükkszék das Vorhandensein einer antiktinalen Aufwölbung, in welcher als tiefstes stratigraphisches Glied der Umgebung der mitteloligozäne „Kleinzeller Ton“ (unteres Rupelien) erscheint in der Form, daß einem gut erhaltenen NW-Flügel ein durch Längsverwerfungen stark beschädigter SO-Flügel gegenübersteht (s. Karte, Abb. 1, welche nach den Originalaufnahmen von Schréter und Rozlozsnik zusammengestellt und nach der Karte von Noszky ergänzt wurde). Die Bohrung Bükkszék I konstatierte vulkanische Tuffeintragerungen im Rupelien, ähnlich denen, die

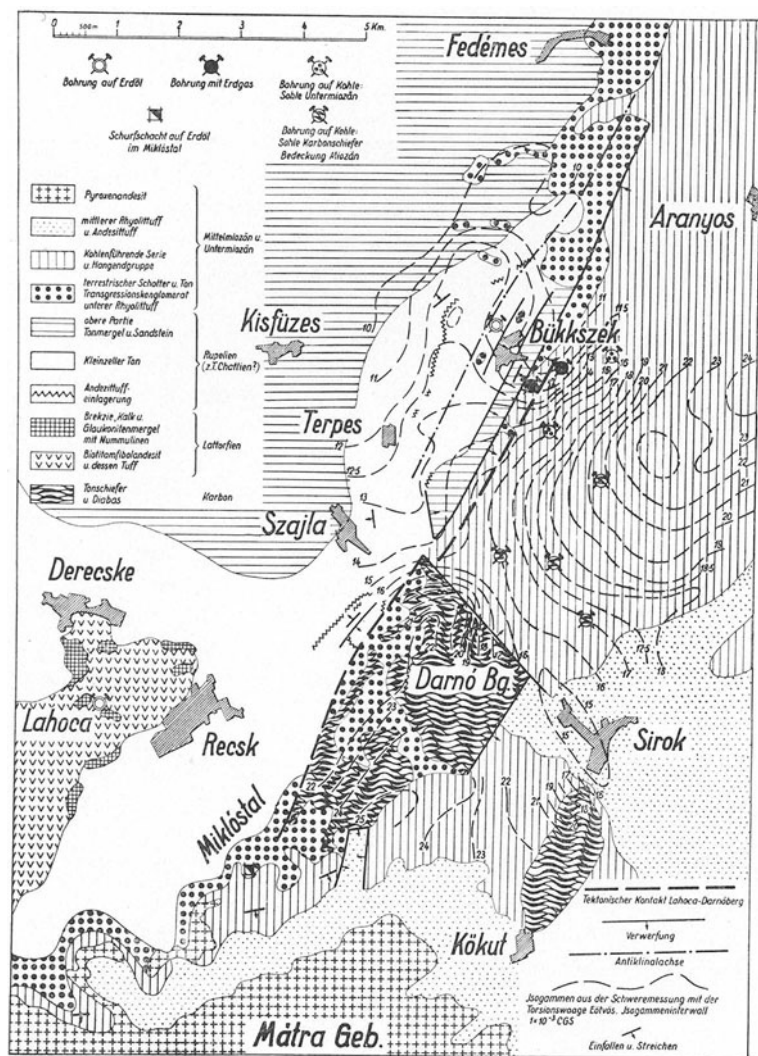


Abb. 1. Geologisch-tektonische und Isogammenkarte des Ölgebietes Bükkszék-Recsk

in Schrétters Karte im NW-Flügel der Antiklinale auch an der Oberfläche konstatiert werden konnten, die aber in der Tiefe ölführend sich herausstellten. Die Bohrung durchstieß mehrere schwache Ölhorizonte und erreichte in 456 m Tiefe die Lithothamnienkalke des Lattorfien und darunter eine zum großen Teil verkieselte Kalkserie, welche schon zum paläozoischen Grundgebirge gerechnet werden soll. Die Lithothamnienkalke hatten in dieser Bohrung eine Mächtigkeit von 47 m. Nach den Daten der geologischen Aufnahme konnte bei Bükkszék mit einer Bruchstruktur gerechnet werden, was die bis jetzt abgeteufte weiteren Bohrungen auch bestätigten. Dieselben erreichten ölführende Tuffhorizonte in ganz verschiedenen, zum Teil sehr

geringen (70 bis 80 m) Tiefen und konstatierten das vorgeschrittene Eindringen des kohlenensäurehaltigen Salzwassers in diese Partie. Trotzdem konnte schon hier eine bescheidene Ölproduktion eingerichtet werden, welche bis zum Schluß der ersten drei Monate insgesamt 50 Waggons erreichte. Das Öl der verschiedenen Sonden ist oft von sehr verschiedener Zusammensetzung.

Es sollen nun diejenigen geologischen Bedingungen — wie sie uns heute bekannt sind — ganz kurz erläutert werden, unter denen das Öl von Bükkszék-Recsk vorzukommen scheint.

Das tektonische Hauptmerkmal des Gebietes bedeutet zweifelsohne eine NO—SW verlaufende, markante tektonische Linie, welche die Antiklinale von Bükkszék gegen SO abschneidet und als Begrenzung des Darnóberges an seinem NW-Rande besonders ausgeprägt erscheint (s. Abb. 1). Diese Linie trennt — wie es später noch näher auseinandergesetzt wird — zwei völlig verschieden zusammengesetzte Einheiten voneinander. Die Wichtigkeit dieser tektonischen Linie (wir wollen sie „Darnólinie“ nennen) wurde zuerst durch Rozlozsnik erkannt, als er das Südende dieser Linie anlässlich der Detailaufnahme im Miklóstale bei Recsk studierte.<sup>5)</sup>

Ebenfalls Rozlozsnik machte zuerst darauf aufmerksam, daß die schon in der früheren Literatur hervorgehobene, zuerst von Limanovsky<sup>6)</sup> (S. 106) betonte Kulmination der Achse der NW-Karpathen (Linie Krakau-Losonc, mit den emporgehobenen Massiven der Hohen und der Niederen Tatra sowie des Vepor, s. Abb. 3) auch weiter im S, in unserem Gebiete, sogar in der Verteilung der Tertiärbildungen ausgeprägt erscheint. Diese Kulminationsstellung der Partie Lahoca-Darnóberg kann zur Zeit der burdigalischen Braunkohlenbildung deutlich erkannt werden. Der Raum der miozänen Sedimentbildung im allgemeinen überschritt zwar auch diese Kulminationsposition, die Bedingungen der Braunkohlenbildung, zu Beginn des Miozäns, endeten aber in einem Auskeilen der Flöze sowohl aus der Richtung NW wie NO gegen diese Kulmination (s. Abb. 2 nach Schréter<sup>7)</sup> etwas ergänzt).

Es ist ein großes Verdienst Schréters, daß er eine deutliche vorburdigalische Bewegungsphase („savisch“ im Sinne Stilles) und Denudation, sowie eine darauffolgende burdigalische Transgression über die Darnólinie fixieren konnte<sup>8)</sup>, was soviel bedeutet, daß zur Zeit des Untermiozäns (des Burdigalien) die verschiedenen tektonischen Einheiten beiderseits der Darnólinie schon in ihrer heutigen Verteilung sich befanden.

Betrachten wir nun diese Darnólinie etwas näher. Westlich von dieser Linie breitet sich ein ausgedehnter Komplex von Oligozänbildungen aus. Die oligozänen Bildungen können hier nach den vereinigten Bohrresultaten Lahoca und Bükkszék I (s. oben) mit der Mächtigkeit von rund etwa 1000 m veranschlagt werden. In den beiden Flügeln der Antiklinale von Bükkszék befindet sich nämlich noch eine Serie von mindestens einigen hundert Metern, die im Hangend der hier angebohrten rupelischen Serie liegt und zum großen Teil schon das Chattien repräsentiert. Diese mächtige paläogene Serie fehlt nun östlich der Darnólinie vollständig. Diese Tatsache hat schon Rozlozsnik hervorgehoben.

Der Darnóberg selbst, nebst der von ihm abgetrennten Partie südlich von der Ortschaft Sirok, repräsentiert an der Oberfläche das nach W am meisten vorgeschobene Ende des Bükkggebirges und besteht aus tektonisch sehr in Anspruch genommenen Radiolariten, Schiefnern, Kalken und Diabasen, die zum Paläozoikum gestellt werden. Diese Formation wird hier durch eine Serie terrestrischer Bildungen sowie des sog. „unteren Rhyolittuffs“ und eines marinen Transgressionskonglomerats, sämtlich Bildungen des unteren Miozäns (des Burdigalien), unmittelbar bedeckt. Das Darnó-Paläo-

<sup>5)</sup> S. Anm. 4.

<sup>6)</sup> K. Roth v. Telegd: Magyarország geológiája (ungarisch). Pécs. 1929.

<sup>7)</sup> Z. Schréter: Über das Erdbeben von Eger. Földtani Közlöny, Bd. LV, S. 272 und Karte. Budapest. 1926.

<sup>8)</sup> S. Anm. 3.



zoikum wird gegen NO durch eine Verwerfung abgeschnitten, darüber hinaus folgen mittelmiozäne (helvetische) Bildungen.

Weiter nördlich erscheint die Darnólinie nicht mehr so ausgeprägt wie am Darnóberge selbst. Der SO-Flügel der Antiklinale von Bükkszék wird durch nachmiozäne, der Darnólinie parallel verlaufende Verwerfungen nach SO mehrfach herabgesetzt, die vormiozäne Darnólinie selbst wird somit maskiert.

Es wurde im Gebiete eine Schweremessung mit der Torsionswaage Eötvös durchgeführt, und dieselbe konstatierte ein auffallendes Maximum im nachmiozän abgeworfenen

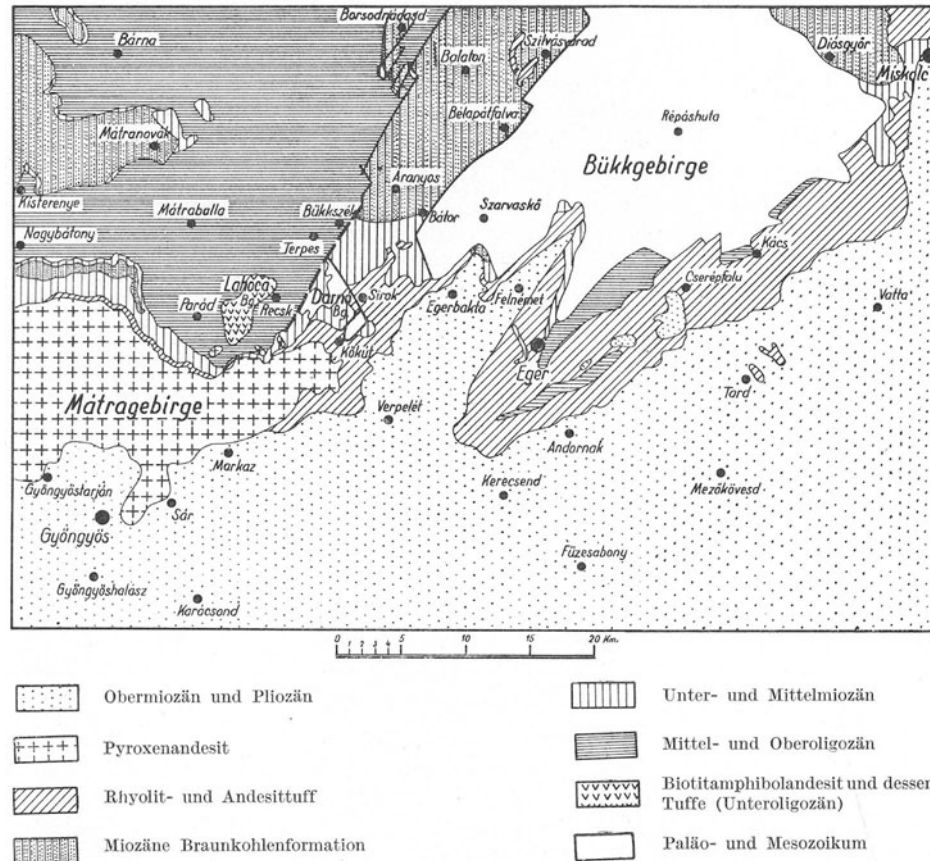


Abb. 2. Kartenskizze zur Illustration der Darnó-Linie am Nordwestrand des Bükkgebirges und der untermiozänen Kulmination Lahocza-Darnóberg

Gebiete südöstlich von Bükkszék (s. Abb. 1). Die scheinbar einander widersprechenden beiden Tatsachen: das Absinken des Miozäns längs Verwerfungen von Bükkszék gegen SO und das geophysikalische Maximum im abgesunkenen Gebiete konnten zum Glück durch Eruiere von Profilen der in früheren Zeiten auf Braunkohle im verworfenen Felde abgeteuften Bohrungen geklärt werden. Diese Kohlenbohrungen erreichten nämlich unter dem Miozän in 150 bis 200 m Tiefe unmittelbar unterlagertes Paläozoikum (s. Abb. 1), welches mit seinen Diabaslagern (die weiter östlich im Bükkgebirge bei Szarvaskő in großer Menge auftreten) das geophysikalische Maximum offenbar verursachte.

Nordöstlich vom Darnóberge breiten sich die miozänen Bildungen an einer ausge dehnten Fläche aus, welche im O an der Linie Bátor-Szilvásvár dem Grundgebirge des Bükk sich angrenzt. Hier findet man das Miozän dem Grundgebirge direkt aufgelagert, ohne daß hier irgendwelche Spuren des Oligozäns vorhanden wären (s. Abb. 2).

Es ist somit klar, daß die Darnólinie, die man bis jetzt nur etwas über Bükkszék hinaus genau verfolgen konnte, zwei völlig abweichende Einheiten voneinander trennt. An der einen Seite der Darnólinie breitet sich die etwa 1000 m mächtige oligozäne Serie Lahoca-Bükkszék aus, auf der anderen Seite aber der paläozoische Körper des Bükkgebirges mit einer seichten, unmittelbaren miozänen Auflagerung.

Wie es weiter oben schon betont wurde, stammt die Darnólinie aus der voruntermiozänen Zeit und wird durch das Burdigalien transgrediert (Schréter), wobei die Kulminationsstellung Lahoca-Darnóberg klar hervortritt (Rozlozsnik).

Das Oberflächenbild, welches wir in unserem Gebiete heute vor uns haben, stammt aus nachburdigalischen Zeiten. Nach einer allgemeinen Meeresbedeckung im Helvetien (die sog. Schlierfazies ist hier sehr verbreitet) folgte eine bedeutende Eruptivtätigkeit, der die ausgedehnten „mittleren Rhyolittuffe“ und Andesittuffe sowie später die Ausbrüche und Lavadecken des Pyroxenandesits — aus denen das Mátragebirge in seiner Hauptmasse besteht — ihre Entstehung verdanken.

Nachmiozän wurde dann die Schichtenreihe des Mátragebirges — im Zusammenhang mit dem sukzessiven Einbruch des Ungarischen Zwischengebirges — nach S schräggestellt. Die nordöstliche Fortsetzung des heutigen Darnóberges wurde abgeschnitten, und in der miozänen Bedeckung der Darnólinie entstanden die Längsverwerfungen von Bükkszék. Die alten Kulminationen Lahoca und Antiklinale von Bükkszék wurden neuerlich emporgehoben, zerstückelt und denudiert.

Aus dem Gesichtspunkte der Erdölvorkommen bei Bükkszék und Reck besitzt die Natur der vorburdigalischen Darnólinie, an die dieselben gebunden zu sein scheinen, eine besondere Wichtigkeit.

Die Darnólinie kann als eine einfache Verwerfung betrachtet werden, welche den Körper des Bükkgebirges vorburdigalisch so großartig emporhob und einer Denudation aussetzte, daß hier die mächtige paläogene Serie spurlos abgeräumt werden konnte. Die späteren tektonischen Ereignisse definieren sich aber in unserem Gebiete ganz klar mit direkt entgegengesetzten Bewegungstendenz. Anschließend an den NW-Rand des Darnóberges offenbart sich unverkennbar ein nachmiozänes Emporstauchen und Denudation, d. h. Befreien von der miozänen Bedeckung im W (Lahoca, Antiklinale von Bükkszék). Die beiden entgegengesetzten Bewegungen müßten in diesem Gedankengange als solche betrachtet werden, die an derselben Darnólinie sich gegenseitig ablösen (Rozlozsnik).

Die Darnólinie würde aber in einer ganz anderen Beleuchtung dastehen, wenn man den Westrand des Bükkgebirges fremd in seiner heutigen westlichen Umgebung, an der Darnólinie von SO her vorburdigalisch („savisch“) auf das Paläogen überschoben und denudiert betrachtet. Eine Fortsetzung der paläogenen Serie, die im N des Mátragebirges bis an die Darnólinie sich weit ausbreitet und dort plötzlich aufhört, findet man erst in demjenigen paläogenen Zuge, welcher die SO-Lehne des Bükkgebirges bedeckt (s. Abb. 2). In einer Bohrung hier, bei der Ortschaft Tard, wurde das Rupelien-Lattorfien in einer Mächtigkeit von fast 1000 m, ähnlich wie in den Bohrungen Lahoca-Bükkszék, konstatiert — allerdings sind hier die mächtigen Andesittuffserien des Profils Lahoca nur in Spuren vertreten, und hier ist auch eine obereozäne Serie vorhanden.

Die vorburdigalische Darnólinie würde in diesem Gedankengange eine Überschiebung aus der Richtung SO repräsentieren, an deren Front die Ölvorkommen von Bükkszék und Reck wohl zu verstehen wären. Die beiden Kohlenbohrungen südöstlich von Bükkszék, die Methangaseruptionen erbrachten (s. Abb. 1), berechtigen die hier geplanten künftigen Bohrungen, welche die Art und Weise an der Darnólinie näher untersuchen sollen.

Die zusammengedrückte Anordnung der Uhligschen „Kerngebirge“ wurde schon lange als ein sehr charakteristisches Merkmal der inneren NW-Karpathen erkannt (s. Abb. 3). Ein Umkippen des SW-Endes nach S an den einzelnen Kernen und ein Zu-

sammendrängen der Kerne können mit großer Wahrscheinlichkeit als durch den Widerstand der Russischen Tafel verursacht erklärt werden (S. 66).<sup>9)</sup>

Die großartigen Überschiebungen der verschiedenen Tiefenfaltendecken, in welche die inneren Karpathen besonders an der Kulminationslinie Krakau—Losonc aufgelöst werden konnten, stammen aus der mittelkretazeischen Hauptfaltung, aus der sog.

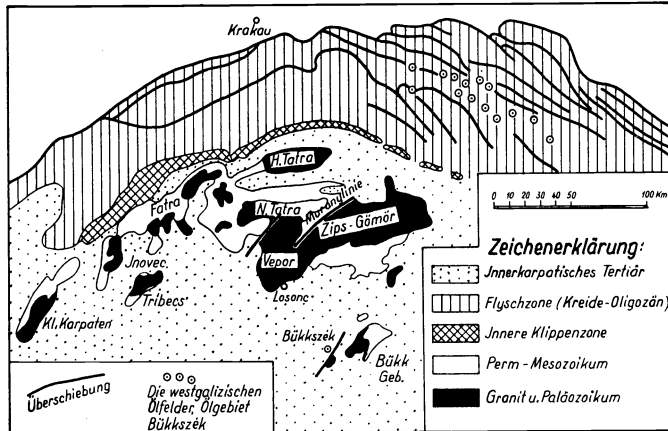


Abb. 3. Tektonische Skizze über die Position des Bükkcséker Ölgebietes in der NW-Karpathischen Anordnung

den inneren NW-Karpathen (z. B. aus dem oberen Neotriale), die Überschiebungen aus der Zeit der „savischen“ Flyschfaltung konstatieren. Mit diesen Bewegungen wäre eine vermutete Überschiebung an der Darnólinie in der Zeit gleichzustellen.

Das Bükkgebirge erscheint nach seiner stratigraphischen Zusammensetzung und seinem tektonischen Aufbau völlig karpathisch, kleine Gebirgsinseln (diejenigen von Uppony und von Szendrő) vermitteln seinen direkten Anschluß zur südlichen Kalkzone (zum „Slowakischen Karst“) des Zips-Gömörer Erzgebirges. Den markantesten tektonischen Linien der inneren NW-Karpathen: der Überschiebung der Niederen Tatra durch das Vepormassiv sowie der altbekannten „Muránylinie“, der Überschiebung durch die Zipser Decke verläuft die Darnólinie im großen parallel (s. Abb. 3).

Die Vorstellung einer vorburdigalischen Überschiebung des Bükkgebirges an der Darnólinie würde also in den Entstehungsgang der NW-Karpathen harmonisch hineinpassen.

## Die stratigraphischen und tektonischen Grundlagen der Erdöllagerstätten im Neogen von Südmähren und der Slowakei

Von L. Sommermeier, Hodonín

Mit 3 Textabbildungen

Die Erdölvorkommen der Tschechoslowakischen Republik liegen im Flyschgürtel der Karpathen und dessen Randgebieten. Dabei sind die älteren Ölvorkommen im Flysch selbst, vorwiegend in der oberen Kreide und im unteren Eozän, und die jüngeren im Neogen zu unterscheiden. Diese liegen im innerkarpathischen nördlichen Teil des Wiener Beckens und im Karpathenvorland. Zu ihnen gehören auch die Ölvorkommen auf der Innenseite des Karpathenbogens im salzführenden Miozän in Karpathorußland, und schließlich geben auch die Ölfunde von Bükkcsék im nördlichen Ungarn Anlaß, den Rand des Tertiärbeckens am Fuße des Slowakischen Erzgebirges als eine möglicherweise ölführende Zone zu betrachten, wenn auch bis jetzt noch keine direkten Ölzeichen aus diesem Gebiete bekannt geworden sind.

<sup>9)</sup> S. Anm. 6.

„austrischen“ Faltungsphase. Daß aber Bewegungen, welche die Stellung der Kerne zueinander endgültig zu bestimmen hatten, auch nachkretazeisch noch erfolgten, daraufhin deutet die bekannte S-förmige Krümmung der inneren Klippenzone (mit ihrer oberkretazeischen „Klippenhülle“, an der Berührung der Hohen Tatra mit dem Fátrakrivangebirge. Die Bewegungen, welche die Flyschdecken dachziegelartig übereinanderlegten, klangen erst im Miozän aus. In der neueren Literatur findet man Beobachtungen auch aus

Mit Ausnahme eines kleinen Produktionsgebiets im Flysch bei Mikova in der Ostslowakei stehen gegenwärtig nur die Ölfelder von Gbely und von Nesyt bei Hodonín im Neogen des Untermarchgebietes in Produktion. Im ganzen sind bis jetzt erst drei Öllagerstätten etwas größeren Umfanges aufgeschlossen.

Im Karpathenvorland liegt die Öllagerstätte von Sokolnice-Telnice in der Brüner Bucht.<sup>1)</sup> Das Öl ist hier an Sandschichten zwischen einer Ton- und Tonmergelserie gebunden. In der spärlichen Makrofauna aus dem Hangenden und Liegenden der Ölsande sind Nautilusreste, wahrscheinlich *Aturia aturi* Bast., und Fischreste am auffallendsten. Der liegende Tonmergel enthält *Congerien* führende Schichten. Die sandigen und kalkigen Leithabildungen und Tonmergel des Torton bleiben weit im Hangenden der Ölsandserie. Man kann also mit ziemlicher Sicherheit diese Öllagerstätte in das Helvet versetzen. Die Ölsande verteilen sich auf eine Gesamtmächtigkeit von 20 bis 30 m, innerhalb der eine größere Anzahl von einzelnen Sandlinsen verschiedenster Mächtigkeit und Ausdehnung durch Bänke von sandigen Tonmergeln getrennt liegen. Die Lagerungsform ist die einer flachen, zu Kuppeln aufgewölbten Antikline, auf der die Ölsande in einer Tiefe von nur 60 bis 100 m beginnen. Nach meiner Auffassung bildet die Ölsandserie als Ganzes ein Schichtpaket, das auf der NW-Flanke der Antikline zwischen den Hangend- und Liegendschichten auskeilt. Durch die bisher festgestellte Ausdehnung der ölführenden Fläche und Zusammenzählung aller, in sehr verschiedenem Grade mit Öl getränkten Sande läßt sich ein sehr bedeutender Vorrat an hier aufgespeichertem Öl errechnen.

Das Öl ist von den anderen südmährischen Neogenölen sehr verschieden. Es ist ein sehr schweres Asphaltöl, schwarz, undurchsichtig, von spez. Gew. 0,988 bis 0,997 und der sehr hohen Viskosität von 4,51° E bei 100° C, dabei hohem Wasser- und Asphaltgehalt. Zum Vergleich sei bemerkt, daß das schwerste bis jetzt bekannte Neogenöl des innerkarpathischen Beckens spez. Gew. 0,955 und Viskosität 5,88° E bei 50° C hat. Das Öl von Sokolnice gleicht in diesen Eigenschaften sehr dem Öl von Taufkirchen in Oberösterreich, dem es auch in seinem geologischen Auftreten sehr nahesteht mit dem Unterschied, daß das Öl von Taufkirchen im Liegendsand des Burdigalschliers vorkommt. Im Gebiet der Ölsande bei Telnice wurde auch eine tiefere Bohrung gemacht, die bis zur vorläufigen Endtiefe von 650 m unterhalb der bekannten Ölsande gar keine weiteren Ölsuren, nur häufig Gassuren antraf. Mit den letzten hundert Metern steht die Bohrung sicher bereits im Oberoligozän.

Die Lage der Ölsande von Sokolnice in nicht zu geringer Entfernung vom sudetischen Rand und der Abschnürung des Beckens, die nicht weit östlich von hier bei Austerlitz zu beginnen scheint,<sup>2)</sup> führen zu einer Vorstellung von der Entstehung primärer Öllager im außeralpin-karpathischen Becken, vorzugsweise in den Beckenrändern genäherten Teilen, sowie es auch bei Taufkirchen der Fall ist. An eine Herkunft des Öles aus dem Jura oder Paläozoikum des Beckenuntergrundes läßt sich hier schwer denken, darauf weist schon die Beschaffenheit des Öles ganz und gar nicht hin, von geologischen Gründen spricht das Fehlen aller größeren Störungen dagegen, daß man hier erhebliche Ölwanderungen aus tieferen primären in höhere sekundäre Lagerstätten anzunehmen hat.

Im Neogen des innerkarpathischen Beckens ist Öl bis jetzt nachgewiesen im Pannon, Sarmat, Torton und Helvet. Im Pannon, und zwar vorwiegend im unteren Pannon, finden sich nur schwache unregelmäßige Ölimprägnationen einzelner Sande, abbauwürdige Ölhorizonte im Sarmat und oberen Torton. Im tieferen Torton und Schichten,

<sup>1)</sup> Die geologische Bearbeitung der Aufschlußbohrungen erfolgte durch E. Schnabel und später besonders durch K. Friedl. Ich hatte Gelegenheit, das aus den Bohrproben gewonnene Material selbst genau zu studieren und gebe hier kurz zusammengefaßt meine Beobachtungen und Eindrücke wieder, soweit sie sich auf die Art des geologischen Vorkommens beziehen.

<sup>2)</sup> W. Petrascheck: Tektonische Untersuchungen am Alpen- und Karpathenrand. Jahrb. d. Geol. Staatsanstalt Wien, Bd. 70, S. 260. 1920.

die sehr wahrscheinlich bereits zu Helvet gehören, sind Ölanzeichen in Form schwächerer und stärkerer Ölsuren vorhanden.

### Stratigraphie und Verteilung der Ölhorizonte

In den Bohrungen von Nesyt beginnt das Torton mit einer 25 bis 75 m mächtigen Serie von plastischen und sandigen grauen Tonmergeln mit reicher Fossilführung, die eine zwar artenarme, aber ganz typische Tortonfauna<sup>3)</sup> geliefert haben. Das obere Torton geht nach unten ohne scharfe Grenze in eine nach petrographischer Ausbildung und Fossilführung abweichende Gesteinsart über. Das mittlere Torton ist sehr fossilarm und besteht aus schlierartigen, lichtgrauen, etwas sandigen, schiefrigen Tonmergeln und mergeligen Sanden. Der eintönige Gesteinscharakter dieser Serie, die bis jetzt in einer Mächtigkeit von 150 bis 180 m bekanntgeworden ist, wird durch Einschaltung, besonders in der unteren Hälfte, von harten Mergelschiefern und Sandsteinen, sowie Gerölllagen von eozänem Schiefer und Sandsteinmaterial unterbrochen. Ebenfalls ohne scharfe Abgrenzung folgt das untere Torton. (Diese Dreiteilung des Torton bezieht sich zunächst natürlich nur auf das Gebiet der Bohrungen von Nesyt.) Zwischen die sandigen, schiefrigen Tonmergel (Torton „Schlier“) schalten sich immer häufiger Bänke von hartem Kalksandstein verschiedenster Ausbildungsweise, von harten Mergelbänken und ganz flyschartigen Ton- und Mergelschiefern ein. Auch die Flyschgerölle führenden Schichten nehmen immer mehr zu. Die obere Hälfte dieser bis jetzt tiefsten, durch die Bohrungen in Nesyt mit 220 m Mächtigkeit aufgeschlossenen Partie des Miozäns dürfte noch zum Torton gehören auf Grund der Foraminiferenfauna.<sup>4)</sup> Andere Fossilien sind nur sehr spärlich vorhanden. In der unteren Hälfte wurden Pteropoden und kleinere unbestimmbare Zweischalerreste gefunden. Von den für das Torton charakteristischen Faunenelementen zeigt sich keine Spur mehr. Das marine Miozän ist durch die Bohrungen von Nesyt bis zu einer wahren Mächtigkeit von fast 400 m aufgeschlossen. Ich halte es für wahrscheinlich, daß mit dem letzten Teil schon das Helvet erreicht wurde.

Im Ölfeld von Gbely ist das Mittelmiozän ähnlich wie bei Nesyt zusammengesetzt, natürlich mit gewissen faziellen Abweichungen. Unter fossilführendem oberem Torton folgen schlierähnliche Schichten, die ebenfalls nach unten eine flyschartige Ausbildung annehmen und auch Gerölllagen aus echtem Flyschmaterial enthalten. In einer der dortigen tiefen Bohrungen, in der zwischen Sarmat und Eozän eine 660 m mächtige Schichtenfolge von marinem Miozän liegt, wurden die „Uniner Schichten“ erkannt,<sup>5)</sup>

<sup>3)</sup> Aus den Bohrungen von Nesyt konnten bisher die folgenden Formen bestimmt werden, wobei zu bemerken ist, daß infolge der Ausbeute der Fossilien aus Spülbohrproben in manchen Fällen die Artbestimmung unsicher ist.

*Tellina* (*Peronea*) *planata* Lin., *Tellina* (*Moerella*) cf. *donacina* Lin., *Paphirus gregarius* Partsch, *Merethrix* cf. *islandicoides* Lam., *Merethrix* cf. *clathrata* Desh., *Venus* spec., *Cardium* (*Monodacna*) *obsoletum* Eichw., *Cardium turonicum* Mayer, *Cardium* spec., *Cardita* (*Megacardita*) cf. *Jouaneti* Bast., *Arca* (*Anadara*) *diluvii* Lam., *Arca* (*Fossularca*) *lactea* Lin., *Arca* (*Fossularca*) *Rollei* M. Hoern., *Arca* spec., *Pecten* spec., *Ostrea crassissima* Lam., *Ostrea digitalina* Schloth., *Ostrea* cf. *lamellosa* Brocc., *Ostrea* spec., *Anomia ephippium* Lin., *Anomia* spec.

*Nassa* (*Niotha*) *Dujardini* Desh., *Nassa* (*Niotha*) *Schönni* R. Hoern. u. Auing., *Murex* (*Ocenebra*) *sublaevatus* Lin., *Murex* (*Ocenebra*) *craticulatus* Lin., *Pleurotoma* (*Surecula*) *ottiliae* R. Hoern. u. Auing., Pl. (*Surecula*) *consobrina* Bell., *Pleurotoma* (*Genota*) *ramosa* Bast., Pl. (*Genota*) spec., *Pleurotoma* (*Clavatula*) *heros* May., Pl. (*Clavatula*) *Auingeri* Hilber, Pl. (*Clavatula*) cf. *Olgae* R. Hoern. u. Auing., *Pleurotoma* *Lamarcki* Bell., *Cerithium* (*Terebralia*) *lignitarum* Eichw., *Cerithium minutum* Serr., *Cerithium* (*Tirapirenella*) *bicinctum* Bronn., *Cerithium* spec., *Turritella* (*Archimediella*) *bicarinata* Eichw., *Turritella* spec., *Neritina* cf. *picata* Fér., *Natica helicina* Brocc., *Natica* spec., *Dentalium* cf. *mutabile* Död., *Cypridina punctata* v. Münst., *Echinus* spec., *Bryozoen*.

<sup>4)</sup> Nach fremdlicher Bestimmung von Herrn Viktor Petters.

<sup>5)</sup> O. Kodym et A. Matějka: Note sur la géologie du Flysch de l'extrémité sud-ouest des Bile Karpaty. Sbornik Stat. Geol. Ust. Č. S. R. S. 206. 1923.

welche ebenfalls als Schlier mit flyschartigen Einschaltungen das Helvet<sup>6)</sup> in der Beckenrandzone östlich von Gbely vertreten. In dem südlichsten Bohraufschlusse unseres Gebietes, der zirka 30 km südsüdwestlich von Gbely gelegenen Tiefbohrung von Gajary, wurden vom Torton nur 77 m angebohrt, es ist fossilführendes oberes Torton in stark sandiger Ausbildung.

Im Gebiet der Grube Nesyt enthält das Torton bereits Ölträger. Ein sehr wichtiger, fast niemals ölfrei angetroffener Horizont liegt wenige Meter unter der Oberkante des oberen Torton in niveaubeständiger Lage. Ein zweiter Ölhorizont des Mittelmiozäns ist in Nesyt nahe der unteren Grenze des mittleren Torton aufgefunden, der aber nicht an ein so bestimmtes stratigraphisches Niveau gebunden ist wie der obere. Alle Bohrungen, die bis in das unterste hier bekannte Miozän kamen, zeichneten sich durch einen mit der Tiefe immer mehr zunehmenden Ölgeruch der durchbohrten Schichten aus, wobei auch in wasserführenden Sanden mehrfach stärkere Ölsuren festgestellt wurden, ohne daß aber bisher noch ein tieferer Ölhorizont aufgefunden werden konnte. Ebenso ist die Vergasung des tieferen Miozäns nicht selten, in Gbely wurden auch stärkere Gase in ihm angebohrt, ebenso wie Ölsuren, während auffälligerweise Öllager im Torton dort zu fehlen scheinen.

Mit den stratigraphischen Ergebnissen der Bohrungen läßt sich das in den Randgebieten dieses Beckenteiles anstehende marine Miozän in Einklang bringen. Auf der Westseite hat das Torton eine große Ausdehnung, wie hinreichend bekannt ist, in Form von fossilführendem Leithakalk, sandigen Mergeln, Sanden und lockeren Konglomeraten. Aus diesen obertortonischen Bildungen tauchen als ältere Stufe zwischen Feldsberg und Schrattenberg helle kompakte Schliermergel auf mit nur vereinzelt sandigen Einlagen. Sie sind sehr fossilarm, bisher wurden aus ihnen nur *Melettaschuppen* und ein Fund von *Aturia* bekannt.<sup>7,8</sup> Die Foraminiferenbestimmung einer Probe dieses Gesteines von Schrattenberg ergab tortones Alter. Solange weitere Fossilfunde fehlen, muß man also diese Schliermergel für Untertorton bis Helvet ansehen.<sup>9)</sup> Am östlichen Beckenrand gehören zum oberen Torton mürbe Sandsteine und Konglomerate, die südlich von Skalica den Eozänflysch transgredierend überlagern und anscheinend jünger sind als die fossilführenden Konglomerate, die sich weiter nach SO bis in die Gegend von Chropov erstrecken. In der Gegend von Sv. Mikulaš und Lakšar stehen, von sarmatischem Tonmergel überlagert, Sande und sandige Mergel mit reicher Tortonfauna an.<sup>10)</sup> Das Helvet hat auf der Ostseite in den „Uniner Schichten“ östlich von Gbely eine weite Verbreitung. Die Uniner Schichten sind im allgemeinen typische fossilarme Schliermergel, die aber lokal in Sandsteinfazies übergehen und flyschähnlich werden und daher verkannt wurden.<sup>11)</sup>

<sup>6)</sup> D. Andrusov: Stratigraphie du Néogène du bassin intraalpin de Vienne et son rapport aux gisements de pétrole. (Résumé.) II. Congrès Mondial du Pétrole. Paris. 1937.

<sup>7)</sup> M. Hoernes: Bericht über die Bereisung mehrerer Fundorte von Tertiärpetrefakten im Wiener Becken. Jahrb. Geol. R. A. 1850, Bd. I, S. 695.

<sup>8)</sup> W. Petrascheck: l. c. S. 267.

<sup>9)</sup> Auf der Höhe des Raistenberges wird der Schlier diskordant von schottrigem Sand mit fossilführenden Sandsteinbänken überlagert (Abdrücke und Steinkerne von Cerithien und Zweischalern), unbestimmt, ob oberes Torton oder Sarmat. Von M. Hoernes l. c. als Sarmat beschrieben.

<sup>10)</sup> Da diese Fundorte in der Literatur bisher noch nicht erwähnt wurden, gebe ich hier ein Verzeichnis von dort gemachten Fossilfunden, das sich bei weiteren Aufsammlungen wahrscheinlich noch vermehren lassen wird.

*Corbula gibba* Olivi, *Corbula carinata* Duj., *Chione* (*Ventricola*) *multilamella* Lam., *Chione* (*Clausinella*) *plicata* Lam., *Cardium turonicum* Mayer, *Cardita* (*Megacardita*) *Jouaneti* Bast., *Cardita* (*Venericardia*) *Partschii* Goldf.,\* *Cardita* (*Pteromeris*) cf. *scalaris* Sow., *Leda* (*Lembulus*) *fragilis* Chem., *Pectunculus* (*Axinea*) *pilosus* Lin., *Arca* (*Anadara*) *diluvii* Lam., *Arca* (*Anadara*) *Fichteli* Desh., *Pecten* (*Flabellipecten*) *Besseri* Andr., *Anomia ephippium* Lin.

*Conus* (*Chelyconus*) *fuscocingulatus* Bronn, *Conus* (*Chelyconus*) *ventricosus* Bronn, *Conus* (*Lithoconus*) *moravicus* R. Hoern. u. Auing., *Voluta* (*Athleta*) *Haueri* M. Hoern., *Chenopus alatus* Eichw., *Pyrula* (*Melongena*) *cornuta* Ag., *Pleurotoma* (*Clavatula*) *styriaca* Auing.,\* *Cerithium* (*Terebralia*) *lignitarum* Eichw., *Cerithium crenatum* Bronn\*, *Turritella* (*Haustator*) *turris* Bast., *Turritella* (*Haustator*) *tricarinata* Brocc., *Turritella* (*Archimediella*) *Archimedis* Bronn.,\* *Trochus* (*Oxysteles*) *patulus* Brocc., *Natica* (*Poliniceps*) *redempta* Mich.,\* *Natica* (*Poliniceps*) *josephina* Risso.,\* *Dentalium entalis* Lin.,\* *Lamna* spec.

Die in dieser Fossilliste mit \* bezeichneten Arten wurden von Herrn Dr. Kümel (Naturhistorisches Museum Wien) bestimmt.

<sup>11)</sup> O. Kodym et A. Matějka, l. c.

Diskordanzen im marinen Mittelmiozän scheinen sich auf die Randgebiete des Beckens zu beschränken, so wie es auch im Lagerungsverhältnis zum oberen Miozän und von diesem zum Pliozän der Fall ist, während bereits in der Zone der Ölfelder aus den bisherigen Ergebnissen der Bohrungen keine Sedimentationsunterbrechungen im Neogen zu erkennen waren.

Von ölgeologischer Bedeutung ist die Ausdehnung des marinen Miozäns im nördlichsten Abschnitt des Wiener Beckens. Im Marchtale reicht es nicht über Hodonín hinaus. Die Bohrungen, welche den Flyschuntergrund erreichten, unmittelbar nördlich von Hodonín, die von Rohatec, von Rostrhánky, Vypalenka, Ratiškovice, Vacenovice und Bzenec haben alle das Sarmat direkt auf Flysch auflagernd festgestellt. Am Ostrand ist das Torton südöstlich von Skalica das nördlichste zu Tage gehende marine Miozän. Der Tortonuferrand verläuft von Skalica über Hodonín an einer tektonischen Schwelle, nördlich von dieser blieb die östliche Seite des Beckens außerhalb der Meeresbedeckung. Hier müssen zur Zeit des Torton limnische oder fluviatile Ablagerungen entstanden sein. In einer der Bohrungen von Rostrhánky wurde an der Basis des Sarmats ein Schotter angetroffen, der neben *Cerithien* kleine abgerollte Stücke von *Congerien* enthält. Die Synklinalregion westlich von Hodonín entspricht möglicherweise einer etwas weiter nach Norden reichenden Meeresbucht. Das in der Bohrung von Mistřín angeblich festgestellte marine Miozän ist aber nicht vorhanden oder wenigstens sehr zweifelhaft.<sup>12)</sup> In 536 m Tiefe, wo die damaligen geologischen Bearbeiter dieser Bohrung das zweite Mediterran über Paleogen angeblich enden lassen, liegt ein feiner Schotter mit stark abgeriebenen sarmatischen Fossilien und einzelnen kleinen marinen Fossilresten (Bryozoen). Das transgredierende untere Sarmat führte Bestandteile des weiter südlich abgelagerten marinen Miozän mit sich. Am westlichen Flyschrand bildet etwa 2 km südlich vom Beckenrand ein kleiner Aufbruch von Tortonmergel mitten im Sarmat bei Trkmanska, ähnlich dem bekannteren von Podivín (Kostel), das nördlichste zutage kommende sichere marine Miozän im innerkarpathischen Becken.

Da das Sarmat auch in dem nicht vom Miozänmeer überfluteten Beckenteil Ölhorizonte enthält, so haben wir also bei der Verbreitung des Neogenöles im innerkarpathischen Becken ein Gebiet mit ölführendem Sarmat direkt auf Flysch bzw. miozänen Festlandsbildungen und ein solches von ölführendem Sarmat auf ölführendem marinem Miozän zu unterscheiden, was selbstverständlich bei der Frage nach Herkunft und Entstehung des Neogenöles zu berücksichtigen ist. Ölsammlungen von der Stärke, daß sich auf ihnen ein produzierendes Ölfeld entwickeln konnte, sind bisher nur in dem Abschnitt mit mariner Bedeckung aufgefunden. Aber es sind auch im Sarmat des nördlichen Abschnittes viele und zum Teil starke Ölsuren in den dortigen Bohrungen beobachtet worden, und die tektonischen Verhältnisse sind gerade dort so kompliziert, daß es verfrüht wäre heute schon entscheiden zu wollen, ob sich im Sarmat ohne mittelmiozäne Unterlage auch größere Ölsammlungen gebildet haben oder nicht.

Im Abschnitt der marinen Ablagerungen setzte sich die Sedimentation ohne Unterbrechung aus dem Torton in das Sarmat fort, wobei aber die durch das Verschwinden der Tortonfauna gekennzeichnete Grenze zwischen den beiden Miozänstufen durch einen sehr ins Auge fallenden Farbenwechsel der Gesteine unterstrichen wird. Das Sarmat beginnt mit grünen, durch Oxydation gelb und braun geflammten Tonmergeln, die gegen das fast nur grau gefärbte Torton sich scharf absetzen. Das rührt daher, daß die Sedimente der weit über den Uferand des Tortonmeeres transgredierenden sarmatischen Wasserbedeckung aus der Umlagerung ganz anderer Gesteine herkommen als die marinen.

Für das Sarmat hat sich eine weithin verfolgbare Gliederung ergeben. Wenn ich im folgenden von Unter-, Mittel- und Obersarmat spreche, so ist das im Sinne einer

<sup>12)</sup> Meine im Engler-Höfer, Erdöl II, 2. Teil, 1930, gemachte Angabe über das Bohrprofil von Mistřín beruhte auf einer mir darüber gemachten Mitteilung durch die Betriebsleitung, während mir die Bohrproben damals nicht zugänglich waren.

Lokalstratigraphie des innerkarpathischen Beckens zu verstehen, und es bezieht sich nicht auf die Parallelisierung der Sarmatstufen der euxinischen und pannonischen Ausbildung. Das Untersarmat hat seine Eigentümlichkeit in den grünen und bunten Tonmergeln und Sanden. Der Herkunft dieses Materiales aus aufgearbeitetem Untereozän entspricht die geographische Verbreitung dieser Facies. Im nördlichen Abschnitt ist das Sarmat fast in seiner ganzen Mächtigkeit in ihr entwickelt, in den Bohrungen südlich von Hodonín noch etwa das unterste Drittel bis Viertel, ähnlich so in Gbely. In der Bohrung von Landshut beginnt das bunte Untersarmat mit den letzten 20 m. Weiter südlich im Wiener Becken scheint aber diese untersarmatische Facies zu verschwinden, in der Bohrung Gajary hatten sie gerade noch die letzten 19 m von 289 m Sarmat. Es ist ganz natürlich, daß diese aus Eozänmaterial entstandenen Sedimente in dem Abschnitt die stärkste Entwicklung haben, wo das Sarmat den grünen (und roten) Tonschiefern und Sandsteinen des unteren Eozän direkt aufliegt. Auch die bekannten Muschelsandsteine von Holič und Skalica der küstennahen Facies des oberen Sarmats sind von ausgesprochen bunten sandigen Tonmergeln und Sanden unterlagert.

Das Untersarmat ist eine für die Öllagerstätten sehr wichtige Stufe. In Gbely liegt der dortige zweite Ölhorizont im Untersarmat, sein stratigraphisches Niveau entspricht völlig den untersarmatischen Ölhorizonten von Nesyt. Diese verhalten sich sedimentologisch anders als die Ölhorizonte im oberen Torton und ebenso wie die des oberen Sarmats. Sie sind keine durchgehenden Ölsande. Im Untersarmat von Nesyt gibt es eine etwa 40 m mächtige Tonmergelserie, die Einschaltungen von linsenförmig abgegrenzten, häufig durch konkretionäre Kalkausscheidungen verbackenen Sandbänken enthält. Sie liegen zusammenhanglos nebeneinander, wasserführende und wasserfreie Ölsandlinsen werden unmittelbar neben solchen von trockenem Ölsand angebohrt, ohne daß sich in der Wasser- oder Ölführung eine der Tiefenlage entsprechende Gesetzmäßigkeit zeigt, daher haben 60 bis 80 m entfernt stehende Bohrungen die größten Unterschiede in der Ergiebigkeit. Sie sind in drei annähernd niveaugleichen Zügen angeordnet, so daß man einen ersten, zweiten und dritten Ölsand dieser ganzen untersarmatischen Schichtserie unterscheiden kann. An Hand von sehr charakteristischen braunroten bis blutroten schmalen Lagen im Hangenden der Ölsande, den „roten Leitschichten“, läßt sich einwandfrei erkennen, daß es sich hier tatsächlich um einzelne sedimentär getrennte sandige Schichtkörper und nicht um einen durch Brüche zerstückelten durchgehenden Horizont handelt (s. Abb. 3).

Das höhere Sarmat läßt sich in dem Abschnitt, in dem es bereits gegenüber dem Untersarmat eine mächtigere Entwicklung zeigt, also etwa von Hodonín an gegen Süden, weiter in ein Ober- und Mittelsarmat gliedern. Petrographisch sind diese beiden höheren Abteilungen nicht so sehr verschieden. Es sind die gleichen vorwiegend grauen Tonmergel mit einzelnen Sanden und auch bunten Tonmergeln von der Art des Untersarmat dazwischen, die als sehr konstante Leitschichten weithin zu verfolgen sind. Bei der noch nicht erfolgten genauen Durcharbeitung der sarmatischen Fossilien dürfte sich auch eine Gliederungsmöglichkeit des Sarmats auf faunistischer Grundlage ermöglichen, Anhaltspunkte dafür sind sehr deutlich erkennbar.

Die Mächtigkeit des Sarmats schwankt naturgemäß in sehr weiten Grenzen, je nach der tektonischen Beeinflussung des Ablagerungsraumes (Abb. 1 und 3). Dabei nimmt die Gesamtmächtigkeit in den verschiedenen tektonischen Zonen selbstverständlich von Norden nach Süden zu. Hierzu einige abgerundete Zahlen: auf der hohen Scholle bei Bzenec 220 m, bei Ratiškovice (stärkste Aufwölbung des Untergrundes) 50 m, Nesyt 280 m, Gbely zirka 350 m. In der versenkten Zone (östlich des Bruchsystems Bzenec—Hodonín—Gbely) südlich Bzenec 470 m, Rohatec zirka 600 m (?), Hodonín (Aufwölbung) 150 m, Nesyt 400 m bis über 600 m. Bis jetzt nachgewiesen 609 m. Gbely (Aufwölbung, daher Angleichung an die hohe Scholle) zirka 360 m. In der Mulde zwischen Nesyt und Gbely muß mit 600 bis 700 m gerechnet werden, in den Muldengebieten an der westlichen Abdachung der hohen Scholle, nördlich und südlich der Schwelle von Lanžhot, mit 700 bis 800 m oder mehr.

Die Ölführung der beiden höheren sarmatischen Stufen ist in den einzelnen Ab-



schnitten sehr verschieden. In Gbely liegt der erste Ölhorizont in einem Teil des Sarmats, der in der Nähe der Grenze von Mittel- und Obersarmat von Nesyt liegt, während in Nesyt das Mittelsarmat keinen Ölhorizont enthält, trotzdem als Ölträger geeignete Sande genügend vorhanden sind. In Nesyt enthält dagegen das Obere Sarmat, das wieder in Gbely ohne Ölhorizont ist, zwei streng an ein bestimmtes geologisches Niveau gebundene Horizonte, nämlich den an der Sarmatoberkante und einen zweiten 65 m tiefer liegenden Sand. Im Abschnitt nördlich von Hodonín führt auch das höhere Sarmat stellenweise starke Ölsuren, während es in anderen tektonisch abgegrenzten Teilen nahezu gänzlich ölfrei ist und dort das Untersarmat verhältnismäßig große Ölsammlungen enthält. Aus dieser Verteilung des Öles im Sarmat ersehen wir also, daß das Öl im Untersarmat regional die größte Verbreitung hat und fast überall dort, wo die lithologischen und tektonischen Verhältnisse einigermaßen dafür sprechen, sich auch Öl in größeren oder geringeren Mengen im Untersarmat findet. Daß dagegen im höheren Sarmat die Ölverteilung viel sporadischer ist, sein Vorkommen von lokalen, vorwiegend tektonisch bedingten Ursachen abhängt, und daß es häufig dort fehlt, wo man es eigentlich allen Umständen nach finden sollte.

Über das Pannon unseres Abschnittes des Wiener Beckens sei hier nur so viel gesagt, daß sich die Unterteilung in ein oberes, mittleres und unteres Pannon zwanglos ergibt. Diese drei Abteilungen sind petrographisch so verschieden zusammengesetzt, daß man auch ohne jede Belege durch Fossilfunde in den meisten Fällen die Zugehörigkeit der angetroffenen Schichten zu einer der drei Stufen erkennen kann. Die drei Abteilungen sind kurz dadurch charakterisiert: das Oberpannon ist kalkfrei bis kalkarm, gelbe und bunte Farbtöne überwiegen die grauen, es ist nahezu gänzlich fossilfrei bis auf das an seiner Basis weit verbreitert und massenhaft auftretende Leitfossil, *Congeria croatica* Brus.<sup>13)</sup> das den bekannten mährischen Lignithorizont begleitet, welcher die Grenze zwischen Ober- und Mittelpannon bildet. Das Mittelpannon, die Stufe der *Congeria spatulata* und *subglobosa*, hat schon kalkreichere Gesteine. Die bunten und grünen Tonmergel und häufige schwache Lignitlagen beherrschen die Gesteinsfolge. Das Unterpannon, Stufe der *Congeria Partsch* und *ornithopsis*, hat vorherrschend graue Tonmergel und Sande. In der östlichen Hälfte tritt das Leitfossil *Congeria ornithopsis* sehr zurück oder fehlt in manchem Abschnitte auch gänzlich und die *Congeria Partsch* bildet häufig das tiefste pannonische Leitfossil aus den Congerien.

Das Fehlen größerer Ölsammlungen im Pannon ist weder tektonisch noch lithologisch bedingt, sondern es muß andere Ursachen haben, daß im Pannon in allen Fällen nur spurweise Öl oder Gas gefunden ist. Man braucht dabei nicht nur als Ursache annehmen, daß in den pannonischen Süßwasserschichten keine Ölbildung stattgefunden hat und daher im Pannon keine primären Öle vorhanden sein können. Es ist auch denkbar, daß nach Ablagerung des Unterpannon Ölwanderungen größeren Stiles aufhörten und daß später nur noch letzte Wanderungsreste ins Pannon ebenso wie stellenweise bis ins Quartär aufstiegen. Meines Wissens ist einer Erklärung für das Fehlen der Öllager im Pannon in dieser Richtung noch nicht nachgegangen. Bei Annahme einer Entstehung des Öles im Neogen hat man auch die Verschiedenartigkeit der tektonischen Vorgänge während der Ablagerung der einzelnen Neogenstufen zu berücksichtigen, die für eine etwaige Ölbildung selbstverständlich neben den biologischen Umständen sehr wesentliche Faktoren sein mußten. Da sich in dieser Hinsicht die Ablagerungszeit des Pannon von der des Sarmat sehr unterscheidet, wie weiter unten im tektonischen Teil näher ausgeführt wird, so muß man also bei einer Prüfung der Ursachen für das Fehlen der Öllagerstätten im Pannon auch das in Betracht ziehen.

<sup>13)</sup> Von K. Friedl. Über die Gliederung der pannonischen Sedimente des Wiener Beckens, Mitt. Geol. Ges. Wien, XXIV, 1931, S. 1 bis 27, als *Congeria aff. balatonica Partsch* in die neuere Literatur eingeführt. Es lassen sich verschiedene Variationen des Typus erkennen, die sich aber alle — wenigstens von den südmährischen Funden — vielmehr der *croatica* als der *balatonica* nähern. Im Pannonischen Becken kommt *Cong. croatica Brus.* zusammen mit der *Cong. rhomboidea* vor, was also ihrem hiesigen oberpannonischen Auftreten entspräche. Weiter südlich im Wiener Becken kommt dieses Fossil anscheinend noch höher vor als in Südmähren, wo ich sie bisher stets nur unmittelbar zusammen mit den Lignitflözen dieses Horizontes oder ihren Äquivalenten gefunden habe.

## Tektonik und Ölführung

Die geologische Strukturkarte<sup>14)</sup> (Abb. 1), zeigt das Grundzügliche der unser Gebiet beherrschenden Tektonik. Die Faltungsstrukturen, auf oder an denen die Ölfelder von Gbely und Nesyt liegen, sind quer über das Becken hinstreichende Aufwölbungen, deren Achsen vom Rande her beckeneinwärts eintauchen und denen am westlichen Beckenrande ganz entsprechende, quer zum Becken und zum generellen karpathischen Streichen gerichtete Wölbungsstrukturen gegenüberstehen. Sie werden von den großen, auf lange Erstreckung zu verfolgenden Brüchen durchschnitten, wodurch die in der Längsrichtung des Beckens streichenden gehobenen und versenkten Zonen entstehen. Durch die zahlreichen, die großen Brüche begleitenden kleinen Verwerfungen entsteht die für die Ölfelder von Gbely und Nesyt ebenso wie für die öl- und gasführenden Hebungszonen von Ratiškovice, Vypalenka, Vacenovice und Rostrhánky so charakteristische Schollenstruktur. Über den tektonischen Einfluß von Faltung und Brüchen auf das Zustandekommen der hiesigen Öllagerstätten ist hervorzuheben: es sind durchaus nicht etwa die höchsten Schollen, welche das meiste Öl enthalten, sondern, da die Schollen Teilstücke von durch Verwerfungen zerbrochenen Faltungsstrukturen sind, folgt das Öl dem Schichtenanstieg innerhalb der einzelnen Schollen, soweit nicht besondere Umstände dem entgegenstehen. Man muß also die Faltung auch hier für einen sehr wesentlichen tektonischen Faktor der Ölansammlung ansehen, unbeschadet der ölzuführenden und ölaufstauenden Wirkung der Brüche, denn nur wo sie antiklinale Teile der Faltungen durchschneiden, sammelt sich hinter ihnen das Öl.

Die Querwölbung von Gbely zeigt sich sehr deutlich in dem vom Beckenrand nach Westen vorspringenden sarmatischen Kernstück der hohen Scholle. Sie ist an dem, von der Grube Nesyt bis Gbely reichenden, gegen den Beckenrand zu einfallenden Bruch gegenüber der Randzone des Beckens gehoben. Das Streichen der Ölhorizonte auf dem Ölfeld von Gbely, das sich jetzt hauptsächlich östlich des Hauptbruches zwischen diesem

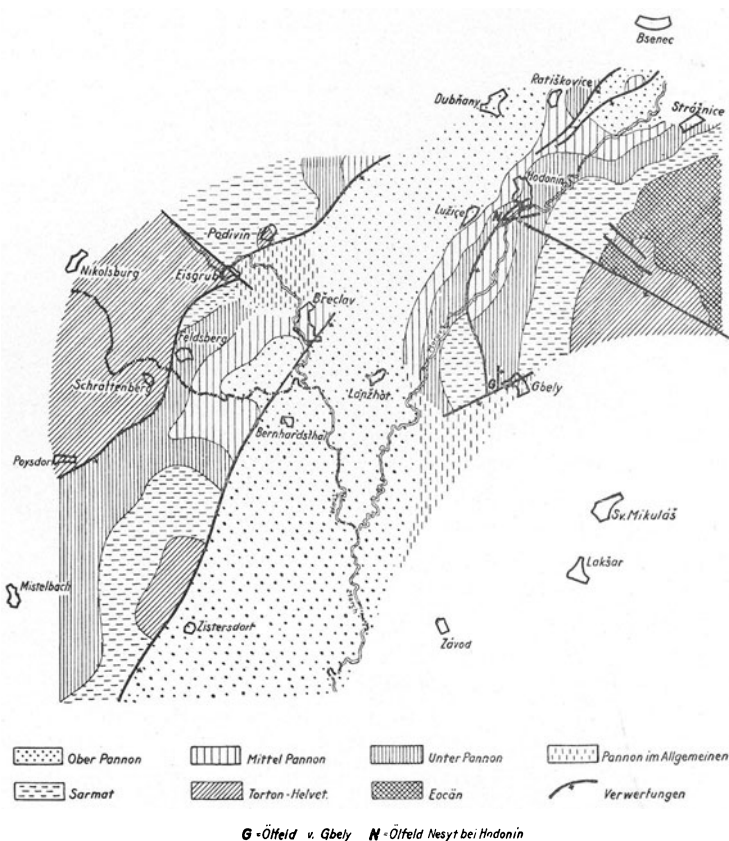


Abb. 1. Geologische Strukturkarte. (Entwurf: Dr. L. Sommermeier, Hodonin, 1937). Maßstab 1:450.000

<sup>14)</sup> Die Karte ist der sehr vereinfachte Ausschnitt einer in Arbeit befindlichen, den ganzen mährischen Anteil des Wiener Beckens umfassenden geologischen Karte. Sie veranschaulicht die von meiner früheren Darstellung (Engler-Höfer, 1930) abweichende Auffassung der Tektonik, die sich aus meinen Arbeiten der letzten Jahre ergab. Von den Brüchen sind nur die Hauptlinien unter Fortlassung aller für die tektonischen Zusammenhänge unwesentlichen Einzelheiten eingezeichnet.

und einem System kleinerer Parallelbrüche auf der tieferen Scholle ausdehnt, scheint meiner Auffassung von der Tektonik von Gbely und dem Verbindungsstück zur Querwölbung von Hodonín ganz zu entsprechen. Südwärts einfallende Querbrüche begrenzen das Feld; hier ist gewissermaßen ein Segment der Wölbung abgeschnitten und versenkt. Den Gegenflügel zu der Aufwölbung von Gbely bildet die zwischen Podivín und Břeclav vorhandene Struktur. Der kleine Aufbruch von Leithakalk inmitten des Sarmats von Podivín zeigt das Vorhandensein einer Hebungsachse an, die sich auch östlich des Bruches bei Břeclav in der nach Südwesten einsinkenden Mulde von Oberpannon äußert, in welche die große Steinbergantikline in nordöstlicher Richtung untertaucht. Ebenso bestehen Anhaltspunkte für ein NNW-SSO-Streichen zwischen Podivín und Břeclav, was dem nordöstlichen Abfall einer Aufwölbung bei Břeclav gegen das sich nördlich anschließende große Synklinalgebiet entsprechen würde. Unentschieden ist nur, was südlich des Bruches von Podivín ansteht, da hier noch Bohrungen fehlen, ob Oberpannon an den Bruch angrenzt oder auch noch Sarmat an diesem abgesunken herauskommt, das letztere ist wahrscheinlicher. Zwischen Gbely und Břeclav muß man eine die große oberpannonische Mulde querende Schwelle annehmen, auf welcher die Bohrung von Lanžhot steht.

Auch die nördlich von Hodonín vorspringende Querwölbung tritt sehr klar in Erscheinung, sie ist besonders dadurch gekennzeichnet, daß zwei im Unterpannon angelegte Bohrungen nahe dem Nordrand der Stadt Hodonín bereits in 190 bis 200 m Tiefe aus dem Sarmat kamen und den Eozänuntergrund erreichten. (Am Westrand zeigt sich in der Struktur zwischen Čejč und Mutěnice das Gegenstück.) Auf ihrer Nordseite folgt die Mulde von Rohatec-Strážnice, an deren Rand die Tiefbohrung von Rohatec liegt. Weiter nördlich folgen die kleineren Aufwölbungen von Ratiškovice, Vacenovice und südlich von Bzenec, die alle durch Öl- und Gasfunde ausgezeichnet sind und die wahrscheinlich ebenfalls ihre Entstehung einer quer zur Längsachse des Beckens wirkenden Faltung verdanken.

Der Verlauf der großen Brüche steht bereits ziemlich genau fest. Der Westbruch des Wiener Beckens zieht bis in die nördliche Beckenrandzone durch. Das große Bruchsystem des Steinberges kann man mit bedeutend verminderter Sprunghöhe bis in die Gegend von Břeclav verfolgen, dann verliert es sich in der großen Mulde; wie weit es nordwärts reicht, ist unbekannt. Der Steinbergbruch setzt sich nicht in dem Bruch von Nesyt fort, wie noch oft angenommen wird. Sehr auffallend ist das Verhalten der Brüche bei der Annäherung an die Aufwölbung von Hodonín, sie verschwinden hier nahezu völlig, es gibt hier nur noch ganz geringe Sprunghöhen. Diese Erscheinung ist aber zu verstehen, wenn man die Beckenrandzone zwischen Strážnice und Gbely als eine einheitliche, an einem von Bzenec bis Gbely streichenden Bruchsystem abgesunkene Tiefenzone auffaßt, die sich bei Hodonín durch die Querfaltung aufwölbt. Durch die der Absenkung entgegenwirkende Auffaltung wird der Sprung hier ausgeglichen, während mit der Entfernung vom Scheitel von Hodonín die Sprunghöhen gegen Norden und Süden zunehmen. Zwischen Hodonín und Gbely erreichen sie den Betrag von 200 bis 300 m, um durch die Aufwölbung von Gbely wieder auf zirka 40 m zurückzugehen.

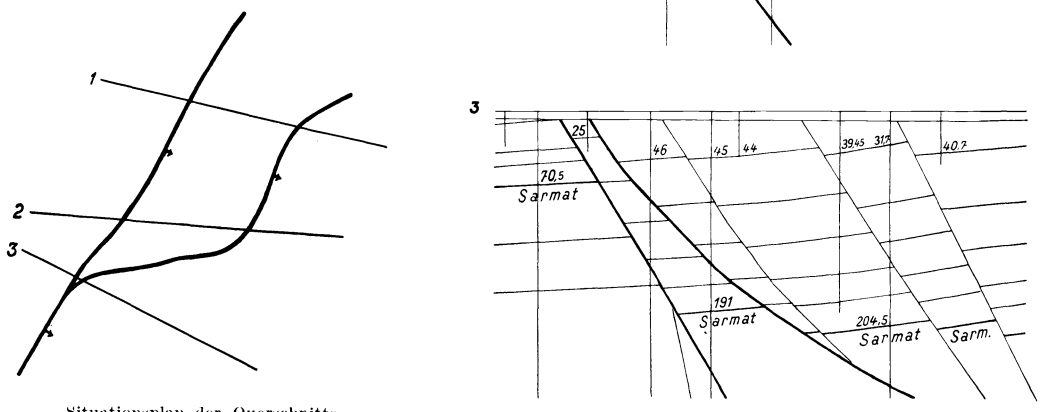
Wie weit der Querbruch, an dem südöstlich von Hodonín die Weißen Karpathen enden, seine Wirkung in das Becken hinein äußert, ist noch nicht völlig klargestellt, zwischen Holič, Hodonín und Lužice macht er sich noch bemerkbar.

Während das Ölfeld von Gbely auf dem Scheitel der dortigen Wölbung liegt, ist die Wölbung von Hodonín praktisch ölfrei. Außer Spuren in einzelnen flachen Bohrungen hat man noch nichts in ihr gefunden. Das Ölfeld von Nesyt liegt an ihrem Südrand und bildet eine von ihr abgeschnürte kleinere Antiklinalstruktur, wobei der zuletzt angeführte Querbruch noch eine Rolle zu spielen scheint. Ihr besonderes Gepräge erhält die Struktur, auf der das Ölfeld Nesyt liegt, dadurch, daß sie von zwei Brüchen durchschnitten wird, von denen sich der eine aus dem anderen abzweigt. So entstehen hier drei Schollen, die

mittlere in der durch die beiden Verwerfungen gebildeten Gabel ist die Hauptölscholle des Feldes.

Zur Veranschaulichung seines Aufbaues dienen die hier wiedergegebenen Querschnitte. Aus ihnen gewinnt man einen guten Einblick in Alter und Art der Bruchbildung, die sich gleichzeitig mit der Sedimentation, aber nicht in gleichmäßigem Rhythmus vollzog.

Die Querschnittserie Abb. 2 läßt interessante Eigenheiten des aus dem westlichen Hauptbruche sich abzweigenden Bruches erkennen. In dem kurzen Abschnitt, in dem beide Brüche annähernd parallel laufen, ist die mittlere Scholle ungestört (Querschnitt 2). An der Umbiegungsstelle, wo der östliche Bruch nach seiner Abzweigung in die zum Hauptbruch parallele Richtung übergeht, spalten sich an der konvexen Seite der Krümmung einige kleinere Brüche zweiter Ordnung aus ihm ab (Querschnitt 3), die sich der Hauptbruchrichtung nähern. Dadurch wird hier die östliche Scholle, die sonst sehr ungestört und flach liegt, am Bruchrand in eine Anzahl kleinerer Staffeln zersplittert. Dasselbe wiederholt sich



Situationsplan der Querschnitte

Abb. 2. Brüche im Ölfeld Nesyth bei Hodonín. (Entwurf: Dr. L. Sommermeier, Hodonín 1937). Maßstab 1:2500

an der zweiten Krümmung des Bruches, mit welcher er sich, nach Osten abbiegend, von dem Hauptbruch entfernt. Hier treten ebenfalls an der konvexen Seite mehrere kleine Brüche aus ihm heraus, in denen sich die Hauptbruchrichtung fortsetzt (Querschnitt 1). In diesem Falle wird die mittlere Scholle dieses Abschnittes in Randstaffeln zerlegt. Hierbei zeigt sich, in wie verschiedenem Sinne die Brüche auf einen Ölhorizont einwirken. Der Ölhorizont an der Sarmatoberkante der mittleren Scholle ist selbstverständlich am günstigsten entwickelt, wo die Randstaffeln fehlen und er in der ganzen Breite der Scholle sich ununterbrochen ausdehnt. Durch die Zersplitterung in die Randstaffeln am nördlichen Ende sind an Stelle der breiten, gleichmäßig ansteigenden Horizontfläche zum Teil verwässerte, schmale Zonen getreten. Durch die Zertrümmerung des Horizontes wird seine Aufschließung wesentlich erschwert und das Einzugs-

gebiet für die einzelnen Bohrungen verkleinert. Umgekehrt ist die Wirkung der Staffelbrüche an der südlichen Krümmung. Durch sie wird die sonst praktisch ölfreie östliche

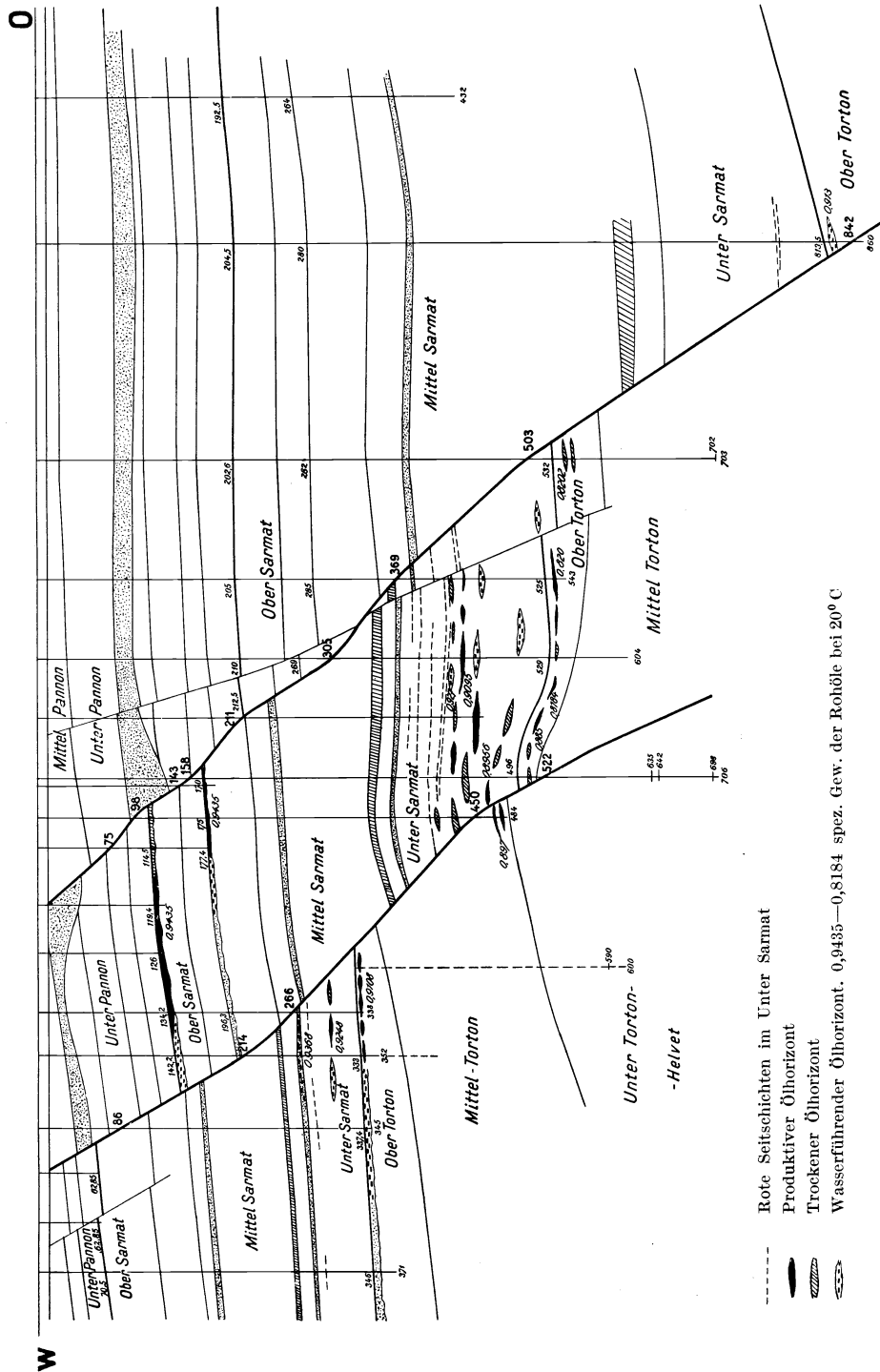


Abb. 3. Querschnitt durch das Ölfeld von Nesytt bei Hodonin. (Entwurf: Dr. L. Sommermeier, Hodonin 1937)

Scholle, die weder im Ober- noch im Untersarmat Ölhorizonte enthält, gespalten und aufgelockert, so daß sie in dieser zertrümmerten Randzone eine sehr starke Imprägnation mit Öl in verschiedenen sandigen Schichten des Sarmats wie des Pannons erhalten hat und

besonders stark mit Gasen angefüllt wurde. Bis jetzt ist es zwar noch nicht gelungen, einen der bekannten obersarmatischen Ölhorizonte der mittleren Scholle hier in der Randzone der östlichen Scholle aufzufinden, aber es besteht durchaus die Möglichkeit dafür.

Der Querschnitt durch das Ölfeld von Nesyt, Abb. 3, vermittelt einen Einblick in den Bauplan der Lagerstätte und in die Entstehung dieser Struktur. Er läßt viele Einzelheiten erkennen, von denen hier nur die wichtigsten hervorgehoben seien. In allen drei Schollen sind vom Torton bis zum Pannon völlig übereinstimmende und zusammenhängende Schichten<sup>15)</sup> abgelagert, wobei das Sarmat eine sehr erhebliche Mächtigkeitszunahme von der höheren zu den tieferen Schollen aufweist. Die Bruchbildung begann in dem Raum, den der Querschnitt darstellt, spätestens nach Ablagerung des Torton, vielleicht war sie auch schon während des älteren Miozäns im Gange. Während des Sarmats waren Absenkung bzw. Hebung, Faltung und Sedimentation gleichzeitige Vorgänge. Aus dem Vergleich der Mächtigkeit der drei ausgeschiedenen Sarmatstufen in den drei Schollen lassen sich einzelne Phasen verschiedener Stärke der Bewegungen ersehen. Es ist ein ähnliches Bild, wie es die Tektonik des Rheintalgrabens bei Pechelbronn bietet.<sup>16)</sup> Mit Ende des mittleren Sarmats beginnen die Mächtigkeitsdifferenzen sich auszugleichen und im oberen Sarmat fast zu verschwinden. Am Übergang vom Pannon zum Sarmat äußert sich das Aufsteigen der westlichen Scholle in der noch etwas verminderten Mächtigkeit der unterpannonischen Schichten und im petrographischen Charakter der grobkörnigen, oolithischen Sande, mit denen das Sarmat hier abschließt und die in den versenkten Schollen im allgemeinen fehlen, so daß die Grenze zwischen Sarmat und Pannon petrographisch oft nicht ausgeprägt ist. Die pannonische Transgression kommt in der hohen Scholle viel stärker zum Ausdruck, wo die unterpannonischen plastischen Tonmergel die Flachwasserabsätze des obersten Sarmats ohne Übergänge überlagern. Die auch von anderen Stellen bekannten faunistischen Übergänge vom Sarmat zum Pannon sind auch hier häufig zu beobachten. Für eine Sedimentationsunterbrechung und eine sarmatische Abtragung vor Ablagerung des Pannons<sup>17)</sup> kann man nicht die geringsten Anzeichen finden. Derartige Abtragungerscheinungen müßten sich gerade hier bemerkbar machen. Die Feingliederung, die ich in den sarmatischen und pannonischen Profilen durchgeführt habe, zeigt, daß in allen drei Schollen und überhaupt im ganzen Aufschlußgebiet der weiteren Umgebung von Nesyt immer die gleichen unterpannonischen Schichten auf den gleichen obersarmatischen liegen. Nach Ablagerung des Pannons lebte die Bruchtektonik wieder auf, durch die postpliozänen Bewegungen wurde auch noch das Pannon verworfen und der Gesamtbetrag der heute feststellbaren Sprunghöhen erreicht.

### Ölbeschaffenheit und stratigraphisches Niveau der Horizonte

Im Querschnitt von Nesyt, Abb. 3, sind die Zahlen des spez. Gew. der Öle aus den verschiedenen Horizonten eingetragen. Mit der einen Ausnahme des Öles von dem obertortonischen Horizont der tiefsten Scholle (Tiefe 820 m spez. Gew. 0,913) folgen die Öle der Regel, mit zunehmender Tiefe leichter zu werden. Innerhalb des einzelnen Ölhorizontes (besonders deutlich im Obertortonhorizont der mittleren Scholle) und in der ganzen Horizontfolge tritt diese gesetzmäßige Abhängigkeit von der Tiefe sehr deutlich in Erscheinung. Andererseits zeigt die Beschaffenheit der Öle ganz einwandfrei, daß die Öle

<sup>15)</sup> Von den zahlreichen, immer wieder erkennbaren Horizonten des Sarmats und Pannons sind im Querschnitt nur einige wenige eingezeichnet.

<sup>16)</sup> R. Schnaebelé: Sur l'existence d'un niveau pétrolifère exploitable dans le Keuper du bassin de Pechelbronn. Comptes Rend. d. Séances du Groupe des Géologues Pétroliers de Strasbourg. 1933 jusque 1934. N<sup>os</sup> 3 et 4. S. 1—11.

<sup>17)</sup> Im Sinne von E. Jekelius: Die Parallelisierung der pliozänen Ablagerungen Südosteuropas. Anuarul Inst. Geol. al Românicii XVII, 1932. S. 269.

des gleichen geologischen Horizontes bzw. der gleichen Neogenstufe zu einer Gruppe zusammengehören, innerhalb der sie sich zwar nach der Tiefe differenzieren, während sie sich aber doch von den anderen geologisch zusammenhängenden Ölen wesentlich unterscheiden. Also neben dem Einfluß der Tiefe eine deutliche Abhängigkeit vom geologischen Niveau.

Die Tortonöle sind Paraffinöle.<sup>18)</sup> Im Obertortonhorizont der mittleren Scholle mit Tiefen von 530 bis 540 m haben sie, bei einem mittleren spez. Gew. von 0,820 bei 20° C und 1,22 bis 1,37% Paraffingehalt, Flammpunkt 8 bis 19° C, Siedebeginn 104 bis 115° C, Dest. bis 250° C 50 bis 65%. Mit dem schwersten Öl dieses Horizontes, das 20 bis 30 m höher liegend dem Einfluß der geringeren Tiefe bereits ein spez. Gew. 0,885 und Siedebeginn von 164° C verdankt, nähern sie sich aber nicht den darüber folgenden untersarmatischen Ölen, sondern ein sehr ähnliches, nur durch die Lage in wesentlich geringerer Tiefe verändertes Öl findet sich im gleichen geologischen Niveau, dem Obertortonhorizont der westlichen Scholle, in 330 bis 340 m Tiefe. Abgesehen von dem viel höheren spez. Gew. 0,910 und dem nur spurenmäßig vorhandenen Paraffingehalt (Wirkung des Aufstieges in größere Höhe) ähnelt es mit Flammpunkt 25° bis 40°, Siedebeginn 150° bis 160° und im Destillationsverlauf den Paraffinölen des Torton der mittleren Scholle, besonders dem höchsten und schwersten Öl (0,885) dieses Horizontes. Ganz abweichend davon sind die völlig paraffinfreien Sarmatöle. Das Untersarmatöl der mittleren Scholle hat in Tiefen von 465 bis 425 m spez. Gew. 0,8956 bis 0,927, Flammpunkt 90 bis 100° C, Siedebeginn 203 bis 230° C, Dest. bis 250° C 7 bis 13%. Es bildet also keinen Übergang zwischen den Obertortonölen der beiden Schollen. Dagegen zeigt das mitteltortone Öl der westlichen Scholle, das am Verwurf in engste Berührung mit dem untersarmatischen Horizont der mittleren Scholle kommt, große Ähnlichkeit mit dessen Öl. Entsprechend seiner Zugehörigkeit zur gleichen stratigraphischen Ölgruppe ist es paraffinhaltig wie das Obertortonöl der mittleren Scholle. Mit dem spez. Gew. 0,897, Flammpunkt 88° C, Siedebeginn 198° C, Dest. bis 250° C 19% zeigt es stärkste Übereinstimmung mit dem Untersarmatöl. Es handelt sich hierbei zweifellos um ein Mischöl beider ursprünglich verschiedener Öltypen, was durch die Lage dieses Horizontes sich auf einfachste Weise erklärt. Ebenso steht auch das schon erwähnte Öl aus dem Obertortonhorizont des tiefsten Teiles der westlichen Scholle in allen Eigenschaften dem Untersarmatöl sehr nahe, was aber in diesem Falle ganz andere Ursachen hat. In der westlichen Scholle zeigt das Untersarmatöl aus Tiefen 295 bis 320 m völlige Übereinstimmung mit dem der mittleren Scholle, spez. Gew. 0,924 bis 0,9368, Flammpunkt 92° bis 112° C, Siedebeginn 209 bis 237° C, Dest. bis 250° C 3 bis 8,5%. Das in der Tiefe zwischen ihnen stehende Obertortonöl der westlichen Scholle zeigt wieder gar keinen Zusammenhang mit ihnen. Daß die paraffinhaltigen und paraffinfreien Öle unabhängig voneinander sind und keine genetischen Beziehungen zwischen ihnen bestehen, dürfte hier an diesem Beispiel von Nesyt durch die Art des geologischen Vorkommens der beiden Öle sehr klar erwiesen sein. Das obersarmatische Öl der mittleren Scholle zeigt in den beiden Horizonten keinen wesentlichen Unterschied. Mit spez. Gew. 0,9435, Flammpunkt 114° bis 120° C und Siedebeginn 245° C schließt es sich an das untersarmatische Öl an.

Auch das Sarmatöl von Gbely zeigt völlige Paraffinfreiheit, dabei die geringen Zunahmen des spez. Gew. mit abnehmender Tiefe, und gleicht in seinen Eigenschaften im ganzen den obersarmatischen Ölen von Nesyt. Nach einer Analyse des Öles aus dem ersten Horizont von Gbely scheint es sich zwischen das Obersarmatöl der mittleren Scholle und das Untersarmatöl der westlichen Scholle von Nesyt einzureihen, was seiner stratigraphischen Lage entspräche.

<sup>18)</sup> Aus bestimmten Gründen sehe ich hier von einer tabellarischen Wiedergabe vollständiger Ölanalysen ab. Die hier mitgeteilten, zum Teil abgerundeten Werte genügen aber vollständig für den vorliegenden Zweck.

Von diesen sarmatischen Ölen weichen die Öle aus dem Untersarmat nördlich von Hodonín (Bohrungen von Bzenec, Vypalenska, Rostrhánky), also aus dem Gebiete ohne marine Miozänbedeckung, ab durch höhere spezifische Gewichte, 0,947 bis 0,955, und höhere Viskosität, gleichen aber im übrigen mit Flammpunkt 117° bis 124° C, Siedebeginn 240° bis 259° C und ähnlichen Destillatanteilen den obersarmatischen Ölen von Nesyt und sind dementsprechend verschieden von dessen untersarmatischen Ölen. Gemeinsam ist ihnen aber die Paraffinabwesenheit.

Es sprechen ohne Zweifel viele Gründe für die Annahme von Ölentstehung im Neogen. Dabei kann es aber natürlich nicht als ausgeschlossen hingestellt werden, daß es auch Fälle gibt, wo Einwanderung von Flyschölen in Neogenhorizonte stattgefunden hat. Ein abschließendes Urteil über den ganzen Fragenkomplex, der mit der Entstehung der Öllagerstätten im Wiener Becken<sup>19)</sup> zusammenhängt, abzugeben, ist heute noch verfrüht.

## Zur Frage der Ölhöufigkeit der österreichischen Flyschzone

Von Dr. Hermann Vettors, Wien

Mit 1 Textabbildung

Die Frage, ob nicht auch die alpine Flyschzone in Österreich als ölhöufig anzusehen sei, ist schon vielfach erörtert worden, lange schon bevor daran gedacht wurde, in dem inneralpinen Wiener Becken Öl zu erschließen. Schon früh hatten die Geologen erkannt, daß die alpine und karpathische Flyschzone einst einen zusammenhängenden, Alpen und Karpathen einheitlich umsäumenden Zug bildeten, der erst durch — geologisch gesprochen — jugendliche Einbrüche unterbrochen wurde. Auch war schon früh erkannt worden, daß die Flyschgesteine hier und dort große Ähnlichkeit besitzen und die Annahme ist berechtigt, daß sie unter ähnlichen Bedingungen in einem einheitlichen Ablagerungsraume, oder in ein und derselben Geosynklinale gebildet worden sind.

In der karpathischen Flyschzone haben zahlreiche äußerliche Anzeichen, wie Ölausbisse, Gasaustritte, Salzwässer, das Vorhandensein von Erdöl schon sehr früh erkennen lassen, so daß in Galizien sich eine der ältesten Erdölindustrien entwickelte, deren Anfänge ins zweite Jahrzehnt des verflorenen Jahrhunderts fällt. In der österreichischen Flyschzone waren aber solche Anzeichen die längste Zeit ganz unbekannt, was wohl ein Hauptgrund war, ihr jede Ölhöufigkeit abzusprechen.

Lediglich im benachbarten Bayern sind bei Tegernsee Ölaustritte im Flysch schon seit dem 15. Jahrhundert bekannt (St. Quirinus-Öl). Die seit 1881 bis 1912 und neuerdings seit 1924 hier niedergebrachten Bohrungen haben mehrfach leichtes, benzinreiches Methanöl in Spalten des Flysches und der darunter anstehenden helvetischen Kreideformation angetroffen, jedoch nur in geringen Mengen.

In der österreichischen Flyschzone wurden beim Bau der zweiten Wiener Hochquellenleitung im Stollen bei Reckawinkel Erdgase angetroffen; in größerem Ausmaß wieder 1934 beim Bau des Ersatzstollens zwischen dem Erlauf- und Melktale bei Scheibbs. Durch einen Sprengschuß entzündeten sich hier die Gase und brannten mit 60 cm langer Stichflamme mehrere Tage hindurch mit Unterbrechungen. Am längsten einmal 14 Tage lang. Ölsuren wurden 1920 bei Anzbach von mir und Dr. Göttinger beobachtet, dann 1923 von Göttinger bei Hammerau, westlich von Salzburg. Größere Ölmengen wurden gelegentlich einer Brunnenbohrung bei Kierling (westlich Klosterneuburg) 1931 in 60 m Tiefe angetroffen, wobei einige hundert Liter eines leichten benzinreichen Öls geschöpft wurden. Es war bei dieser Bohrung keine Möglichkeit die höheren

<sup>19)</sup> Ich kann darauf hier nicht weiter eingehen, weil es den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten würde und ich an anderer Stelle mich mit diesem Gegenstand befassen werde.



Wässer zu sperren und unterblieb eine weitere Untersuchung dieses an einer Störung im Inozeramensflysch gelegenen Vorkommens.

Wenn wir noch die in Vorarlberg bei Andelsbach und die beim Bau des Ricken-tunnels in der Schweiz beobachteten Gasvorkommen erwähnen, und die Sandsteine mit Ölgeruch der Potersalp am Nordfuß des Säntis, so sind damit so ziemlich alle bisher bekannt gewordenen äußeren Anzeichen im Flysch und an seinem Rande erschöpft. Sie stehen in keinem Vergleich mit den reichen Spuren in der karpathischen Flyschzone.

Solange man noch an eine primäre Entstehung des karpathischen Flyschöles in den Schichten, in welchen sie heute angetroffen werden, glaubte, war der große Unterschied zwischen alpinem und karpathischem Flysch hinsichtlich Ölführung geradezu unerklärlich.

Denn, wenn auch gewisse petrographische Unterschiede zwischen den Inozeramenschichten hier und dort, sowie zwischen den miteinander vergleichbaren Hieroglyphenschichten der Karpathen und den Laaberschichten oder dem Glaukoniteozän des Wiener Waldes, sowie den Ciężkowitz Sandsteinen und den Greifensteiner Sandsteinen bestehen, so sind diese Unterschiede viel zu gering, um die große Verschiedenheit der Ölführung zu erklären. Alle drei genannten karpathischen Flyschgesteinsarten sind ja bekannte Erdölzonen der Karpathen.

Seit nun die Mehrzahl der Ölgeologen das karpathische Flyschöl als sekundär ansieht, und das Muttergestein dafür in den vorkarpathischen Salztonen erblicken will, suchte man diese Verschiedenheit durch tektonische Ursachen zu erklären, in Verschiedenheit des Deckenbaues der Karpathen und der alpinen Flyschzone und vor allem im verschiedenen Verhalten der Flyschzone gegenüber den Vorlandsschichten. Zwischen den Schichten im beiderseitigen Vorlande waren nämlich schon frühzeitig wiederum weitgehende Analogien erkannt worden.

Das Alpenvorland in Österreich erfüllt in großer Mächtigkeit (Wels 1037 m, Eisenhub bei Braunau am Inn über 1530 m) der sogenannte Schlier, eine Bezeichnung, die hier und im folgendem als Gesteins- und Faziesbegriff gebraucht wird. Der Schlier, seiner Hauptmasse nach aus dünnschichtigen, feinsandigen und -glimmerigen Tonmergeln, mit nur schwachen flyschähnlichen Kalksandsteinen bestehend, besitzt zwar keine mächtigen Salzstöcke, wie die Salzformation des Karpathenvorlandes, ähnelt dieser aber durch eine Reihe charakteristischer Merkmale, wie das Vorkommen von Gipsnestern und -lagen, das gelegentliche Vorkommen von Kali- und Magnesiumausblühungen (Naßgallen mit salzliebenden Pflanzen!) und das gelegentliche Auftreten von Salzwässern. Erwähnt seien nur die bekannten Jod- und Bromwässer von Bad Hall in Oberösterreich und die heute verschüttete Bitterquelle von Laa a. d. Thaya.

Eine verbreitete Erscheinung im Schlier ist ferner das Vorkommen von Erdgas. Eine Zone von Erdgasbrunnen zieht längs des böhmischen Massivs von Amstetten über Enns nach Linz, ein zweites Gebiet zahlreicher Gasbrunnen ist das bayerisch-oberösterreichische Grenzgebiet, das wichtigste die Umgebung von Wels und Bad Hall. Bekannt ist, daß in Wels, wo 1891 bei Brunnengrabungen das erste Erdgas gefunden wurde, seinerzeit zahlreiche Privatparteien Erdgas im kleinen Ausmaße verwerteten. Heute, wo Erdgas zu den vorbehaltenen Mineralien gehört, weist das Montanhandbuch noch Erdgasbergbaue bei Wels, Buchkirchen und Bad Hall aus, mit über 63 000 cbm Förderung in den letzten Jahren.

Ölspuren wurden in diesen Gasbrunnen wiederholt gefunden. Ein eigentliches Ölvorkommen ist aber bisher nur bei Taufkirchen (Leoprechting, Winetsham) gefunden worden. Hier wurde in den Jahren 1907 und 1908 in Tiefen von 120 bis 214 m in den groben Sanden an der Basis des Schliers und unmittelbar über dem kristallinen Gebirge ein zähflüssiges, dunkles Öl angetroffen, von dem 1800 q gewonnen wurden. Damit war das Vorkommen keineswegs erschöpft, aber die Gewinnung durch Bohrungen war wegen

der Zählflüssigkeit unrentabel und der geplante bergmännische Abbau wurde vorzeitig abgebrochen.

Obwohl das Öl nicht im Schlier selbst lagert, muß doch angenommen werden, daß es aus den tieferen Schlierschichten des Beckens in die Liegendsande des alten Strandes eingewandert sei.

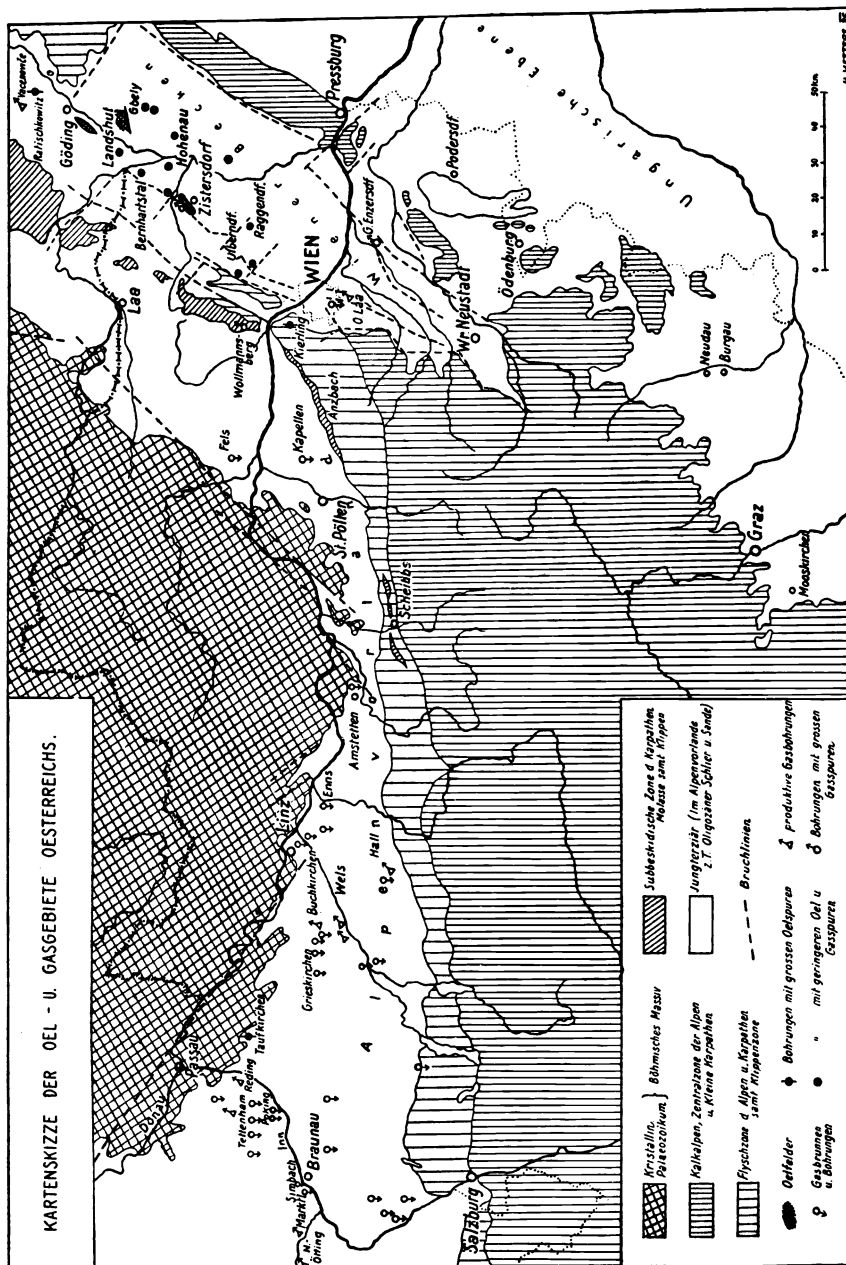


Abb. 1

Ein ähnliches Vorkommen wurde in der letzten Zeit bei Prambachkirchen, wenn auch ohne Erfolg, beschürft. In ähnlicher Position, aber etwas weiter vom Grundgebirge entfernt, liegen die derzeitigen Schurfb Bohrungen bei Ravensburg (N.-Ö.).

Es wird heute kaum noch bezweifelt, daß auch der Schlier unseres Alpenvorlandes eine Fazies darstelle, welche alle Eignung für ein Ölmuttergestein besitzt.

Wiederholt wurde die Frage aufgeworfen, warum im Schlier meist nur Erdgase ohne oder mit nur unbedeutenden Ölspurens gefunden werden. Meine persönliche Ansicht geht dahin, daß im Schlier sich sowohl gasförmige, wie auch flüssige Kohlenwasserstoffe bilden konnten und auch gebildet haben. Bei den letzten alpinen Faltungsbewegungen, bei welchen auch die Vorlandschichten in gewissem Grade mitbetroffen wurden, hat die Flyschzone die Schlierschichten vor sich her gedrängt, in flache und an ihrem Stirnrande in steilere Falten gelegt und zum Teil auch überfahren. Dabei sind die leichter beweglichen Erdgase viel weiter in die Falten und seichteren Wellen des Vorlandes eingedrungen, während die Hauptmasse des Erdöls zurückblieb und heute unmittelbar am Flyschrande und unter der Flyschzone zu suchen sei.

Die Frage nach der Ölhöflichkeit der alpinen Flyschzone ist tatsächlich eine vorwiegend tektonische und besteht im wesentlichen darin, ob und wie weit die Flyschzone die Schlierschichten überschoben hat.

Die verschiedenen Profile, welche über den Außenrand des Flysches und sein Verhältnis zum Vorlande gezeichnet wurden, zeigen in den verschiedenen Gebieten verschiedenes Verhalten.

Vorher sollen aber kurz noch einige stratigraphische Bemerkungen eingefügt werden.

Lange Zeit wurde der Schlier unseres Alpenvorlandes in seiner ganzen Mächtigkeit als eine stratigraphische Stufe angesehen und ins untere Miozän gestellt. Maßgebend waren dafür die am Rande des böhmischen Massivs beobachteten Lagerungsverhältnisse, wo, wie bei Maissau, Schlier über den burdigalen Eggenburger Schichten (der sog. I. Mediterranstufe) lagert. Dann die — im Vergleich zu der sonst im Schlier geringen Fossilführung reiche — Ottnanger Fauna.

Dadurch schienen die Verhältnisse im Alpenvorlande Österreichs ganz verschieden zu sein von denen im benachbarten Süddeutschland, wo dem Flyschrande zunächst eine Zone oligozäner Schichten (nach der alten Bezeichnung die ältere Meeres- und Süßwassermolasse) vorgelagert ist und erst weiter nördlich die miozänen Ablagerungen anstehen.

In der letzten Zeit gelang es nun — was schon früher mehrfach vermutet, aber immer wieder bestritten worden war — durch Fossilfunde nachzuweisen, daß ein Teil des Vorlandshliers oligozänes Alter besitzt. Die genaue Abtrennung kartenmäßig durchzuführen, ist erst im Gange.

So zeigte sich nach Grill, daß am Rande des böhmischen Massivs im Gallneukirchner Becken der dunkle, vielfach bituminöse Schlier mit Sanden wechsellagert, welche eine Oligozänfauna besitzen (Linzer Sande). Gleiches Alter hat nach meinen Befunden der dunkle Schlier im Amstettener Berglande und bei Wieselburg. Für die Melker Sande und die mit ihnen verzahnten Schliermergeln wurde ähnliches schon längere Zeit angenommen (Abel, Novak u. a.).

Aber auch für die tiefen Bohrungen im Innern des Schlierbeckens konnte das vergleichende Studium der Foraminiferenfauna durch Petters den Nachweis erbringen, daß unter dem helvetischen *Robulus inornatus* Schlier und den foraminiferenärmeren oberen und unteren Haller Schlier der oligozäne Schlier der chattischen Stufe ansteht. Seine Oberkante liegt bei Bad Hall 235 m tief (S. H. + 129 m), bei Wels 402,5 m (S. H. — 88 m), Gunskirchen 474 m (S. H. — 131 m), Willing 564 m (S. H. — 564 m), zeigt somit ein deutliches Absinken von Ost gegen West.

Gegen den Alpenrand zu scheinen in Oberösterreich ältere Schlierhorizonte zutage zu kommen. So fehlt z. B. bei Hall der helvetische *Robulus*-Schlier.

Am Alpenrande bei Neulengbach und Königstetten haben die geologischen Aufnahmen von Götzing und mir einen schmalen, dem Flyschrande vorgelagerten Streifen oligozäner Schichten ausscheiden lassen. Eine kleine, allerdings schlecht erhaltene

Fauna aus dem alten Kohlenschacht bei Starzing weist marine Mollusken des mittleren und tieferen Oligozäns auf.

Anlässlich der Exkursion während der Tagung der deutschen, geologischen Gesellschaft in Wien 1928, wurden die Vorkommen mit Prof. Boden aus München besucht. Es konnte weitgehende petrographische Ähnlichkeit mit den Schichten der bayerischen Molasse festgestellt werden und es entsprechen die dunklen Schlierschichten mit den Glanzkohlenflözchen den Cyrenenschichten, die hellen „Melker Sande“ den Glassanden. Dazu kommt das lockere Buchbergkonglomerat mit vorwiegend Kreideflyschgeröllen, welches Boden den Konglomeraten an der Basis der bayerischen Tortonmolasse vergleichen möchte. Auch für die Bausteinzone sind hier in dem Ollersbacher Konglomerat, mit Quarz- und Urgebirgsgeröllen Analogien vorhanden. Andererseits weist aber diese Randzone durch die Blockmergel und -sande bei Königstetten (mit abgerollten Flysch- und Kristallingeröllen von oft bedeutender Größe) Ähnlichkeit mit den oligozänen Mergeln auf, welche die Umhüllung der Klippengesteine des Waschbergzuges bilden. Diese Mergel wieder sind die unmittelbare Fortsetzung der Auspitzer Mergel der benachbarten mährischen Flyschzone, die dort den Hauptanteil der subbeskidischen parautochthonen Zone bilden.

Zu bemerken ist noch, daß auch die Auspitzer Mergel nicht nur petrographisch dem jüngeren Schlier überaus ähnlich sind, sondern auch wie dieser Salzausblühungen, Gipsnester und Gasvorkommen zeigen. Erwähnt seien nur die Bohrung von Austerlitz (1909) mit stärkeren Gasen bei 600 m Tiefe, die kleineren Vorkommen von Niemtschitz, Aujezd-Neudorf und die 800 m tiefe Bohrung von Wollmannsberg bei Stockerau (1922), welche wiederholt Erdgas antraf und drei heftige Ausbrüche zu verzeichnen hatte. Auch schwache Ölspuren wurden beobachtet. Ebenso seinerzeit Ölausbisse bei Niederfellabrunn. Aus Oligozänschlier stammen auch die vor Jahren in Berging bei Amstetten beobachteten Erdgase und wahrscheinlich auch die der Bohrung unweit von Fels am Wagram (1922).

In der Eignung als Ölmuttergestein besteht ersichtlich zwischen dem jüngeren, der Salzformation altersgleichen Schlier und dem oligozänen Schlier des Alpenvorlandes kein Unterschied.

Hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse der Flyschzone zu den oligozänen Molasse-schichten lassen die aus der Schweiz von Baumberger gezeichneten Profile eine ziemlich weite Aufschiebung des Flysches auf die Molasse der Rupel- und Chattstufe erkennen und analog sind diese Schichten wieder als Schuppe auf die autochthone Serie Rupel-, Chatt- und Aquitanstufe aufgeschoben. Die von A. Heim und Baumberger aus Vorarlberg gezeichneten Profile zeigen nur eine steile Aufschiebung des Flysches auf die steil gestellten Oligozänfalten. Im Allgäu zeichnet Krauß wieder flacher überschobene Schuppen und eine deutliche Überschiebung des Flysches und der darunter liegenden helvetischen Kreide auf die Molasse. Lediglich eine Anpressung lassen die Profile erkennen, die Weithofer aus dem südbayerischen Kohlengebiete zeichnet. Stellenweise wurde im Bergbau sogar ein steiles Abfallen der Oligozänmolasse von Flysch und Nummulitenschichten weg, festgestellt. Starke Überfaltung herrscht dagegen im Tegernseer Gebiete zwischen Flysch und den helvetischen Kreideschichten und Richter nimmt trotz des Einfallens der Oligozänschichten von Flysch und der helvetischen Kreide weg, aus Analogie an, daß das Oligozän auch hier in der Tiefe unter der helvetischen Kreide noch anstehe.

Wir sehen, daß wir aus den Nachbargebieten Süddeutschlands keinen endgültigen Schluß auf die Lagerungsverhältnisse des Flyschrandes in Österreich ziehen können.

In Österreich selbst ist der Flyschkontakt mit den Vorlandsschichten selten gut abgeschlossen. Bei Neulengbach beobachteten Göttinger und ich 60 bis 70° steiles Einfallen des Schliers und des Melker Sandes unter dem Flysch. Dasselbe hatten seinerzeit die Aufschlüsse im Bergbau gezeigt.

Wir nahmen eine Überschiebung der oligozänen Schichten durch den Flysch unter gleichzeitiger starker Verschuppung von Flysch mit den Schlierschichten und Sanden an, eine Ansicht, die von verschiedenen Fachkollegen geteilt wurde, während andere nur eine Überkipfung des Flysches zugeben wollten. Ich habe damals auf Grund der angenommenen Überschiebung die Randzone des Flysches als ölhöflich angesprochen, doch kam es trotz Interesses kapitalkräftiger Kreise zu keinen Schürfungen, da die dem Kapital maßgebenden Geologen sich gegen meine Annahme aussprachen.

Auch sonst, wo ich die Lagerungsverhältnisse am Flyschrande begehen konnte, gewann ich überall den Eindruck einer steilen Überschiebung. In der Gegend von Kirnberg, Purgstall, Steinakirchen, Neuhofen zeigt der Schlier am Flysch steile Faltungen, welche weiter gegen das Beckeninnere zu immer flacher werden.

Eine wichtige Entdeckung gelang mir im Jahre 1929 im Gebiet des Feichsenbaches westlich von Scheibbs. Hier stehen südlich der Flyschzone des Kerschenberges und Pöllaberges und nördlich des der inneren oder pieninischen Klippenzone der Alpen angehörigen Lampelberges (Tithon-, Neokom-, Aptychenkalke in einer Hülle von flyschartigen Schichten) Schliermergel an, welche vom Schlier des Vorlandes nur durch die etwas häufigere Einschaltung von flyschähnlichen Kalksandsteinbänken verschieden sind. Sie bilden das zwischen den genannten Bergen liegende mit Wiesen und Feldern bedeckte flachere Gelände.

Sehr häufig sind Schichten voll Melettaschuppen. Zwei ziemlich gut erhaltene Skelette ließen sich mit der *Meletta longimana* Heckel vergleichen. Meine darauf begründete Altersbestimmung als Oligozän, wurde später durch die von Dr. Petters vorgenommene Bestimmung der Foraminiferen der Schichten aus 105 bis 110 m Tiefe einer hier niedergebrachten Handbohrung bestätigt. Die teils aus roten, teils aus dunklen Tönen stammenden Foraminiferen haben nach Petters einen etwas älteren Charakter, als die Foraminiferen des Schliers von Gallneukirchen und Wieselburg (= chattische Stufe). Petters möchte für unsere Faunen, von denen die der roten Tone einen mehr benthonischen, die der dunklen Tone einen mehr planktonischen Charakter besitzt, ein mittel- bis unteroligozänes Alter annehmen.

Die Schichten des „inneren Schliers“, wie ich diese Zone kurz bezeichnete, ziehen in ziemlicher Breite aus der Gemeinde Rogatzboden durch die Gemeinde Robitzboden bis über den Bach von Reinsberg und verschmälern sich dann gegen die Grestener Niederung zu. Nach Osten ziehen sie wieder verschmälert ins Saffenbachtal und über den Sattel beim Schweighofer ins Erlaufthal, wo sie unter den diluvialen Schottern nicht mehr erkennbar sind. Dunkle Schlierschichten mit Melettaschuppen fand ich wieder in der zwischen Flyschschichten liegenden kleinen Niederung an der Melk westlich von St. Georgen. Schließlich sind sie wieder im Manktale bei Texing zu finden und ziehen von da als schmaler Zug über Glosbach und nach Götzingen weiter gegen Rabenstein.

Zunächst waren in diesem Zuge keine Erdölanzeichen zu finden gewesen. Im April 1931 wurden in Glosbach im Flysch, nahe unseres Schlierzuges, starke Schallphänomene verbunden mit aufsteigenden Rauchsäulen seitens mehrerer Bewohner wahrgenommen. Götzingen erhob später die Wahrnehmungen und erklärte das Phänomen als eine natürliche Gasexplosion, bei der das Erdgas aus der Zone des inneren Schliers stammte und in den benachbarten Flysch eingedrungen war.

Im Sommer 1934 wurde mir gemeldet, daß in Rogatzboden bei Anlage einer Drainage starker „Benzingeruch“ verspürt wurde.

Diese Angabe zu überprüfen entschloß sich die Gewerkschaft Raky-Danubia, welche schon bald nach der Entdeckung des inneren Schliers dieses Gebiet mit Freischürfen belegt hatte, zu Schurfarbeiten.

Schon die zur Aufschließung der Lokaltektone angelegten Schurfschächte gaben eine gewisse Bestätigung der Angaben des Grundbesitzers Wiesbauer. In einigen der 2 bis 4 m tiefen Schächte wurde auf dem Grundwasser nach einiger Zeit eine opalisierende

Fettschichte und das Aufsteigen brennbarer Gasblasen beobachtet. Die später hier niedergebrachte Handbohrung, welche derzeit eine Tiefe von 171 m besitzt, zeigte schon ab 16 bis 17 m Tiefe deutliche Gas- und Ölsuren. Besonders solange im Schachte noch das bei 2 m anstehende Grundwasser stand, waren die platzenden Gasblasen und die bis talergroßen irisierenden Ölflecken deutlich zu beobachten. Angezündet brannten die Gase mit mehr als meterhoher Stichflamme über den Rohren. Als die oberflächlichen Wässer gesperrt waren und die vollständig trockene Bohrung größere Tiefen erreichte, war das Aufsteigen der ölführenden Gase nicht mehr so deutlich zu beobachten. Aber noch längere Zeit gelang es bei Absperren des Bohrloches größere, brennbare Gasansammlungen zu erzielen; zuletzt, als bei Wiedereröffnung der über den Winter stehen gelassenen Bohrung der Nachfall ausgeräumt war. Fortlaufend aber konnte beim Auswaschen der vom Spiralbohrer heraufgebrachten frischen Proben das Entweichen von Gasbläschen, welche irisierende Flecken hinterließen, bis in die letzte Tiefe beobachtet werden.

Nach diesen Anzeichen schein es wohl kaum zweifelhaft, daß auch unser innerer Schlier die Eigenschaften eines Ölmuttergesteins besitzt.

Die Bohrung bewegte sich bis 71,4 m in den auch zutage anstehenden Schlierschichten mit Kalksandstein- und Kalkmergelbänken. Von dieser Tiefe an schalteten sich wiederholt rotbraune und dunkelgrünliche bis schwarzgraue Tone und Mergel ein, welche den in den Auspitzer Mergeln auftretenden bunten Tönen vergleichbar sind.

Von den später zu besprechenden roten und dunklen Schiefen an der Basis des Flysches, unterscheiden sie sich durch das Fehlen der bezeichnenden dunklen glaukonitischen Sandsteine und rissigen harten Kalksandsteine.

Von Wichtigkeit ist es, ob der innere Schlier eine Einfaltung innerhalb der Flyschschichten oder einen Aufbruch, d. h. ein tektonisches Fenster im Flysch bildet. In den verschmälernten Zonen zeigen die Schlierschichten das gleiche S- bis SO-Einfallen, wie die Flyschschichten und die petrographisch ganz gleichen Hüllschichten der Klippenzone und läßt sich nicht entscheiden, ob ein Aufbruch oder eine Einfaltung vorliegt.

In dem größeren Vorkommen von Rogatzboden—Robitzboden bildet der Schlier nach den Beobachtungen in den Schurfschächten mittelsteile Aufwölbungen, die generell von N—S laufenden Störungen durchzogen werden. Das Untertauchen unter die Klippenzone ist wie überall deutlich. Gegen die Flyschzone zu sind wechselnde Fallrichtungen zu sehen, oft auch unter die Flyschzone gerichtet.

Die Hauptmasse der Flyschzone bildet der oberkretazische Flysch vom Charakter der Inoceramenschichten. Dabei nehmen die bezeichnenden Mergelschiefer mit Chondriten und Helminthoiden sowie die harten, dichten, blaugrauen Kalksandsteinbänke von Süd gegen Nord an Menge gegenüber groben und feinkörnigen, weniger harten Sandsteinen ab.

An der Basis des Oberkreideflysches stehen am Fuße des Kerschenberges, Pöllaberges, Grestner Hochkogels und Schweinsberges usw. dunkle und oft auch rote Tonschiefer an, denen Bänke von dunklen Glaukonitsandsteinen und harten dunklen Kalksandsteinen mit rissigen Schichtflächen und breiten Spatadern eingeschaltet sind.

Außer an der Grenze gegen den inneren Schlier fand ich diese Serie auch vielfach in den Tälern der Flyschzone unter den Inoceramenschichten anstehend, weshalb ich sie für einen älteren Flyschhorizont ansehen möchte. Sie ähneln petrographisch vielfach den Pfalzauer Schichten in der Hülle der Schöpfl-Klippenzone, die heute ebenfalls als älterer Kreideflysch angesehen werden (Göttinger). Dazu kommt noch das Auftreten von dunklen (gelegentlich auch roten) Schiefen am Außenrande der Flyschzone von Steinakirchen westwärts bis gegen St. Peter i. d. Au. Am Haaberge bei Steinakirchen kommen darin helle, an Aptychenkalke erinnernde, Mergelkalke und Fleckenmergelkalke, anscheinend Scherlinge vor; ferner manche Gesteinstypen, die für die Wolfpassinger Schichten am Außensaume des Wienerwaldflysches bezeichnet sind, wie

die gebänderten, bräunlichen, kieseligen Sandsteine. Auch diese Zone dürfte unterkretazisch sein und den früher beschriebenen roten und dunklen Schiefem am Innenfuße der Flyschzone entsprechen.

Am Kerschenberge bilden die Inoceramenschichten mit ihrer Basis von roten und dunklen Schiefem eine deutliche Synklinale, unter die die Schlierschichten von Rogatzboden unterzutauchen scheinen.

Diese Lagerungsverhältnisse sowie der Umstand, daß die Schichten des oligozänen inneren Schliers hier, wie im Melk- und Manktale überall in den Tiefen zwischen den höheren Flyschbergen (der Flyschzone und Klippenzone) lagern, überdies im Melk- und Manktale innerer und äußerer Schlier einander sehr nahe kommen, bewogen mich zur Annahme, daß der Schlier tatsächlich als ein Aufbruch von der Tiefe her, also als ein tektonisches Fenster im Flysch anzusehen sei. Demnach würde hier die Flyschzone zum großen Teil auf Schlierschichten schwimmen. Ihre Wurzeln möchte ich in dem Hüllflysch der Klippenzone suchen, von welcher ich im Sinne von Trauth annehme, daß sie aus der Tiefe auftauchende, vielfach zerrissene Antiklinen bilde.

Daß aber der Aufbruch unseres inneren Schliers auch von starken Aufschürfungen des tieferen Untergrundes begleitet sein muß, zeigt das Vorkommen von kristallinen Scherlingen an den Rändern des Schliers, besonders am nördlichen Rand, wo z. B. bei Schaitten Granitblöcke von der Größe und Menge wie am Waschberg bei Stockerau vorhanden sind.

Auch am Außenrande des Flysches scheinen solche Scherlinge vorzukommen, wie der Gneisblock von Steinursch bei Steinakirchen zeigt.

Was eröffnen sich nun für unser Gebiet für Aussichten auf Ölhöffigkeit? Nach den Spuren der Handbohrung von Rogatzboden kann der innere Schlier als Ölmuttergestein angesehen werden. Eine abbauwürdige Lagerstätte ist im Gebiete der Bohrung dann zu erwarten, wenn entsprechend mächtige ölsammelnde Schichten in der Tiefe vorhanden sind. Also sandige Lagen im Schlier selbst. Die erwähnten kristallinen Scherlinge deuten an, daß in unbekannter Tiefe ein kristalliner Rücken vorhanden sein dürfte. Aus Analogie mit den Verhältnissen am Rande des böhmischen Massivs kann angenommen werden, daß das kristalline Gebirge zunächst von einem Mantel von Sanden (Typus Linzer Sand und Melker Sand) bedeckt wird. Bei den stattgefundenen großen Überfaltungsbewegungen dürfte auch der Untergrund noch in Mitleidenschaft gezogen worden sein, und es können Partien dieses Sandes in den Schlier eingepreßt worden sein, die dann Ölsammler abgeben.

Von noch größerer Wichtigkeit erscheint es mir, daß durch Tiefbohrungen die Frage nach der Lagerung der Flyschzone einwandfrei festgestellt werde. Denn, wenn meine oben geäußerte Ansicht sich als richtig erweist, dann können wir Ölführung für große Teile unserer österreichischen Flyschzone erhoffen. Alle Voraussetzungen, in unserer Flyschzone Ölfelder, ähnlich denen Galiziens zu finden, scheinen dann erfüllt. Als Muttergestein der Schlier im Liegenden der überschobenen Flyschzone, in der es an aufnahmefähigen Sandsteinen nicht mangelt.

Unabhängig von der Frage, ob die Flyschzone auf Schlier schwimme oder nicht, eröffnet sich noch die Hoffnung auf ölführende Gebiete im Süden unseres inneren Schliers. Daß Deckenbau in unserem Gebiete herrscht, steht außer Frage, gut 3 km zieht im Halbfenster der großen Erlauf der Flysch und die Klippenzone unter dem Hauptdolomit der Frankenfesler Decke. Daß überall der oligozäne Schlier unter die Klippendecke untertaucht, wurde bereits erwähnt. Es fragt sich nur wie weit. In den sechziger Jahren wurde im Luisenschachte bei Gresten, angeblich im Wiener Sandstein (Flysch), das Austreten von Gasen und Steinöl beobachtet. Obwohl ich weiß, daß solche Beobachtungen auch in anderen Kohlengebieten gemacht wurden, wo kaum an Öllagerstätten zu glauben ist,

scheint es mir hier doch am wahrscheinlichsten, daß diese Ölspurens aus dem überschobenen Schlier stammen.

Noch viel weiter südlich, mitten im kalkalpinen Gebiete, liegt die Urmannsau, wo man schon vor Jahrhunderten in der Erlauf den Austritt von hellem Erdöl aus Spalten des Kalkgesteins beobachtete. Auch diese Stelle liegt in einem tektonischen Fenster, in dem unter den mitteltriadischen Kalken der Lunzer Decke, Tithon-Neokomkalke der Frankenfesler Decke zutage kommen. In den letzten Jahren wurden einige Bohrungen auf geringe Tiefe ausgeführt, welche wieder in Spalten des Kalkes das helle, leichte Öl antrafen. Eine auf etwa 300 m niedergebrachte Bohrung traf in 20 m Crinoidenkalk der Vilerschichten (Dogger), dann in 244 m Tiefe Radiolarienkalk des Lias an. Woher das Erdöl kommt, ist noch fraglich. Da ich aber in der Frankenfesler Decke keine Schichten kenne, die als Ölbildner in Betracht kommen (man müßte denn auf die alte Ansicht Gumbels zurückgreifen, der den Hauptdolomit als solchen ansah), scheint es mir am wahrscheinlichsten, daß das Öl aus den Flyschschichten der Klippenzone und letzten Endes aus unserem oft genannten inneren Schlier stamme.

#### Anmerkung der Schriftleitung:

*Außer den vorstehend abgedruckten Vorträgen wurden am Leobener Bergmannstag noch folgende Fachvorträge gehalten:*

*Amtsrat Leopold Mayer, Leoben: „Durchschreibebuchhaltung als Grundlage für die Kalkulation im Bergbau“.*

*Prof. Dr. W. Jongmanns, Heerlen: „Paläobotanische Untersuchungen in den Karnischen Alpen“.*

*Dr.-Ing. Karl Patteisky, Schles.-Ostrau: „Die regionale Lage der west- und mitteleuropäischen Steinkohlenbecken und die Stellung des ostsudetischen Karbons im Zuge der südlichen Saumtiefe“.*

*Ing. Friedrich Locker, Zlin: „Ergebnisse der letzten Bohrung auf Erdöl in Südmähren“.*

*Die Drucklegung dieser Vorträge unterblieb entweder mangels der erforderlichen schriftlichen Unterlagen oder aber wegen der beabsichtigten Veröffentlichung des Vortrages in erweitertem Umfange.*



# ANKÜNDIGUNGEN DER INDUSTRIE

KRANE,  
TRANSPORT- UND  
FÖRDERANLAGEN  
FÜR  
BERG-, HÜTTEN- UND  
STAHLWERKE

ZERKLEINERUNGS-  
UND AUFBEREITUNGS-  
ANLAGEN FÜR  
KOHLE, KOKS, ERZE  
UND GESTEINE



SIMMERINGER-WIEN

**SIMMERINGER**   
MASCHINEN- u. WAGGONBAU-FABRIKS-A:G. WIEN XI.

**EISEN STAHL**

**KOHLE**

**Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft**

Generaldirektion: Wien I, Friedrichstraße 4 · Telephon B 29-5-20

**Werke:**

Donawitz, Eisenerz, Fohnsdorf, Hüttenberg, Kindberg,  
Köflach, Neuberg, Seegraben, Wald, Zeltweg

# Neue Erzaufbereitungen

mit **Elzo** **Flotation**



1936/37

Tagesleistung  
800t



1100t



300t



**WESTFALIA-DINNENDAHL-GRÖPPEL**  
AKTIENGESELLSCHAFT

BOCHUM

# Hauhinco

Maschinenfabrik **ESSEN**



Hauhinco 528

Seigerförderer D. R. P.



Hauhinco 534

Abbauhammer D. R. P.



Hauhinco 476



Hauhinco 486

Stahlfederbänder



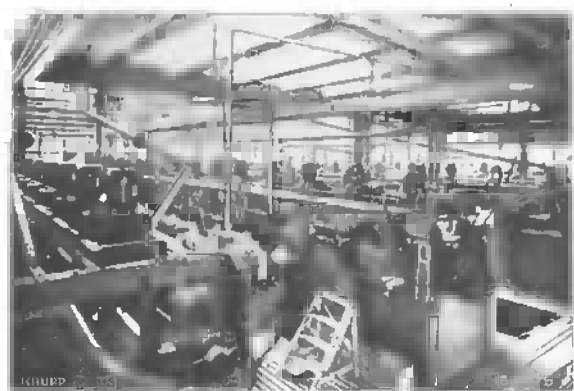
Hauhinco 454

Gummigurtförderer



# AUFBEREITUNGS-ANLAGEN

FÜR ERZE JEDER ART  
nach  
naßmechanischen,  
magnetischen,  
Lauge-,  
Schwimm- und  
kombinierten Verfahren



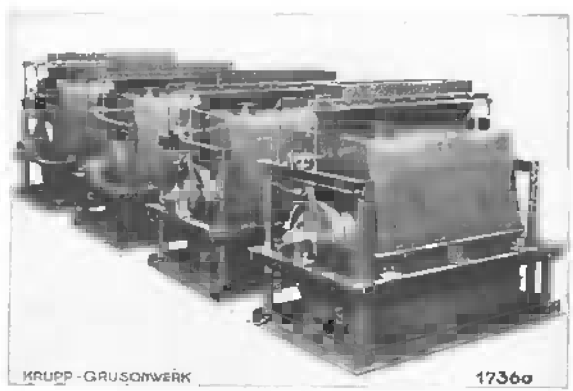
Schaumswimm-Maschinen



Turbo-Schwingsieb mit Brauseeinrichtung



Drehrohr-Röstöfen



elektromagnetische Trommelscheider

## EINRICHTUNGEN für HÜTTENBETRIEBE

- Schmelzanlagen für Nichteisen-Erze
- Wassermantel-Öfen
- Raffinieranlagen für Rohmetalle
- Röstöfen
- Konverter
- Schlacken- und Gießwagen u. s. w.

Wir reichen Ihnen gern Druckschriften und Betriebsvorschläge ein. Ebenso stehen Ihnen unsere Versuchsanstalten zu Arbeitsproben mit Ihrem Rohmaterial jederzeit zur Verfügung

# FRIED. KRUPP GRUSONWERK AKTIENGESELLSCHAFT · MAGDEBURG

# Eickhoff

Elektrische  
Rutschenantriebe  
in  
grundlegend  
neuartiger Bauart

Preßluft-  
Drilling-  
Rutschenmotoren

Flossen-Rutschen  
mit Gelenk-Verbindung

mit Schrauben-Verbindung

Bandanlagen - Unterbandförderer für Streb und Strecke



**GEBR. EICKHOFF · MASCHINENFABRIK · BOCHUM**  
VERKAUFSBÜRO FÜR SÜDOST-EUROPA: GEBR. EICKHOFF / MÄHRISCH-OSTRAU

# NEU-FABRIKATE:

Vortriebs-  
Kerb- u. Schrämmaschinen

in  
verschiedenen  
Bauarten

für alle praktisch vorkommenden Verhältnisse

Groß-Schrämmaschinen

für den Streb-  
bau  
und  
Streckenvortrieb

Klein-Schrämmaschinen

Universal-  
Kettenförderer

für ansteigende, einfallende  
und söhlige Förderung



**GEBR. EICKHOFF • MASCHINENFABRIK • BOCHUM**  
VERKAUFSBÜRO FÜR SÜDOST-EUROPA: GEBR. EICKHOFF / MÄHRISCH-OSTRAU

# DEIMAG

AKTIENGE-  
SELLSCHAFT

DUISBURG  
AM RHEIN



Sp  
20379

Zeitgemässe  
**Bergwerks-Einrichtungen  
über- und untertage**

VERTRETER: OBERINGENIEUR J. KROSCHEL, WIEN IV, BRÜCKNERSTRASSE 6  
Besuchen Sie unser Ausstellungshaus auf der Großen Reichsausstellung „Schaffendes Volk“, Mai–Oktober 1937,  
Düsseldorf

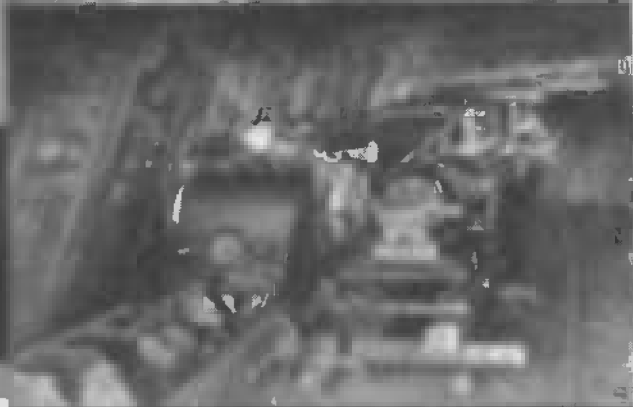
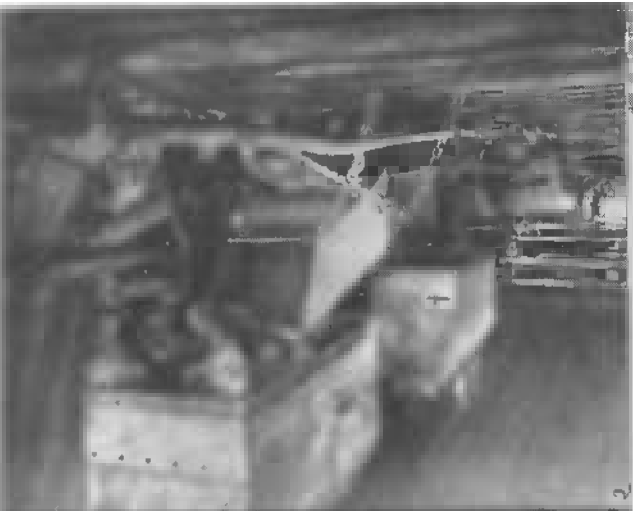


# Für die Gewinnung und Förderung von Kohle, Erz

u. sonstigen Mineralien liefern wir:

Schachtgerüste, Fördermaschinen, Förderkörbe, Seilsicherungen, Turbo- u. Großkompressoren, Gebläse, stationäre u. fahrbare Kompressoren, Prebluftmotore u. Werkzeuge, Wagenumläufe für selbsttätigen Betrieb, Grubenlokomotiven

Bandförderer aller Art



# DEMAG

## DUISBURG

VERTRETER: OBERINGENIEUR J. KROSCHEL, WIEN IV, BRUCKNERSTRASSE 6  
Besuchen Sie unser Ausstellungshaus auf der Großen Reichsausstellung „Schaffendes Volk“, Mai–Oktober 1937,  
Düsseldorf

# AEG

Scharnier-Keilverschluß



Schraubenloser Verschluß für  
druckfestgekapselte Schaltgeräte

Stahlblechgeschweißt · Bruch sicher

40% Gewichtsersparnis

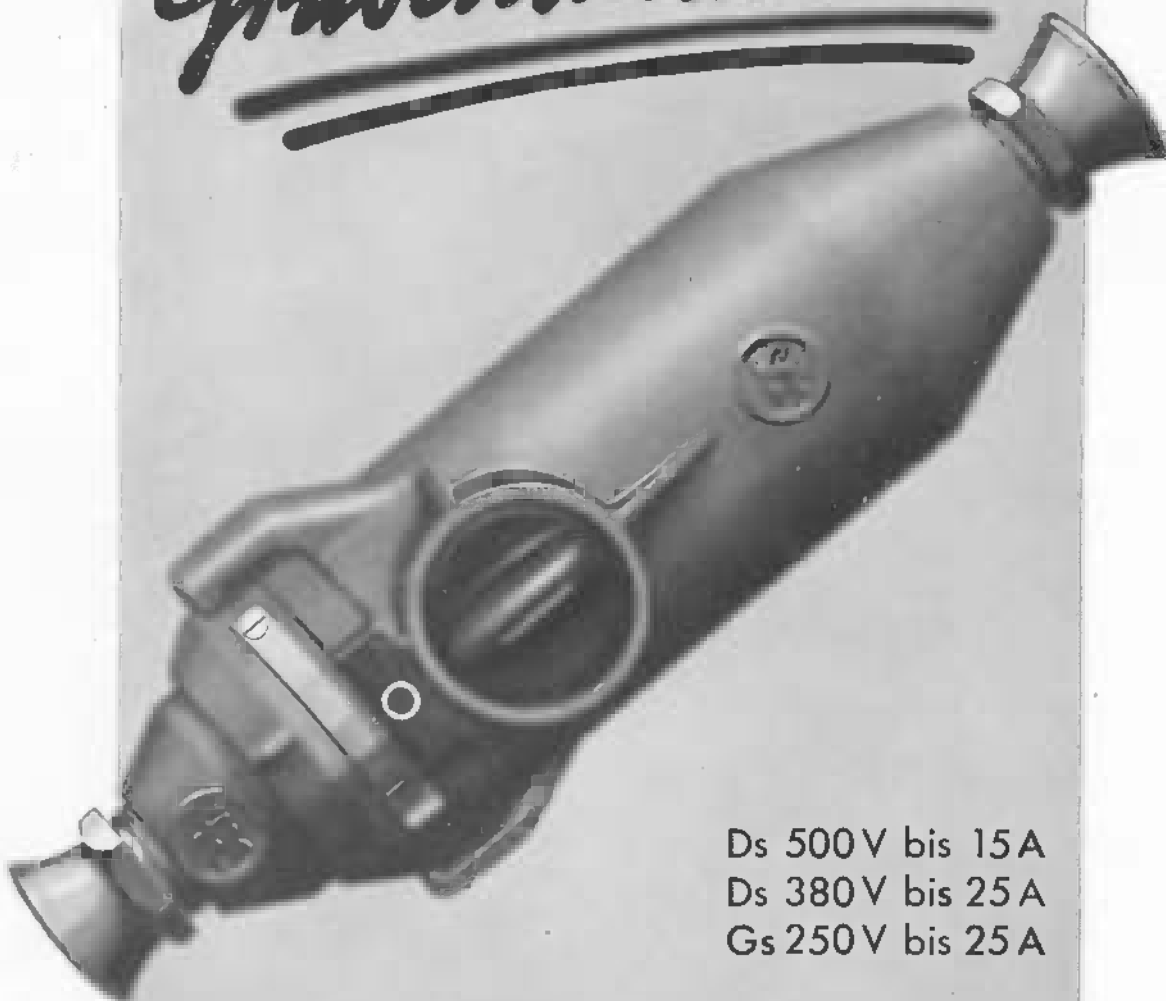
100% Verriegelung

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT

# AEG

## Elektrizität im Bergbau

*Grübensicherheit!*

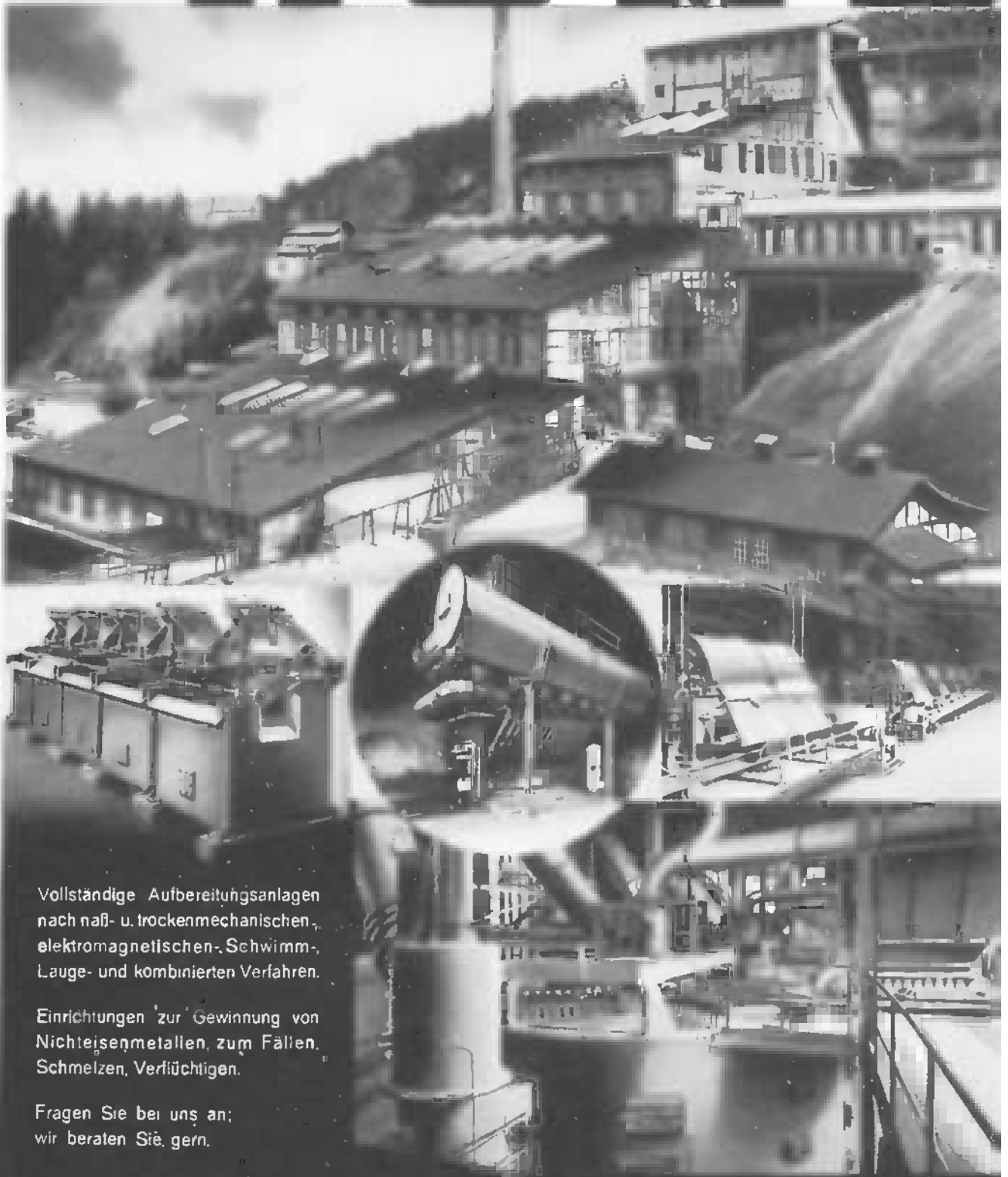


Ds 500 V bis 15 A  
Ds 380 V bis 25 A  
Gs 250 V bis 25 A

**Schlagwettergeschützte  
Steckvorrichtung**  
mit eingebautem Schalter

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT

# H U M B O L D T



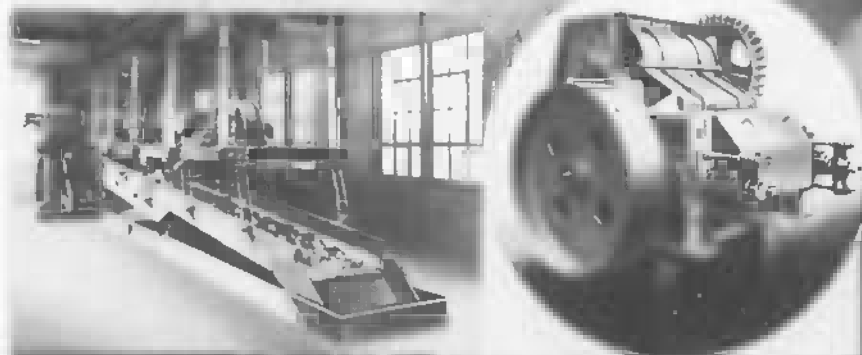
Vollständige Aufbereitungsanlagen nach naß- u. trockenmechanischen, elektromagnetischen-, Schwimm-, Lauge- und kombinierten Verfahren.

Einrichtungen zur Gewinnung von Nichteisenmetallen, zum Fällern, Schmelzen, Verflüchtigen.

Fragen Sie bei uns an; wir beraten Sie, gern.

Neuzeitige, zweckentsprechende Erz-Aufbereitungen und Hüttenanlagen

# H U M B O L D T



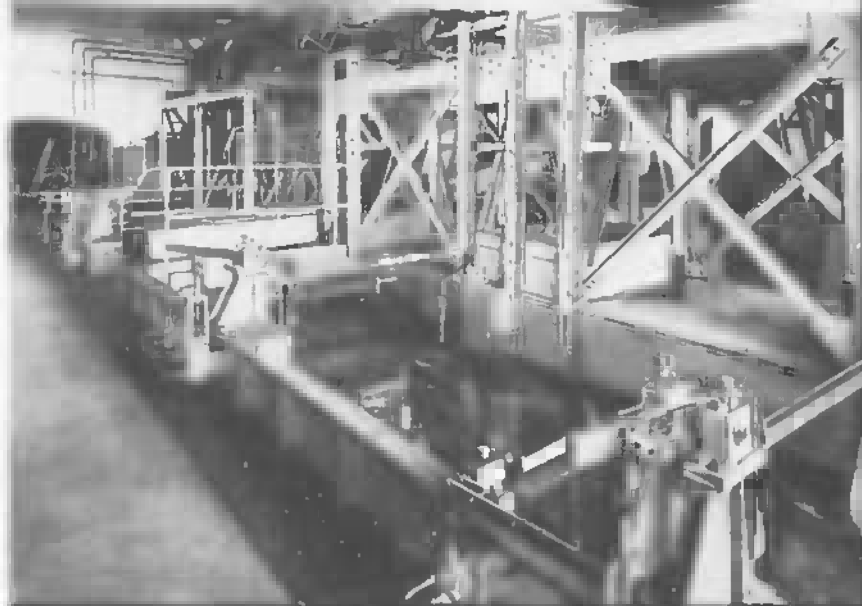
Trocken-Aufbereitung  
von Grob- und Feinkohle auf Luft-  
Setzmaschinen,  
Bauart Humboldt-Carlshutte DRP.

Naß-Aufbereitung  
auf Naß-Setzmaschinen mit  
selbsttätigen Austragreglern DRP.

Leichter Einbau der selbst-  
tätigen Austragvorrichtungen  
in Setzmaschinen anderer  
Bauarten.

Aufbereitungs-, Brikettierungs- und  
Förderanlagen für Braunkohle  
sowie alle zur Vervollständigung  
vorhandener Betriebe erforderlichen  
Teilanlagen und Sondermaschinen.

Sachverständige Beratung bei der  
Planung von Aufbereitungsanlagen.



Aufbereitungs- und Brikettierungs-Anlagen für Steinkohle

MOTOREN A.G. KÖLN

# STAHLBAUWERKE UND FÖRDEREINRICHTUNGEN FÜR DEN KOHLEN- UND ERZBERGBAU

Fördergerüste • Schachthallen • Schachtschneisen  
Skip-Gefäßförderung • Förderseil-Ausrichtungen  
Förderkörbe • Förderwagen • Streck-Ausbau  
Fördermaschinen • Fahrregler D.P.P. • Förderhaspel  
Druckluft-Walzenmotoren für Haspel u. Förderbänder  
Kolbenkompressoren • Turbokompressoren • Turbogeneratoren  
Turbogenerator-Anlagen • Dampfmaschinen

Ketten, feuer- oder elektrisch geschweisete Berggüter  
Seilseile aller Art • Förderseile von höchster Leistung

Gesamtanlagen und Einzelapparate für die Verarbeitung  
und Veredelung von Mineralien • Behälter und Tanks

## GHH

### GUTEHOFFUNGSHÜTTE

OBERHAUSEN AKTIENGESELLSCHAFT

### WERK STERKRADE (RHEINLAND)

# „TRAUZL“

AKTIENGESELLSCHAFT FÜR TIEFBOHRTECHNIK UND MASCHINENBAU  
VORM. TRAUZL & CO., WIEN XXI/8

Verwaltung und Fabrik:  
WIEN XXI/8 – STREBERSDORF  
SCHEYDGASSE 178



Fernruf: A-60-5-45 Serie  
Drahtanschrift: Bohrtechnik Wien

## TIEFBOHRTECHNISCHE EINRICHTUNGEN

aller Bohr- und Fördersysteme zum Aufsuchen, Erschließen und Gewinnen von

Erdöl, Erdgas, Kohle,  
Asphalt, Erdwachs,  
Mineralien, Erzen,  
Steinen, Salzen, Solen,  
Wasser, Thermal-  
quellen, Gold, Natur-  
dampf usw.

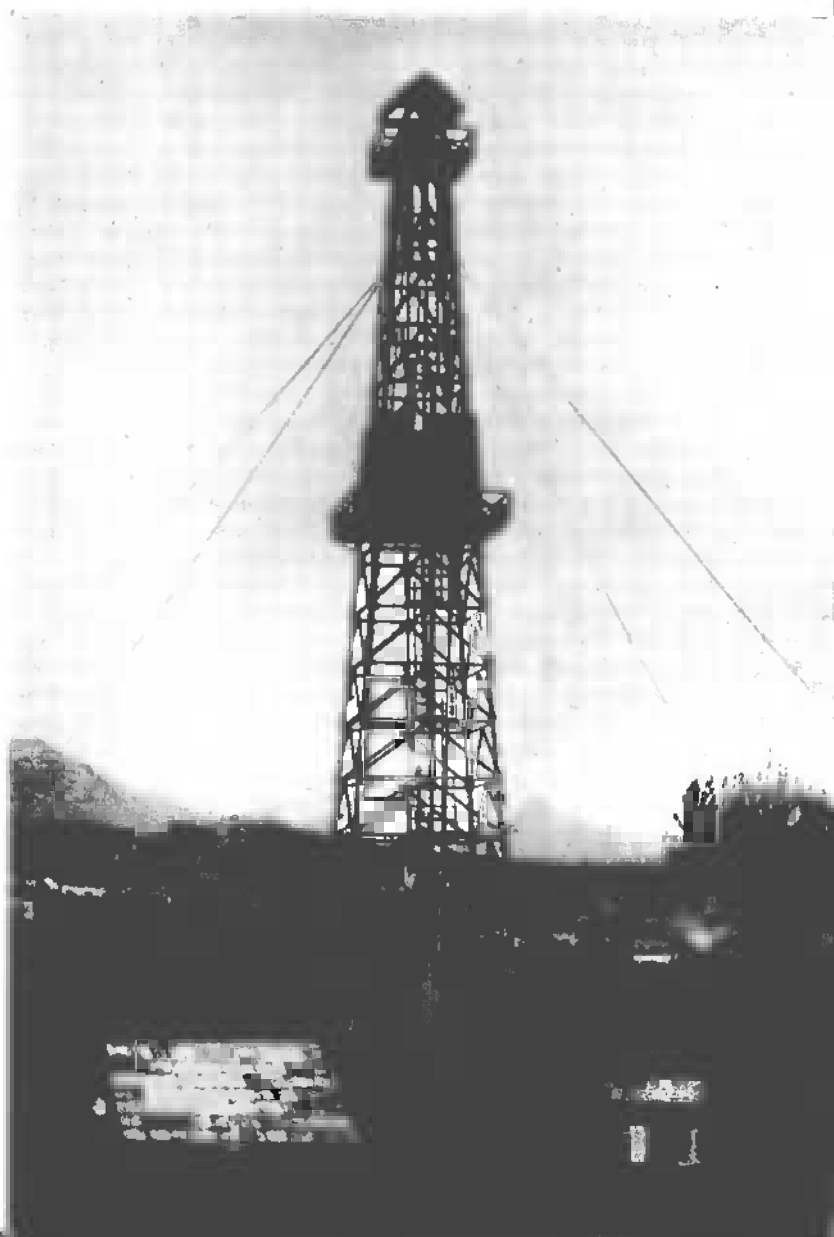
aus allen in  
Betracht kommenden  
Tiefen bis 3600 m

Angebote und Beratungen  
durch unsere Fachingenieure  
kostenlos.

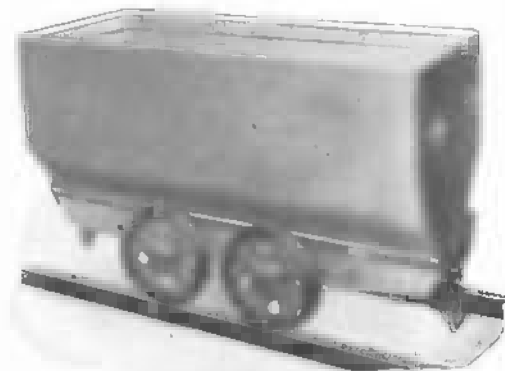
Verlangen Sie freie Zusen-  
dung unserer Druckschriften,  
im besonderen unseres  
Hauptkatalogs T20.



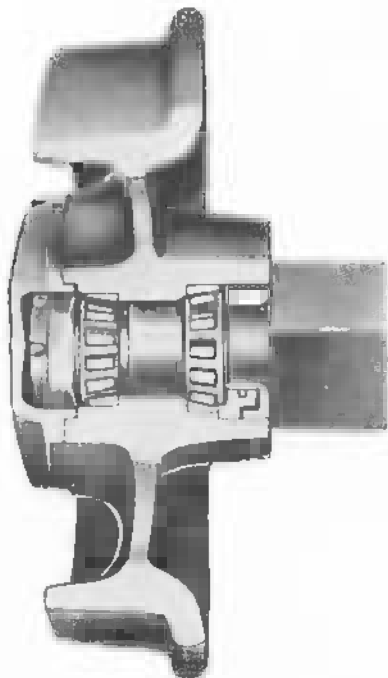
„TRAUZL“ ROTARY  
TIEFBOHRANLAGE



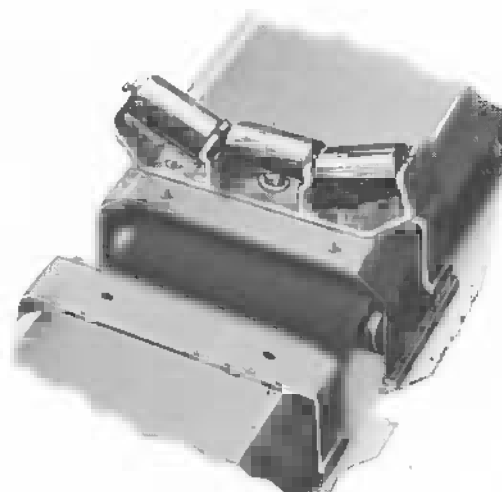
# PFINGSTMANN



**Förderwagen • Großraumwagen**  
in geschweißter und genieteteter Ausführung



**Rollenlager-Radsätze**  
normal und verbessert  
**Radsätze DRP.**



**Mulden-Förderbänder**  
für Strecke oder Streb

**PFINGSTMANN-WERKE A:G.**  
**RECKLINGHAUSEN-SUD**      DRAHTWORT PFIWAG<sup>®</sup>      FERNRUF 3 A 2741



  
**SIEMENS**

# Elektrizität im Bergbau



Bandförderung    Elektrotrommel



Leuchten vor Ort

Leuchtwarten



**ÖSTERREICHISCHE SIEMENS-SCHUCKERT-WERKE**

GRAZ - INNSBRUCK - LINZ - WIEN

# Technischer Industrie- u. Zechenbedarf

Transportbänder und Riementriebe  
Förderband „Balatros-Grubensicher“  
Gurt-Verbindehaken (NILOS-Haken) DRGM  
Gurt-Verbindezange (NILOS-Zange) DRGM  
Förderbandspanner „ZUG-OTTO“ DRGM  
Lager-Abdichtungen (NILOS-Membranen) DRGM  
NILOS-Schlauchsicherung DRGM



**PAUL WEVER**  
DÜSSELDORF

*Das Zeichen für Qualitätsarbeit*



**FRIEMANN & WOLF G.M.B.H. ZWICKAU/SA.**

REG. 189



## WIEN

**V, MARGARETENSTRASSE 70 • TEL. B-23-5-95 SERIE**

**Brückenbau** für Straßen und Eisenbahn • **Stahlskelettbau**, Stahlkonstruktionen aller Art • **Maste**, Blechrohr- und Stahlgittermaste aller Art • **Krane** aller Art, bis zu den größten Abmessungen • **Drahtseilbahnen und Förderanlagen** für Massentransporte • **Stahl-, Grau- und Tempergießerei**, Gußeiserne Druck- und Abflußrohre nach dem Schleudergußverfahren

## GRAZ

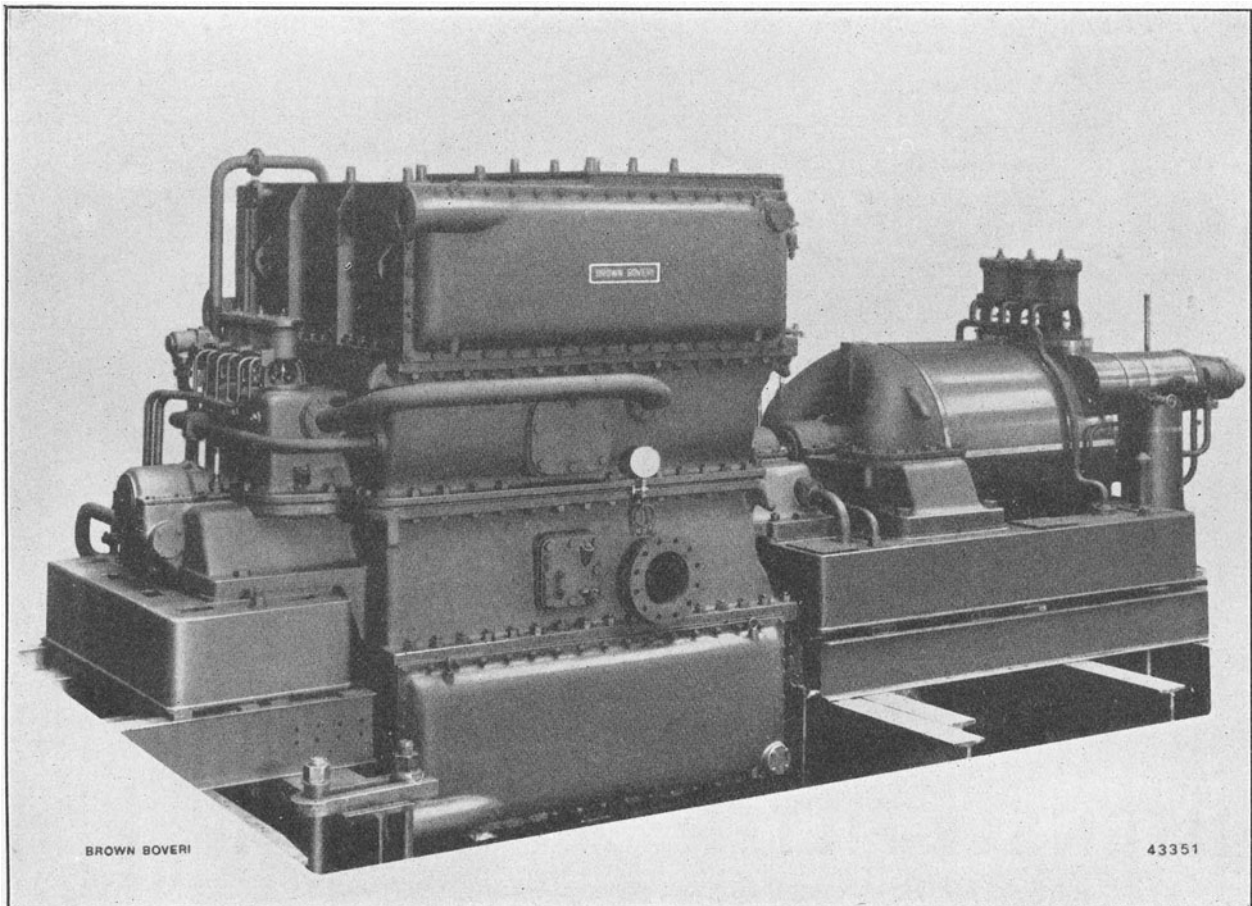
**Kesselschmiede**, Dampfkessel aller Art — Zellstoff- und Holzkocher — Rohrleitungen — Nadel-Economiser und -Luftvorwärmer

# WAAGNER-BIRÓ A.G.

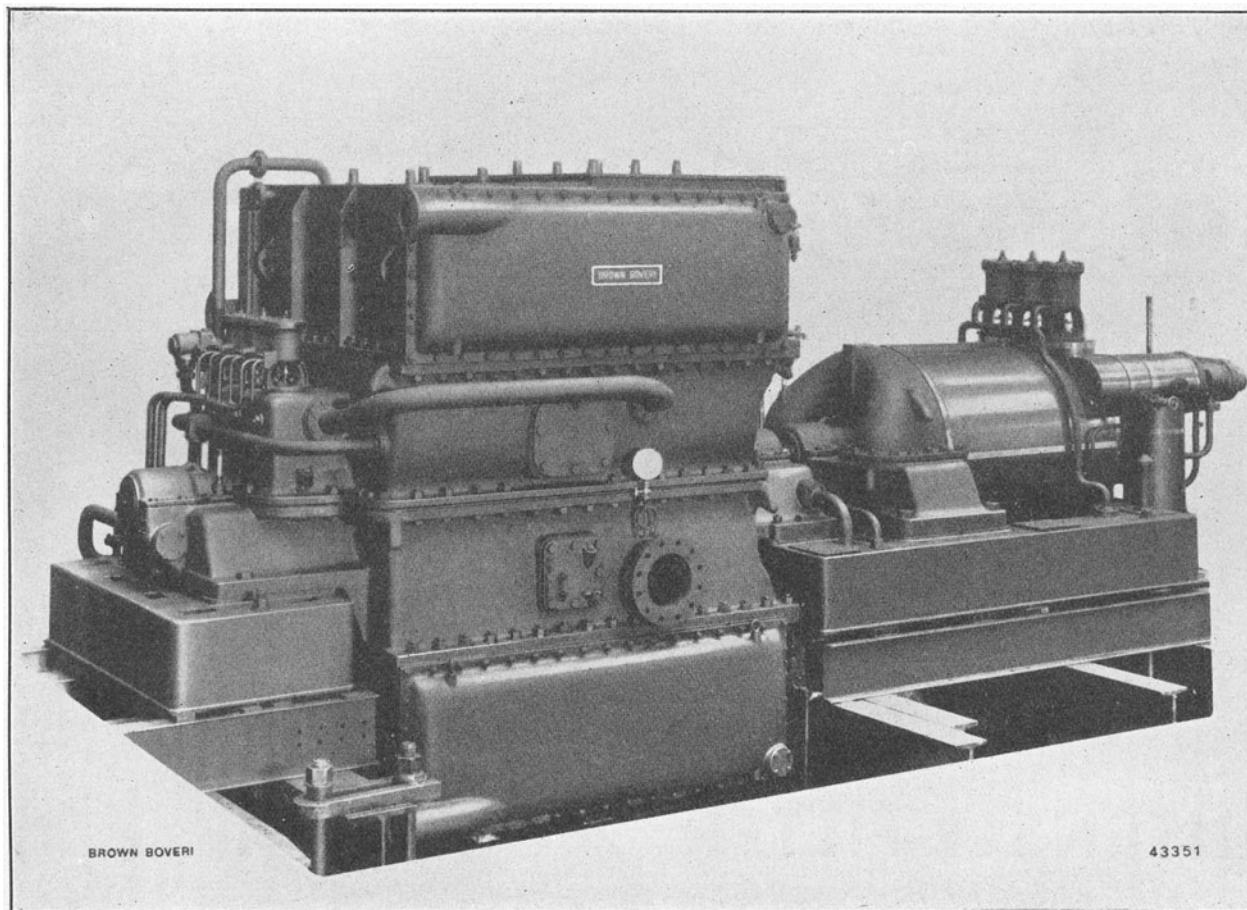
FÜR ALLE VERWENDUNGSGEBIETE



# ALPINE EDELSTÄHLE



# BROWN BOVERI



**TURBOKOMPRESSOR** FÜR 200–400 m<sup>3</sup>/min. UND  
DRÜCKE BIS 9 kg/cm<sup>2</sup> abs

# **BÖHLER-EDELSTÄHLE**

**BÖHLER-PRESSLUFTWERKZEUGE**

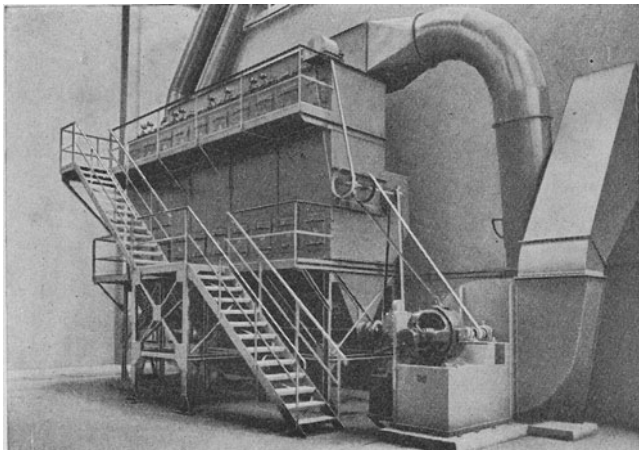
**BÖHLER-EDEL-SCHWEISSDRÄHTE**

---

**GEBR. BÖHLER & CO. AKTIENGESELLSCHAFT, WIEN I, ELISABETHSTR. 12**

---

## **Intensiv-Entstaubung**



in Bergwerksbetrieben hat sich  
glänzend bewährt durch

### **Staubrückgewinnung**

an den Betriebsanlagen

Garantierte Leistungssteigerung  
Ihrer Maschinen

Wir beraten Sie fachm. in allen  
Entstaubungsfragen

Langjährige Erfahrung  
Erste Referenzen

## **INTENSIV-FILTER**

G. M. B. H.

**LANGENBERG - RHL D. F.**

# ESCH

## Erzaufbereitungen

Kreiselbrecher  
Feinkreiselbrecher  
Backenbrecher  
Mischtrommeln  
Transportanlagen  
Siebanlagen usw.

## Schlackenverwertungen

Schlacken-Brech- und  
Mahlanlagen mit  
Kreiselbrecher  
Feinkreiselbrecher  
Rohrmühlen usw.

## Silika-Schamotte- und Dolomitanlagen

Walzwerke  
Walzenbrecher  
Kugelmühlen  
Steinpressen  
Dolomitkneiter  
Strangpressen  
Kollergänge  
Gegenstrommischer usw.

## Kohlen-, Koks-Brech-, Mahl- und Siebanlagen

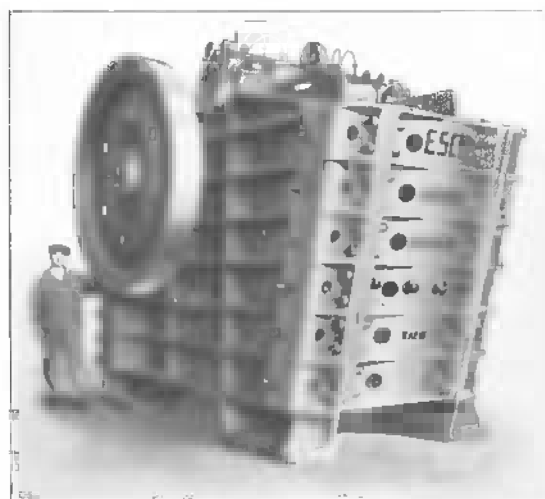
## Trocknungsanlagen

für Steinkohle, Braunkohle,  
Erze usw.

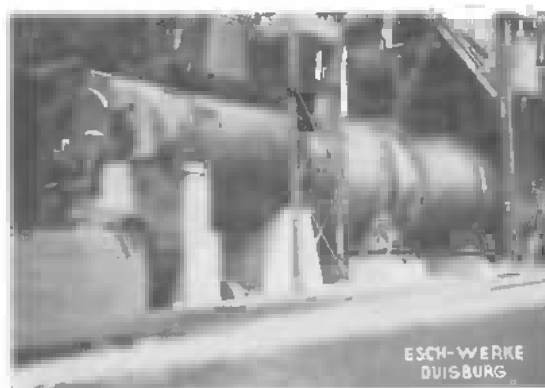
## Bergebrechanlagen



Esch-Groß-Kreiselbrecher für 1000 t pro Stunde  
nebenstehend Feinkreiselbrecher Type F. B. I.



Esch-Groß-Backenbrecher



Esch-Trommel-Trocknungsanlage

**ESCH-WERKE** KOM. GES. **DUISBURG**

# Stahlwerk Kabel C. Pouplier jr.

Gußstahlfabrik · Walz- und Hammerwerke · Präzisionsziehereien

## Hagen-Kabel i. West.

### Schnellarbeitsstahl

**Pouplier-Dauerstahl** vorzüglich in seiner Leistung für  
Werkzeuge auf Stoß und Schlag

### Werkzeugstahl

**Baustahl** für den Fahrzeug- und Flugzeugbau **Chrom-Molybdänstähle · Chrom-Vanadiumstähle**  
alles in geschmiedeter, gewalzter, gezogener Ausführung

„AWA“, der beliebte Schnellautomatenstahl

**Silberstahl** altberühmt

**Gußstahlröhre** jeder Art und Stärke

**Edelbandstahl** blankgewalzt und gehärtet in allen Anlaßfarben  
bis zu den schmalsten, dünnsten Abmessungen

**Rostsichere Pouplier-Stähle „Karoni 45“ „Karoni 15“**

**Widerstandsmaterial „Original-Pouplier-Chronika“,**

eisenfrei und eisenhaltig. Drähte und Bänder in allen Abmessungen.

Verwendung edelsten Materials und sorgsamste Kontrolle haben den Ruf des Werkes begründet und  
gewährleisten Erzeugnisse höchster Vollkommenheit.

# Dräger



Bergbau-

Gasschutzgerät

Modell **160**

Bauart *1934*

Zweistundengerät mit  
konstanter und neuartiger,  
an der Außenwand  
des Atembeutels liegender  
lungenautomatischer  
Steuerung  
für Zusatz-Dosierung.

# Drägerwerk, Lübeck

Dräger-Gesellschaft G. m. b. H.  
Wien VI, Hornbostelgasse 16/18

Zugelassen durch die amtlichen  
Prüfstellen.





Auf Grund 40-jähriger Erfahrung übernimmt die Ausführung von

# TIEFBOHRUNGEN ALLER ART

nach Erdöl, Erdgas, Kohle, Erzen die

**ÖSTERREICHISCHE  
BOHR- UND SCHURFGESELLSCHAFT**

Gesellschaft mit beschränkter Haftung

WIEN I, KÄRNTNERRING 15

# JAEGER



## Turbinenpumpe

mit waagrechter oder senkrechter Welle als

Bergwerkswasserhaltung,  
Abteufpumpe, Bohrlochpumpe,  
Wasserwerkspumpe,  
Kesselspeisepumpe u.s.w.

Vollendete bewährte Bauart.  
Bequemste Zugängigkeit zu allen  
inneren Teilen. Alle verschleissbaren  
Teile auswechselbar. Vollkommener  
Ausgleich des Achsschubes.

Höchste Wirtschaftlichkeit  
und Betriebssicherheit.  
Unübertreffliche Lebensdauer.



**C.H. JAEGER & Co., LEIPZIG W. 31.**

Turbinenpumpen, Turbinenkompressoren,  
Tiefbrunnenpumpen, Propellerpumpen,  
Turbinengebläse, Kreislofbengebläse, Gassauger.

Mehr als 100 Jahre Erfahrung bieten  
sichere Gewähr

für die einwandfreie Qualität der

## **Bickford'schen Sicherheitszündschnur**

Ferner erzeugen wir:

**Knallzündschnur** für Pionierzwecke,  
sowie Eis- und Unterwasser-Sprengungen,

**Fulminanzzündschnur** für zivile Zwecke  
und

**Zündschnur-Anzünder** aller Art.

**BICKFORD & CO., A. G.**

Wr.-Neustadt,  
Niederösterreich.

Neudörfel,  
Burgenland.

Seit

# 40 Jahren

# 1897-1937

stellen wir her:

## **komplette Gruben-Signalanlagen**

mit schlagwettergeschützten Apparaten

## **einschl. Montage der Anlagen**



## **Transformatoren bis 100 kVA**

hierunter ebenfalls schlagwettergeschützte Typen



## **Schlagwettergeschützte Signal- hupen und Signalwecker**

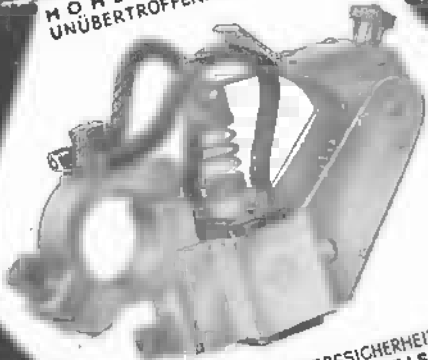


# **FUNKE & HUSTER**

ELEKTROTECHNISCHE FABRIK / KETTWIG-RUHR



HÖHE QUALITÄT  
UNÜBERTROFFENE AUSFÜHRUNG



UNBEDINGTE BETRIEBSSICHERHEIT  
VORTEILHAFTE PREISE

**KOHLE-BÜRSTEN · BÜRSTEN-HALTER**

**Heid & Co.** *Neustadt/Weinstr.*  
RHEINPFALZ-GAU SAARPFALZ  
Elektrotechnische- und Dynamobürstenfabrik

Seit  
1902

Vertreter für verschiedene Länder gesucht

# JAEGER

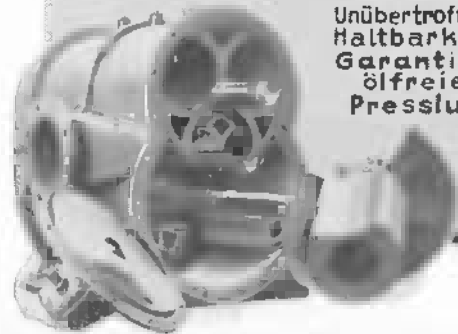


## Kreiskolbengebläse

für Luft oder Gas,  
Druck und Vakuum.

Ausgeführt bis zu den grössten Leistungen.  
Nur der auf der angetriebenen Welle befindliche Kreiskolben leistet die Arbeit, der andere, durch äussere Zahnräder bewegte Kolben dient als Steuerorgan. Die Innenteile dichten durch breite metallische Flächen, ohne sich gegenseitig oder das Gehäuse zu berühren. Keine innere Verzahnung oder Abwicklung, keine innere Reibung, daher kein Verschleiss.

Unübertroffene  
Haltbarkeit.  
Garantiert  
ölfreie  
Pressluft.



**C.H. JAEGER & Co., LEIPZIG W. 31.**

Turbinenpumpen, Turbinenkompressoren,  
Tiefbrunnenpumpen, Propellerpumpen,  
Turbinengebläse, Kreiskolbengebläse, Gassauger.

# KRUPP FÖRDERWAGEN.

FRIED. KRUPP A.G., ESSEN,  
ABT. INDUSTRIE- UND FELDBAHNEN.



# JAEGER



## Turbinengebläse

für Luft oder Gas, Druck und Vakuum,  
ein- und mehrstufig, in allen Grössen.

Ruhiger Gang. Grösste Betriebsicherheit. Weitgehende, bequeme, wirtschaftliche Regelung. Anpassung an schwierigste Betriebsverhältnisse. Sondermodelle für viele Arbeitsgebiete.



Vollendete Bauart.  
Geringer Kraftverbrauch.

**C.H. JAEGER & Co., LEIPZIG W. 31.**

Turbinenpumpen, Turbinenkompressoren,  
Tiefbrunnenpumpen, Propellerpumpen,  
Turbinengebläse, Kreiskolbengebläse, Gassauger.



## WOLFSEGGER KOHLE

Wolfsegg-Traunthaler  
Kohlenwerks-Aktien-Ges.

Linz a. D., Walterstrasse 22

Verkaufsbüros:

Wien I., Wallnerstrasse 9 / Salzburg, Haydnstrasse 5



Auch  
Ihr Strecken-  
vortrieb  
kann durch  
Verwendung  
unserer

## Säulenschräm- und Schlitzmaschine

Type SSK, beschleunigt werden

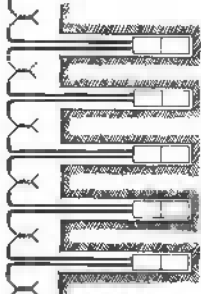
**HEINR. KORFMANN JR. / WITTEN-RUHR**

# SCHAFFLER & CO.

Fabriken für elektr. Minenzündung  
WIEN, VIII/2

## ELEKTRISCHE ZÜNDER

*für niedrige und hohe Spannungen  
als Moment- und Zeit-Zünder*



*Alle Sorten*  
**SPRENGKAPSELN**

## ELEKTRISCHE MINENZÜND- MASCHINEN

*für alle Aufste-  
rungen und für  
jede Schußleistung  
Präzisionsfabrikate  
Schlagwettersichere  
Ausführungen*



**MESS- u. PRÜFAPPARATE**  
**ISOLIERTE DRAHTE u. KABEL**

# JAEGER



## Kreiselpumpen für Säure

*in Spezialguss, Spezialbronze,  
oder Guss mit Gummiauskleidung.*

*Schwere Modelle, in mehreren  
Größen lieferbar. Grosse An-  
passungsfähigkeit, bequeme  
Regelung der Fördermenge,  
solide Lagerung der Welle,  
gut zugängige und bei Säure-  
förderung bewährte Stopfbüchse.  
Antrieb durch Motor oder Riemen.*

*Zuverlässig im Betrieb.  
Grosse Haltbarkeit.*



**C.H. JAEGER & Co. LEIPZIG W. 31.**

*Turbinenpumpen, Turbinenkompressoren,  
Tiefbrunnenpumpen, Propellerpumpen,  
Turbinengebläse, Kreiskolbengebläse, Gassauger.*

## Für die Kokerei



## Vahleschienen DRP.

*mit aufgezogenem Kupferkopf*

**Ingenieur PAUL VAHLE Kom.-Ges. DORTMUND**

*Alleinvertreter für Österreich: Ingenieur Hans Urban, Wien VII, Bandgasse 18, Tel. B-36-1-96 L*



**DER  
WASSER-  
JÄGER** DRP u. DRGM  
eine kleine mit Druck-  
luftmotor ausgerüstete  
Kreispumpe als  
**VORORTPUMPE**

ist handlich, solid u. betriebssicher, wird ein-  
fach in das Wasser gestellt u. eingeschal-  
tet, ohne vorherige Anfüllung. Er leidet  
keinen Schaden, wenn er ohne Wasser  
läuft, hilft Betriebskosten sparen u. ist  
der zuverlässige Freund des Bergmannes,  
der ihn nicht entbehren will, wenn er ihn  
einmal kennen gelernt hat.

**G. H. JAEGER & CO.**  
Pumpen- und Gebläse-Werk  
LEIPZIG-PLAGWITZ 'W 31'

658 LEIPZIG

# BLECH- UND EISENWERKE STYRIA

Aktiengesellschaft

**Wasendorf, Steiermark**

Zentral- und Verkaufsbüro

Wien I, Fichtegasse 2

Drahtanschrift Blechstyria Wien / Fernruf R25-2-26



**E R Z E U G N I S S E**

Fein- und Mittel-  
bleche / Schwarzblech  
Qualitätsblech / Geschirrblech  
Verzinktes Blech  
Weißblech



## Dominit-

elektrische

Gruben-Sicherheitslampe

mit alkalischem Akkumulator  
Hohe Leuchtkraft und lange Brenndauer

## Dominit-

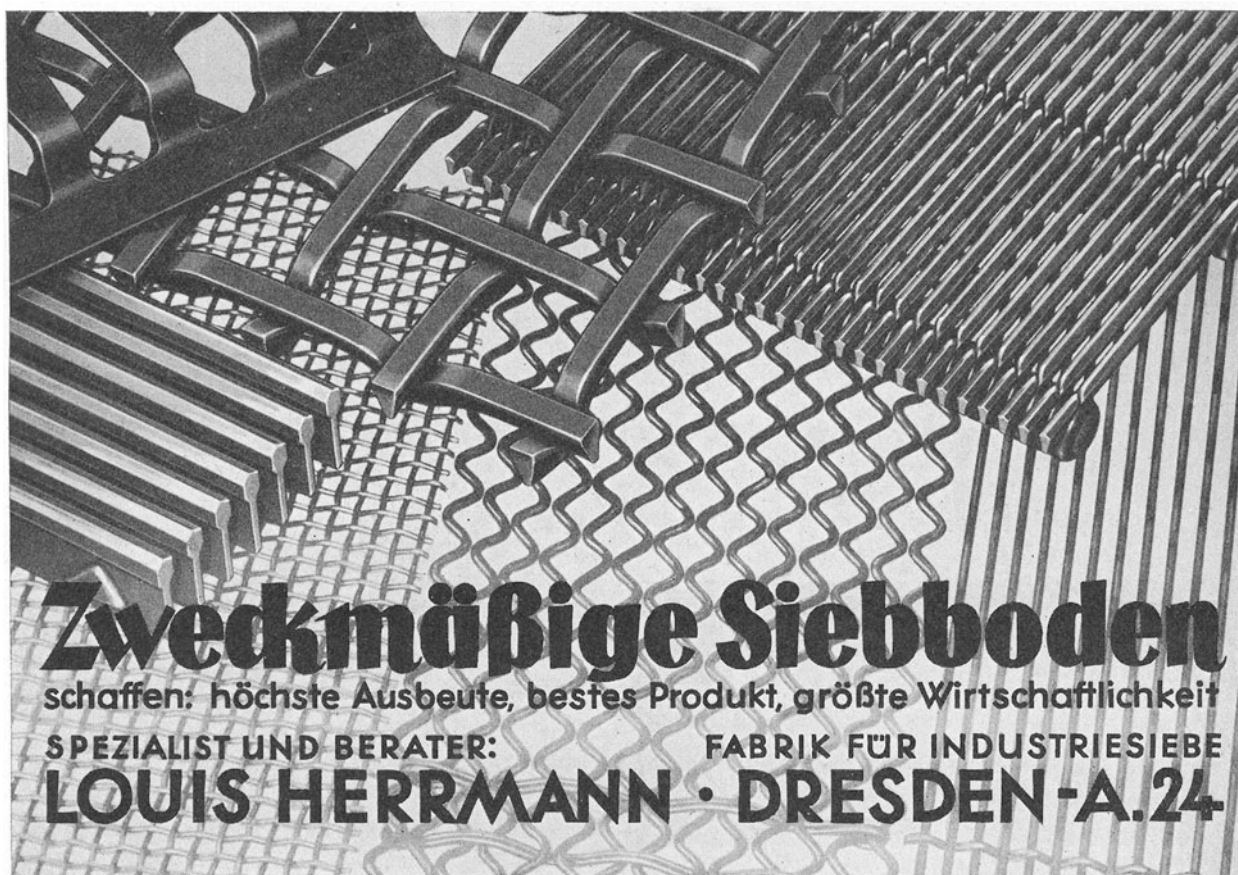
elektrische

Gruben-Sicherheitslampe

Type SAW 6. • Der zuverlässige  
und betriebssichere Wetterprüfer

**ACCUMULATOREN-FABRIK  
AKTIENGESELLSCHAFT**

WIEN, I

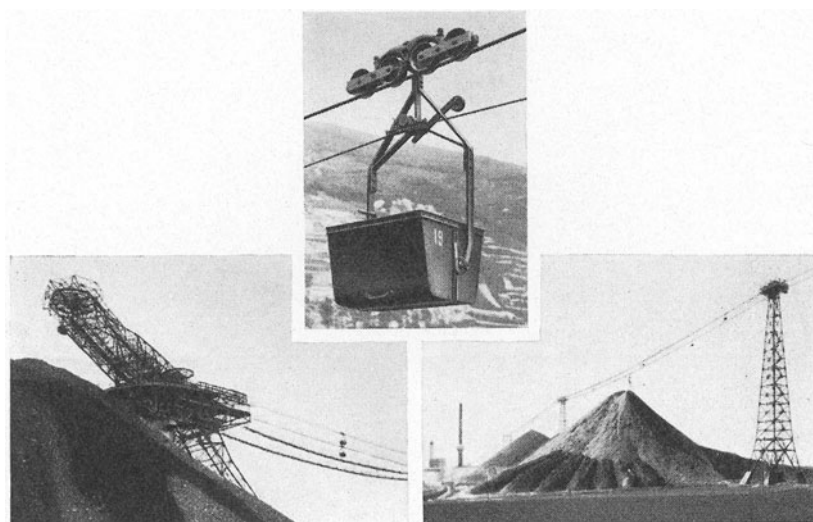


**Zweckmäßige Siebboden**  
 schaffen: höchste Ausbeute, bestes Produkt, größte Wirtschaftlichkeit  
 SPEZIALIST UND BERATER: FABRIK FÜR INDUSTRIESIEBE  
**LOUIS HERRMANN · DRESDEN-A.24**

# LATZEL & KUTSCHA

**WIEN XVIII, GENTZGASSE 166**

- Bohrdiamanten** sowie sämtliche Arten von Industriediamanten  
**Bohrkronen** sowie sämtliche Diamantwerkzeuge  
**Tirium Hartmetall** und Hartmetallwerkzeuge  
**Tiefbohrungen**  
**Diamantbohrungen** und Kernbohrungen  
**Wasserbeschaffung** und Wasserreinigung  
**Isolierungen** und Trockenlegungen, Imidolith und Imidolin:  
 wasserabweisende und säurebeständige Betondichtungsmittel



**POHLIG**  
**Drahtseilbahnen**

haben sich in tausenden ausgeführter Anlagen in Berg- und Hüttenbetrieben im Betrieb ständig bewährt.

**POHLIG**  
**Förderanlagen**

werden unter Ausnutzung jahrzehntelanger Erfahrungen konstruiert und haben bei großer Betriebssicherheit einen hohen wirtschaftlichen Nutzen.

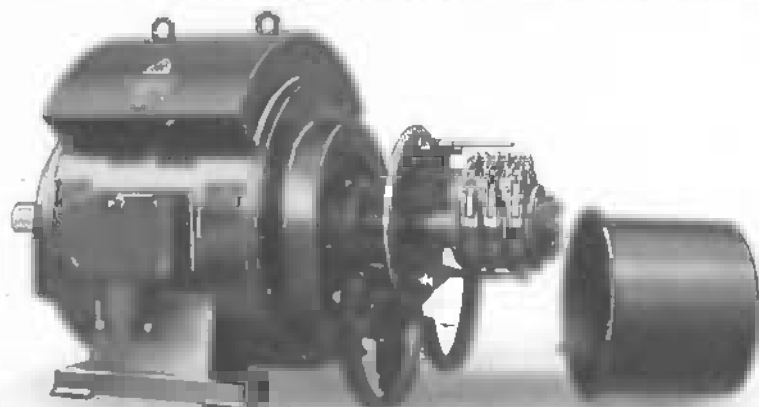


**POHLIG**  
**Transportanlagen**

**POHLIG SEILBAHN- UND FÖRDERANLAGEN A. G.**  
Wien V, Hamburgerstraße 10



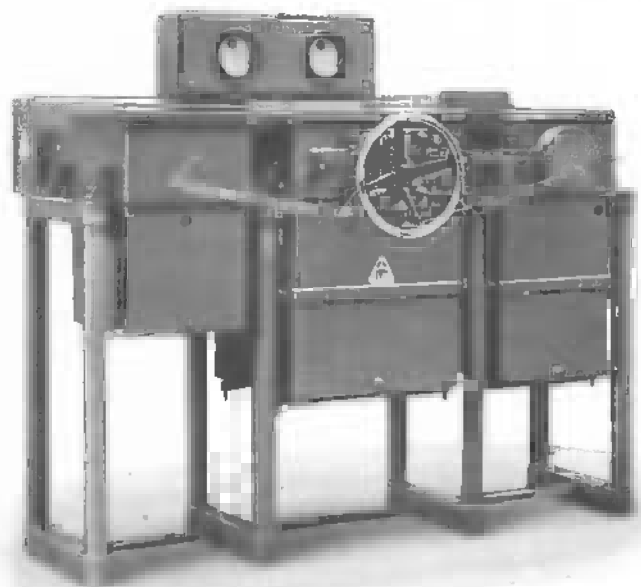
# SCHLAGWETTERGESCHÜTZTE MASCHINEN UND SCHALTAPPARATE FÜR HOCH- UND NIEDERSPANNUNG



DREHSTROM-SCHLEIFRINGMOTOR  
IN SCHLAGWETTERGESCHÜTZTER  
AUSFÜHRUNG MIT GEKAPSELTEN  
SCHLEIFRINGEN, KURZSCHLUSS- U.  
BÜRSTENABHEBEVORRICHTUNG,  
46 PS, 500 V, 52 A, 730 U. P. M.

WIR VERFÜGEN IN WEIZ ÜBER DIE DERZEIT EINZIGE  
ÖSTERREICHISCHE PRÜFSTELLE FÜR SCHLAGWETTER-  
GESCHÜTZTE MASCHINEN, TRANSFORMATOREN  
UND APPARATE, WELCHE UNS AUCH BERECHTIGT,  
AUF GRUND DER VON DER BERGBEHÖRDE AUSGE-  
STELLTEN PRÜFBESCHEINIGUNGEN AUF UNSEREN  
ERZEUGNISSEN DAS „SCH“-ZEICHEN ANZUBRINGEN

WIR ZEIGEN  
IN UNSEREM AUSSTELLUNGSSTAND AUF DEM  
LEOBENER BERGMANNSTAG 1937 SONDENMOTOREN  
U. ANLASSER, SCHLAGWETTERGESCHÜTZTE MOTOR-  
SCHUTZSCHALTER, TROCKENGLEICHRICHTER ZUR  
AUFLADUNG VON GRÜBENLAMPENBATTERIEN, GLAS-  
GLEICHRICHTER FÜR GRUBENBAHNLOKOMOTIVEN  
USW.



SCHLAGWETTERGESCHÜTZTE HOCHSPANNUNGS-STERN-  
DREIECK-SCHALKASTENBATTERIE REIHE 6, 350 A.

## „ELIN“

AKTIENGESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE INDUSTRIE  
ZENTRALE: WIEN I, VOLKSGARTENSTRASSE 1-5  
FABRIKEN IN WEIZ BEI GRAZ UND WIEN

**DR. OTTO**  
**baut:**



**KOKEREIEN**  
**GASWERKE**  
**NEBENPRODUKTENANLAGEN**

**DR. C. OTTO & COMP.**  
GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG  
**BOCHUM**

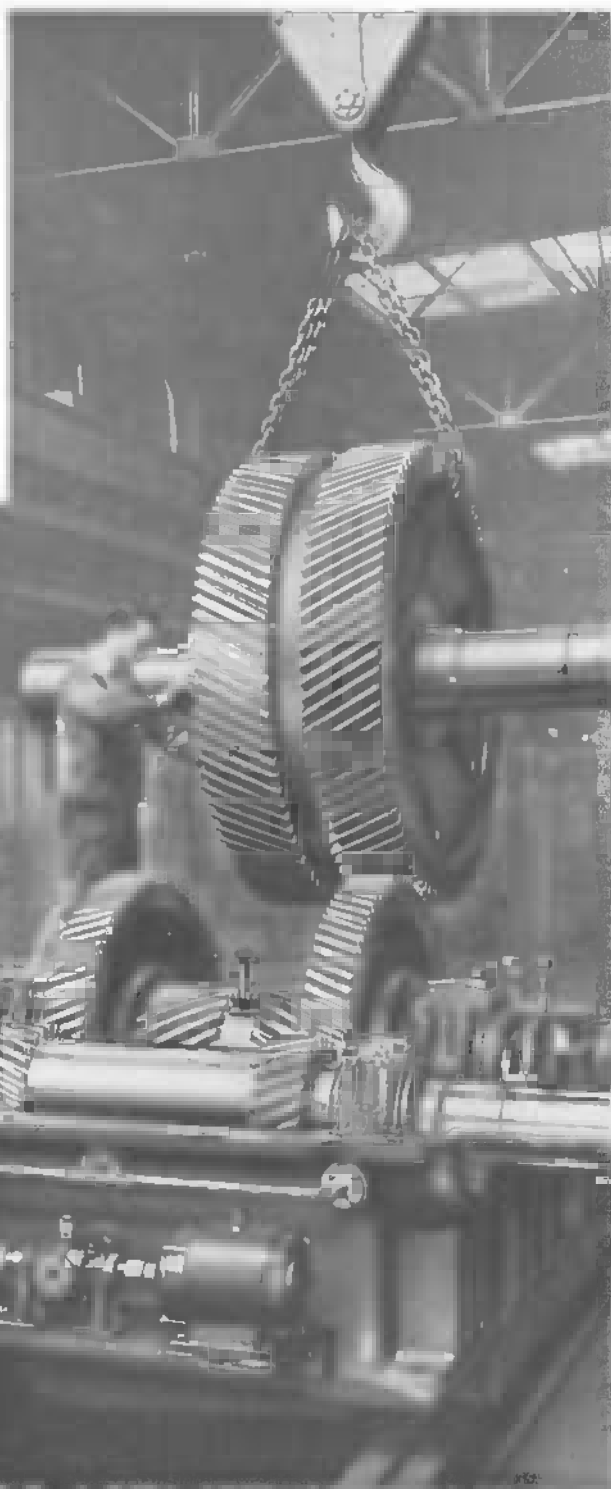


# Voith

## Zahnrad- Getriebe

für den Bedarf der  
gesamten

**Industrie**



 Voith 2126

**J.M.Voith, Maschinenfabrik St. Pölten. N.Ö.**

# Leitz

**MIKROSKOPE**

für: ERZANSCHLIFF - UNTERSUCHUNG  
KOHLEPETROGRAPHIE  
AUFBEREITUNG

**UNIVERSAL-KAMERA-MIKROSKOP „Panphot“**

**PHOTOMETER und KOLORIMETER**

für: STAUBMESSUNG • FARBBESTIMMUNGEN  
TRÜBUNGSMESSUNGEN  
KONZENTRATIONSBESTIMMUNGEN AN  
LÖSUNGEN

**Ernst Leitz, S. m. b. H. • Wetzlar**  
NIEDERLASSUNG: WIEN I, WIPPLINGERSTRASSE NR. 31



**IN ALLER WELT**

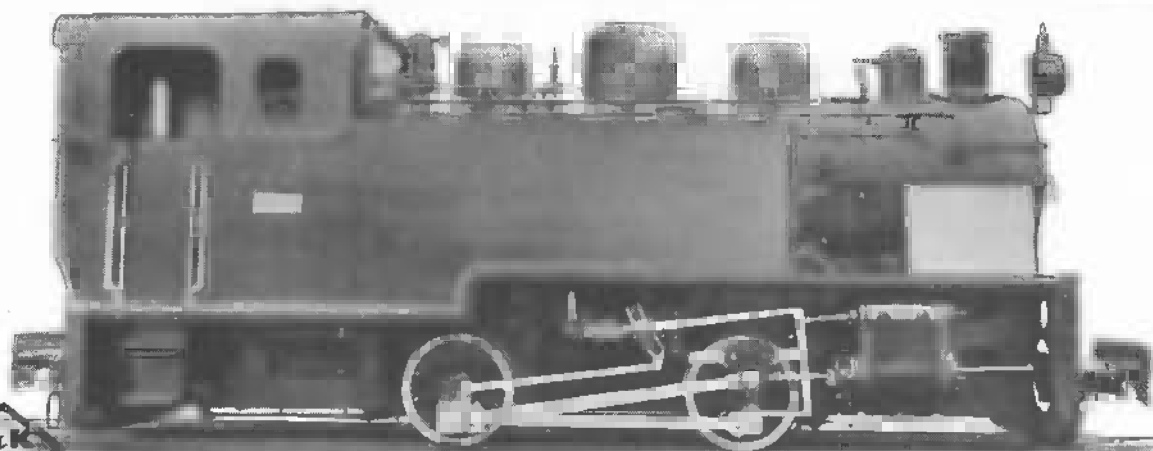


SCHNELLARBEITSSTÄHLE  
WERKZEUGSTÄHLE  
BAUSTÄHLE  
FEDERSTÄHLE  
ROSTSICHERE STÄHLE  
WAFFENSTÄHLE  
WERKZEUGE  
SCHMIEDESTÜCKE

**Steirische  
Gusstahlwerke A.G.**

Wien I, Schreyvogelgasse 2 / Telefon U 29-5-25 / Telegramme: Styriacent Wien

**FÜR GRUBEN  
UND HÜTTEN**



**DAMPFLOKOMOTIVEN  
MOTORLOKOMOTIVEN  
EIMER-U. LÖFFELBAGGER  
SELBSTENTLADER**



**ORENSTEIN & KOPPEL**

Osterreichische Aktiengesellschaft

**WIEN III · Invalidenstrasse 5**



# TITANIT IM BERGBAU



## DURCH TITANIT-WERKZEUGE:

hohe Verschleiss-harte  
ungewöhnliche Zähigkeit  
kein Nachschmieden  
kein Nachhärten

erhöhte Arbeitsgeschwindigkeit  
grosse Förderleistung  
geringerer Bohrdruck  
grösste Wirtschaftlichkeit

Edelstahl A. G., Wien IX., Frankhplatz

Vertretungen: Ludwig Graumann, Moskowská 7, Sofia / Leonida  
A. Yaghdjoglou, Gamberla 14c, Athen / Damjan J. Brankovic, Bulevar  
Oslobodjenja 2, Beograd / Marathon-Edelstahl-Vertriebsgesellschaft m. b. H.  
Christinengasse 4, Wien I / Otel și Metale S. A. R., Str. Izvor 80, Bukarest VI  
Ernst Krause & Co., Dlouhá tr. 56, Prag I / Marathon Stahl Ges. m. b. H.  
Bahnhofstr. 12, Tetschen a. E. / Farkas & Erös, Phönix utca 4, Budapest V



## EISENWARENFABRIKEN LAPP-FINZE A. G.



Kalsdorf bei Graz  
ÖSTERREICH  
ZWEIGBURO: WIEN X,  
TRIESTERSTRASSE 2



Erzeugnisse unserer Werke für  
die Berg- und Hüttenindustrie:

Alle Sorten von Schrauben, Muttern, Nieten, Beilagschleiben, wie

Mutter-, Gestell-, Gerüst-, Durchzug-, Schwellen-, Laschen- und Verbindungsschrauben usw. nach Önormen oder Zeichnungen.

Voll- und Feldbahnschrauben, Schienennägel, Holzschrauben, Splinten usw.

Baubeschläge (Schlosserwaren, alle Sorten Türschlösser).

Eisendrähte blank und galvanisiert, Drahtstifte aller Art, Schweißdrähte.

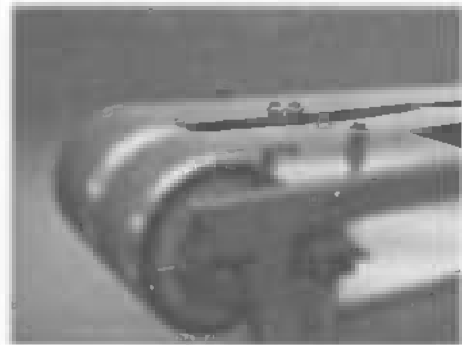
Isolatorenstützen, Mastverbindungs- und Ankerschrauben.

Werkzeuge für Holzbearbeitung, wie Stangenbohrer, Schlangenbohrer, Lappenbohrer, Knotenbohrer usw.

Werkzeuge für Maurer wie Hämmer, Kellen, Mörtelpfannen, Lote usw.

Malerspachteln.

Alle Eisenhandlungen führen unsere Waren.

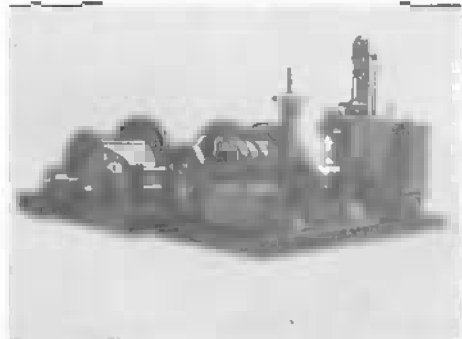


MASCHINENFABRIK

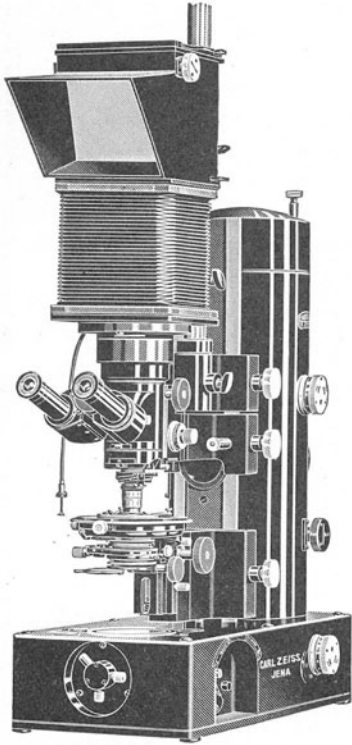
A. WINKLER, SCHWECHAT

TELEPHON WIEN U. 19-2-77

Sämtliche Fördereinrichtungen für Bergbaubetrieb



# Das neue Universal-Mikroskop:

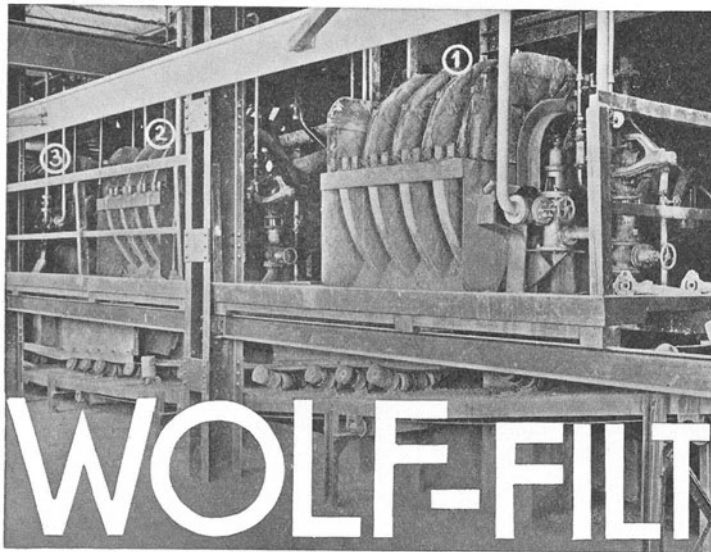


# ZEISS ULTRAPHOT

Monokulare und binokulare Beobachtung  
Photographie · Kinematographie · Projektion  
Projektionszeichnen · Alle Beleuchtungsarten  
Stärkste und schwächste Vergrößerungen

Druckschriften und weitere Auskünfte kostenfrei

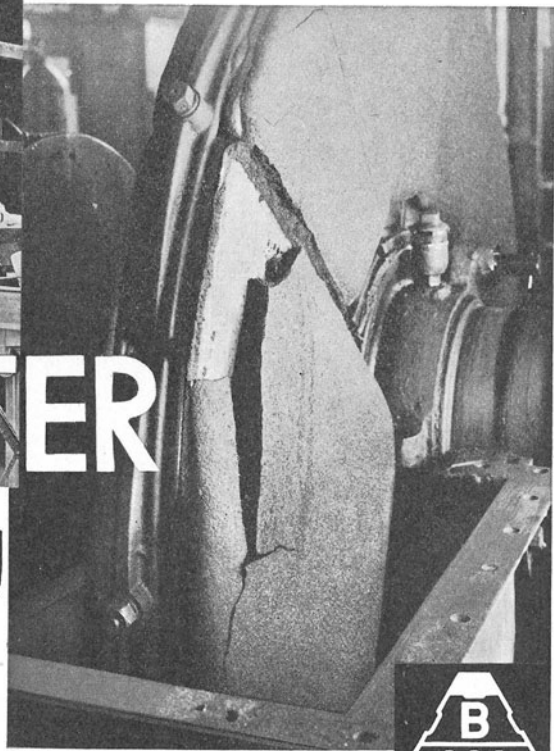
CARL ZEISS Ges. m. b. H.  
Wien IX/3, Ferstelgasse 1



# WOLF-FILTER

## in der Aufbereitung

Vorzüge: betriebssicher  
große Leistung  
leichte Kuchenabnahme  
geringer Platzbedarf



MASCHINENFABRIK BUCKAU R. WOLF A-G  
MAGDEBURG





**BURGMANN-  
PACKUNGEN u.  
DICHTUNGEN**

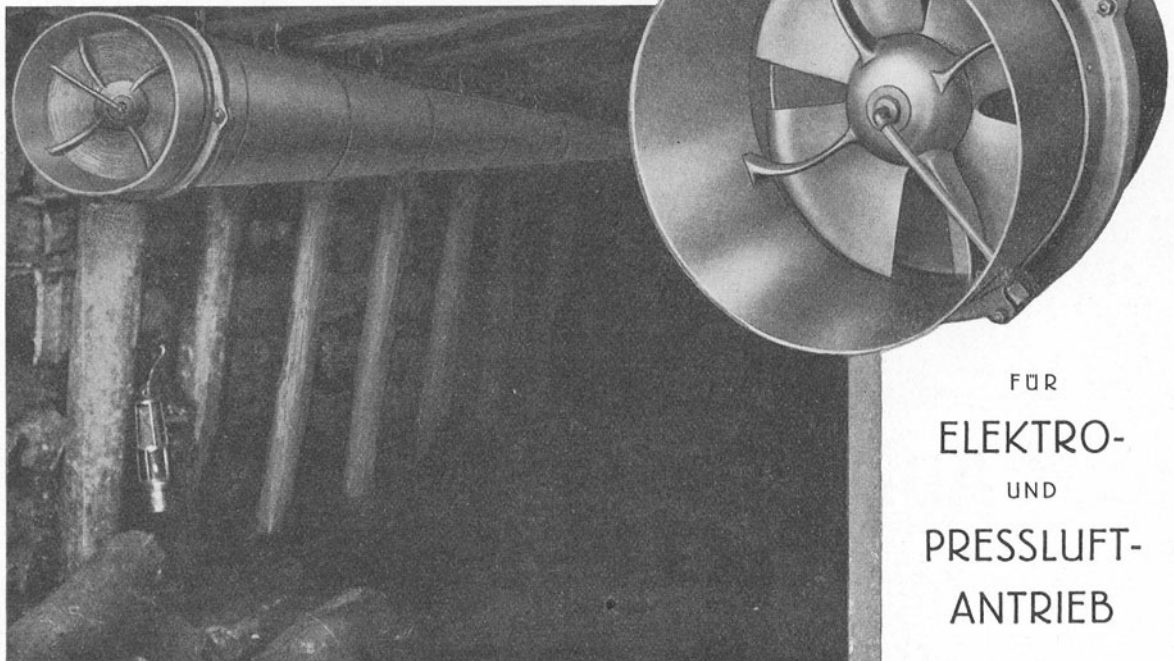
Vertretungen in allen Staaten Europas  
Alleinvertrieb für Österreich:  
**ING. WALTER WELISCH, WIEN VIII**  
Josefstädterstraße Nr. 5, Telephon A 27-1-95 L

**OESTERREICHISCHE  
DYNAMIT NOBEL  
AKTIENGESELLSCHAFT  
WIEN I, SCHUBERTRING 6  
TELEPHON: R 22-507**

**liefert**

- Sprengkapseln**
- Original Bickford'sche  
Sicherheitszündschnüre**
- Sämtliche Bedarfsartikel  
für dynamo-elektrische  
Glühzündung**
- Wolf'sche  
offene Azetylenlampen**
- Wolf'sche  
Benzinsicherheitslampen**
- Wolf'sche Abbaubeleuchtung  
für Kabel- oder Preß-  
luftanschluß**
- Wolf'sche Alkalilampen**

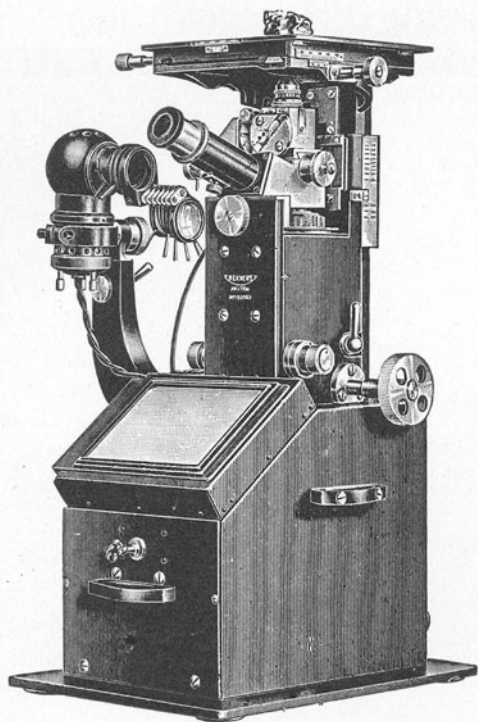
**LUTTENVENTILATOREN**



FÜR  
ELEKTRO-  
UND  
PRESSLUFT-  
ANTRIEB

**F. WERTHEIM u. COMP., WIEN IV**





Universal-Kamera-Mikroskop »Me F«

# REICHERT

Reichert's neues Universal-Kamera-Mikroskop »Me F« für sämtliche Beleuchtungs- und Beobachtungsarten, Mikro- und Makrophotographie. Mit eingebauter Kamera in bequemster Anordnung, verblüffend einfache Bedienung. Schnellster Übergang von einer Beleuchtungs- und Beobachtungsart zur anderen. Hochleistungsapparatur für rationelle mikroskopische Arbeiten bei visueller Beobachtung und Mikrophotographie.

Große, mittlere und kleine Metall-Mikroskope (Werkstoff-Mikroskope) / Polarisations-Metall-Mikroskope (Erz-Mikroskope) / Brinell-Meß-Mikroskope / Binokulare, stereoskopische Mikroskope nach Greenough für schwache Vergrößerungen.

OPTISCHE  
WERKZE **C. REICHERT**  
WIEN, XVII. HERNALSER HAUPTSTRASSE 219

## GESTEIGERTE FÖRDERLEISTUNG

und

## erhöhte Sicherheit in Gruben



erreicht man durch die Verwendung unserer elektrischen Signal- und Sicherheitsanlagen. Wir bauen die Apparate und Leitungen auf Grund langjähriger Erfahrungen nach den modernsten Gesichtspunkten und errichten vollständige, allen besonderen Betriebsbedingungen angepaßte Anlagen



Nähere Auskunft auf Wunsch!



# SIEMENS & HALSKE A. G.

WIEN III, APOSTELGASSE 12

SIEMENS Technische Büros in: Graz, Linz, Innsbruck

Telephon  
U-36-0-24

Telephon  
U-36-0-24



Gegründet 1888

## Rudolf & August Rost

Wien XV, Märzstraße 7

Erzeuger  
geodätischer Instrumente,  
Geräte, Auftragsapparate,  
Reparaturen jeder Herkunft.

## MANNESMANNRÖHREN- UND EISENHANDELS-AKTIENGESELLSCHAFT

WIEN IX, WÄHRINGERSTRASSE 6-8  
FERNSPRECHER A 18-5-15 SERIE

MAGAZIN IM ARSENAL  
FERNSPRECHER U 45-108

Gasrohre aller Art, Siederohre, Flanschenrohre,  
Brunnenrohre, Pumpenrohre, Preßrohre,  
Stahlmuffenrohre für Bleidichtung etz.  
Ferner alle Sorten von Fittings und Abflußröhren

Eisen und Bleche:

Stabeisen, Fassoneisen, Betoneisen, Istegeßstahl, U-Eisen,  
Träger, Bandeisen, schwarze, verzinkte und dekapierte  
Bleche, Ingots, Zaggeln, sowie Halbfabrikate aller Sorten

## MANNESMANNRÖHREN-WERKE A. G.

WERK WIEN-STREBERSDORF

Osterreichisches Erzeugnis

Geschweißte Gasrohre, Konstruktionsrohre,  
dünnwandige, kalt nachgezogene Möbel- und Fahrradrohre  
sowie

nahtlose kaltgezogene Präzisionsstahlrohre  
für Zuckerfabrik-Verdampferapparate, Auto-, Fahrrad-,  
Flugzeug- und Luftschiffbau etc.

Niederlagen:

GRAZ, INNSBRUCK, LINZ, SALZBURG

## Rottenmanner Eisenwerke A. G.

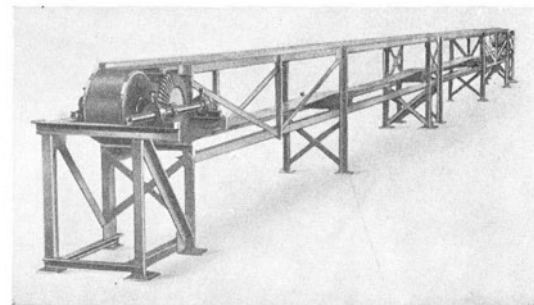
VORMALS BRÜDER LAPP

Elektro- und Martinstahlwerk, Blech-  
walzwerk, Kaltwalzwerk, Achsenfabrik,  
Herdplattenfabrik, Gießerei

ROTTENMANN

ERZEUGUNG:

Fein- und Mittelbleche, Stahlbleche,  
Dynamo- und Transformatorenbleche,  
kaltgewalzte Bleche, plattierte Bleche,  
Bandeisen, gehärteter und ungehärteter  
Bandstahl, Grau- und Temperguß,  
Wagenachsen, Spezial-Stahlherdplatten



## BAU UND LIEFERUNG

von schmal- und regelspurigen

## BAHNANLAGEN

Erzeugung von:

Weichen und Gleisanlagen  
Drehscheiben, Schiebebühnen  
Grubenhunten, Kasten- u. Muldenkippern  
Wippern, Skips, Hängebahnen  
Gurtförderern, Bändern, Becherwerken  
Bremsbergen, Schrägaufzügen  
Schüttelrutschen etc.

## ,RAILWAY', Kleinbahn-Industrie A.G.

Wien XX, Hochstädtplatz 3 · Telephon A-40-5-72

# Fluralsil

das vielseitig anerkannte und bewährte Imprägniersalz für Holzbauwerke aller Art / Grubenholz / Leitungsmaste / Schwellen / Wasserbauhölzer usw. liefert

## Brander Farbwerke

**Chemische Fabrik G. m. b. H.  
Brand-Erbisdorf i. Sa.**

Fordern Sie auch Angebot über:

**Brandschutzmittel** in farblos und farbig,  
**Dachschutzmassen** in schwarz und bunt,  
**bewährte Oberflächenanstriche für Putz,  
Beton und Stein als Schutz gegen  
aggressive Wässer, Säuren,  
Laugen und Gase**

# Überall

*wo Motoren laufen*

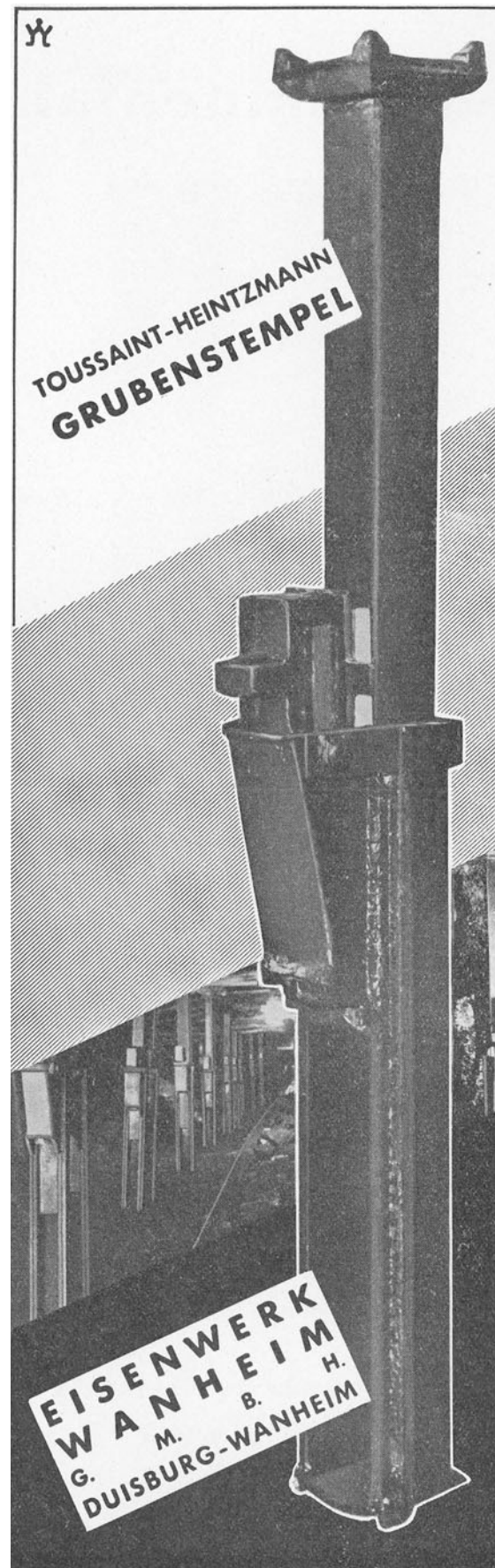
VERBÜRGT DIE STÄNDIGE  
VERWENDUNG VON

# SHELL SCHMIERÖLEN UND FETTEN

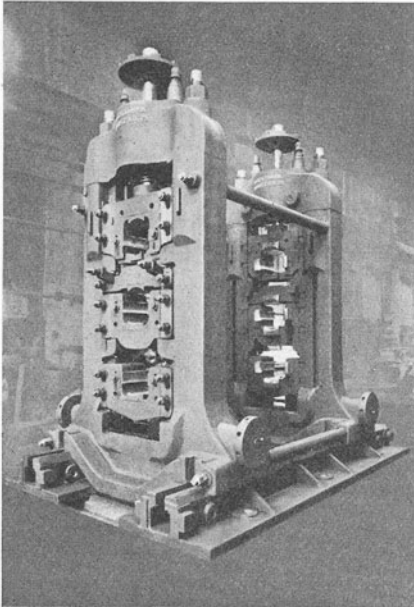
Größte Wirtschaftlichkeit  
Erhöhte Betriebssicherheit



AKTIENGESELLSCHAFT DER  
SHELL-FLORIDSDORFER MINERALÖL-FABRIK  
WIEN I. SCHUBERTRING 14 SHELLHAUS



# Maschinenfabrik Andritz A. G.

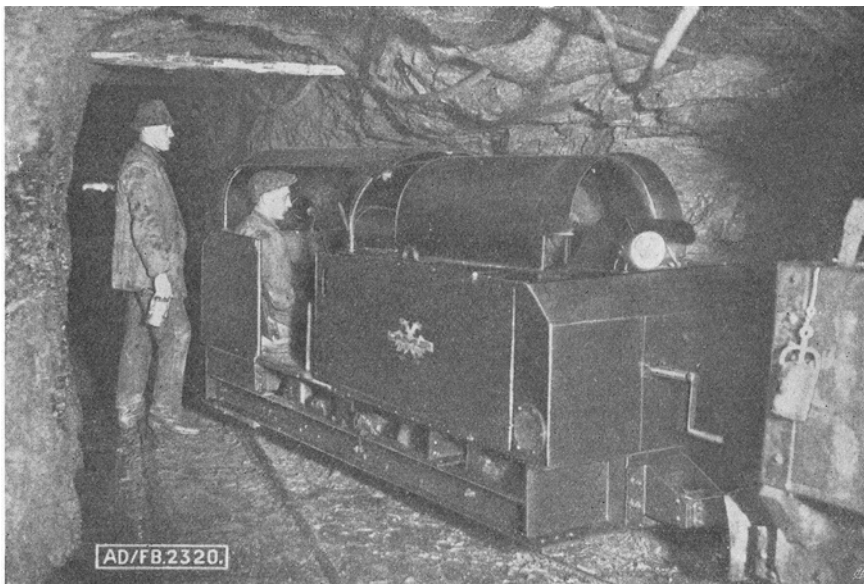


**Walzwerke  
Förderanlagen  
Kompressoren  
Pumpen  
Eisenkonstruktionen**

Weitere Abteilungen für: Wasserturbinen und Regler  
Dampfmaschinen

**Große Grau- und Metallgießereien**

Verlangen Sie kostenlose Angebote



## **AUSTRO DAIMLER GRUBEN- LOKOMOTIVEN**

mit luftgekühlten  
**Benzin- und  
Rohöl-Motoren**  
von  
6/8 PS, 12 PS und  
16 PS Leistung.

**STEYR-DAIMLER-PUCH A. G.**  
**WIEN I, SCHWARZENBERGPLATZ 18**

Aus dem Fabrikationsprogramm: Motor-Feldbahnlokomotiven,  
Grubenlokomotiven, Vollbahnverschublokomotiven, Draisinen  
für Schmalspur und Normalspur.





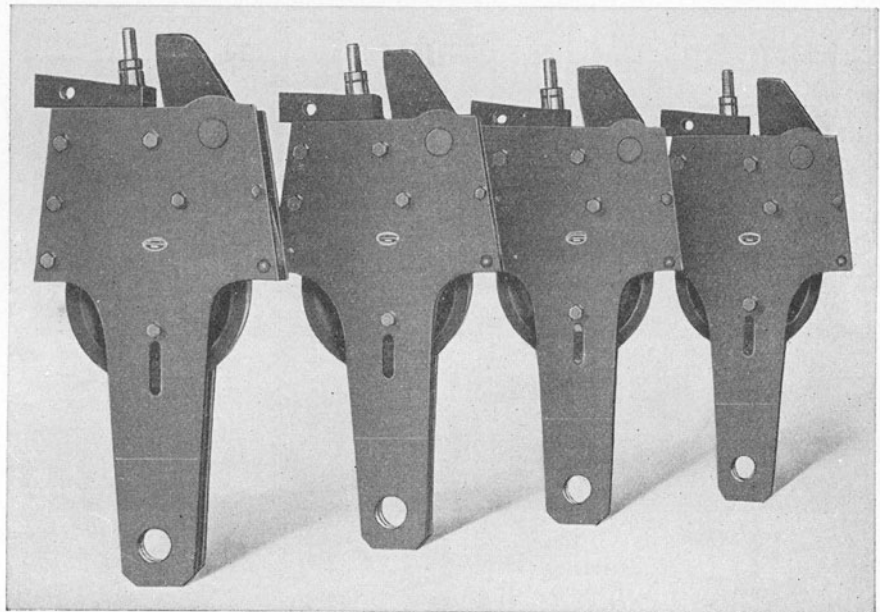
# INGENIEURBÜRO GEORG SCHÖNFELD BERLIN-ZEHLENDORF-MITTE

E I N F A C H

SEILSCHONEND

GLEICHMÄSSIG  
VERTEILTES  
GERINGES  
EIGENGEWICHT

B I S H E R  
FAST 150 STÜCK  
IN AUFTRAG,  
DARUNTER BIS  
44.000 kg  
BETRIEBSLAST




## SEILKLEMMKAUSCHEN



# FÜR KOHLE UND ERZ

sind FLOTTMANN-Bohrhämmer, -Bohrmaschinen  
und -Pickhämmer unentbehrliche Hilfsmittel im  
Vortrieb und im Abbau. FLOTTMANN-Schüttel-  
rutschen und ihre starken Druckluft-Motore sichern  
wirtschaftliche, zuverlässige Förderung unter Tage.



**Eisenschutzgesellschaft m. b. H.**

WIEN I, ROTENTURMSTRASSE 1

Fernsprecher U-21-1-75

+

**Konservierung  
von Eisenkonstruktionen  
gegen Korrosionen jeder Art**

+

**Ständige, laufende Erhaltung  
von Eisenbauwerken**

+



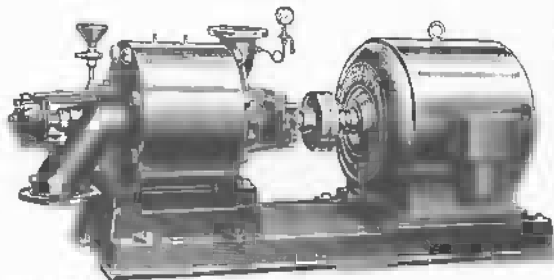
**SEILBAHN-  
GESELLSCHAFT**

ING. HOCHSTÄTTER & CO.

WIEN I,  
WEIHBURGASSE 18

TEL. R-24-1-84

SEILBAHNEN UND  
ALLE VERWANDTEN  
FÖRDERANLAGEN



**VOGEL-PUMPEN**

**VOGEL-TAUCHPUMPEN**

mit Unterwassermotoren bis 150 PS,  
kein Fundament und Pumpenhaus,  
keine Taucherglocke, ohne Druckluft,  
keine Öl- oder Fettschmierung.

**BERGWERKS-VOGEL-PUMPEN**

einstufig bis 100 m Förderhöhe, dar-  
über mehrstufig, für alle Liefermengen.

**HOCHDRUCK-VOGEL-PUMPEN**

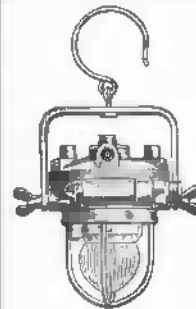
mit Wirkungsgraden bis 85%, für  
alle Liefermengen und Förderhöhen.

Spezialfabrik moderner Pumpen  
**Ernst Vogel, Stockerau 15**

SEIT  
1858

**Lampen**

Unsere Spezialitäten:



**Magnet elektrische  
Grubenlampen  
mit Preßluft-Antrieb**

Lichtstärken 65 u. 110 HK

**Magnet elektrische  
Stromerzeuger**

mit abblendbaren Scheinwerfern für

**Druckluftlokomotiven**

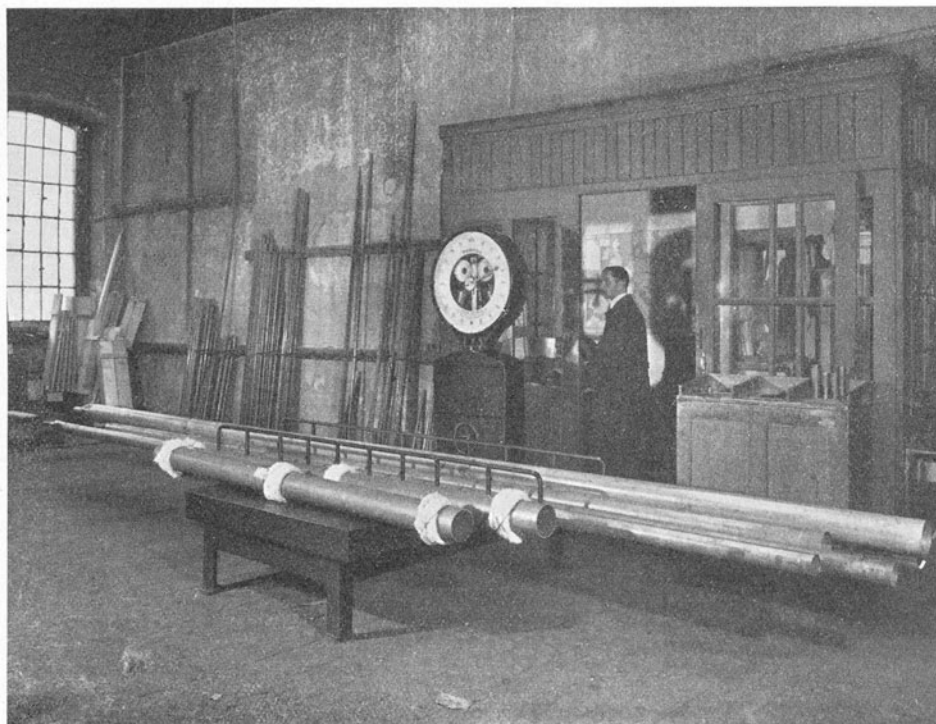
Denkbar günstigste Belenchtungen

Mannigfache Vorzüge

ferner:

**Grubensicherheitslampen jeder Art**

WILH. **Seippel** G.m.  
b.H.  
BOCHUM.



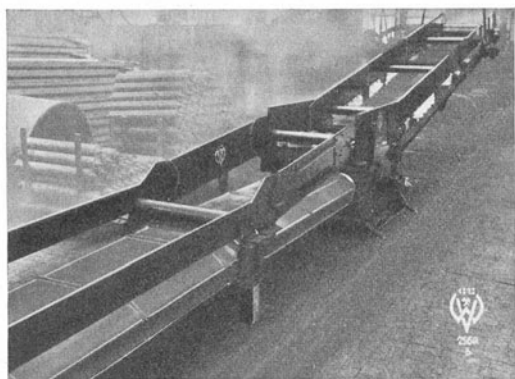
**Raſch  
und  
genau**

arbeiten Sie  
mit



**W I E N III**  
Erdbergerlände 28c  
Telephon U 12-5-75

# WITKOWITZER EISENWERK



Förderband mit hebbarem Ausleger für Untertage.

Zentraldirektion und  
Zentralverkaufsbüro:  
MORAVSKÁ OSTRAVA 10.  
Prager Büro PRAG II., Bredovská 9.  
Vertretung für Österreich:  
Kontl. Eisenhandels-Ges.  
Kern u. Co. Wien I, Fichtegasse 10.



**FÖRDERMASCHINEN** und -haspel,  
**AUFBEREITUNGEN,**

Separationen und Wäschen,

**DRUCKLUFTANLAGEN**

Druckluftlokomotiven,

**PRESSLUFTBETRIEBENE MASCHINEN  
UND WERKZEUGE**

Säulenschrämmaschinen, Haspel, Stempelraub-  
haspel, Abbau-, Bohr-, Vorschub- und Spaten-  
hämmer, Vibratoren,

**SCHÜTTELRUTSCHEN-ANLAGEN**

mit pneumatischem und elektrischem Antrieb, Rollen-,  
Lauf- und Hängerutschen,

**ZERLEGBARE FÖRDERBÄNDER**

für Untertage,

ferner gemeinsam mit der

**TIEFBOHR A.G.** vormals **FAUCK SCHENK,**  
Moravská Ostrava 10:

**BOHRANLAGEN UND AUSFÜHRUNG  
VON BOHRUNGEN.**

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

**Die Flotation in Theorie und Praxis.** Von Dr.-Ing. W. Luyken, Düsseldorf, und Professor Dr.-Ing. E. Bierbrauer, Leoben. Mit 123 Textabbildungen und 40 Zahlentafeln sowie einem englisch-deutschen und deutsch-englischen Fachwörterverzeichnis. VIII, 284 Seiten. 1931. Geb. RM 26.10

**Sprengstoffe und Zündmittel** mit besonderer Berücksichtigung der Sprengarbeit unter Tage. Von Bergassessor Dr.-Ing. e. h. C. Beyling, Dortmund-Derne, und Dr. phil. K. Drekopf, Dortmund-Derne. Mit 137 Textabbildungen. VIII, 465 Seiten. 1936. Gebunden RM 36.—

**Bekämpfung hoher Grubentemperaturen.** Von Professor Dr. mont. B. Stošes, und Professor Dr. mont. B. Černik, Ingenieure in Příbram. Mit 110 Textabbildungen und 2 Tafeln. XII, 311 Seiten. 1931. Gebunden RM 36.—

**Lehrbuch der Bergwerksmaschinen** (Kraft- und Arbeitsmaschinen). Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage. Bearbeitet von Dr. H. Hoffmann †, Bergschule Bochum, und Dipl.-Ing. C. Hoffmann, Bergschule Bochum. Mit 547 Textabbildungen. VIII, 402 Seiten. 1931. Gebunden RM 21.60

**Lehrbuch der Markscheidekunde.** Von Professor Dr. phil. P. Wilski, Aachen. Erster Teil. Mit 131 Abbildungen im Text, einer mehrfarbigen und 27 schwarzen Tafeln. VIII, 252 Seiten. 1929. Gebunden RM 23.40  
Zweiter Teil. Mit 101 Abbildungen im Text, 7 mehrfarbigen und 16 schwarzen Tafeln. VI, 272 Seiten. 1932. Gebunden RM 34.—

**Beobachtungsbuch für markscheiderische Messungen.** Herausgegeben von G. Schulte und W. Löhr, Markscheider der Westf. Berggewerkschaftskasse und Lehrer an der Bergschule zu Bochum. Fünfte, durchgesehene Auflage. Mit 18 Textabbildungen und 15 ausführlichen Messungsbeispielen nebst Erläuterungen. IV, 144 Seiten und 8 Seiten Schreibpapier. 1929. RM 4.86

**Markscheidekunde** für Bergschulen und den praktischen Gebrauch. Von G. Schulte und W. Löhr, Markscheider der Westf. Berggewerkschaftskasse und Lehrer an der Bergschule zu Bochum. Mit 186 Textabbildungen und 4 farbigen Tafeln. XI, 242 Seiten. 1932. Gebunden RM 13.—

**Bergbaumechanik.** Lehrbuch für bergmännische Lehranstalten. Handbuch für den praktischen Bergbau. Von Dipl.-Ing. J. Maereks, Bochum. Mit 455 Textabbildungen. IX, 451 Seiten. 1930. RM 17.55; gebunden RM 18.90

**Lehrbuch der Bergwirtschaft.** Von Professor Dipl.-Berging. K. Kegel, Freiberg. Mit 167 Abbildungen und 20 Formularen im Text und auf einer Tafel. XV, 653 Seiten. 1931. Gebunden RM 43.20

**Lehrbuch der Bergbaukunde** mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaues. Von Professor Dr.-Ing. e. h. F. Heise, Bochum und Professor Dr.-Ing. e. h. F. Herbst, Essen. In 2 Bänden.

Erster Band: Gebirgs- und Lagerstättenlehre. Das Aufsuchen der Lagerstätten (Schürf- und Bohrarbeiten). Gewinnungsarbeiten. Die Grubenbaue. Grubenbewetterung. Sechste, verbesserte Auflage. Mit 682 Abbildungen und einer farbigen Tafel. XXI, 716 Seiten. 1930. Gebunden RM 20.25

Zweiter Band: Grubenausbau. Schachtabteufen. Förderung. Wasserhaltung. Grubenbrände, Atmungs- und Rettungsgeräte. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 864 Textabbildungen. XIX, 805 Seiten. 1932. Gebunden RM 24.—

**Kurzer Leitfaden der Bergbaukunde.** Von Professor Dr.-Ing. F. Heise, Bochum, und Professor Dr.-Ing. e. h. F. Herbst, Bochum. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 386 Abbildungen im Text. XII, 242 Seiten. 1932. Gebunden RM 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



**TIEF- UND SCHÜRFBOHRMASCHINE**

**CRAELIUS**

HERVORRAGENDE  
LEISTUNGEN

NACH ALLEN RICHTUNGEN BOHREND MIT  
DIAMANT-, HARTSTIFT-, ZAHN- UND SCHROTKRONEN

**LANGE, LORCKE & CO. G. m. b. H., Heidenau (Sa.)**

VERTRETEN IN ÖSTERREICH DURCH: ING. RAUNING, WIEN III/2, VORDERE ZOLLAMTSGASSE 11



Einzig Österreichische

**Diamantbohrkronenerzeugung**

**E. Friedl & Co.,** Diamanttechnische Industrie

Wien IX, Hernalsergürtel 32 Ruf A 21-0-55

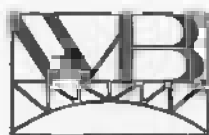
Gegründet 1879

Anfertigung aller Diamantwerkzeuge

**Feuervericherung**  
**Maschinenbruchversicherung**  
**(einschl. Kurzschlusschäden)**

**Gegenseitiger Versicherungs-Verein**  
**für Montanwerke, Maschinen- und**  
**Metallfabriken**

Wien I, Heßgasse 7 · Telephon A 16-0-28



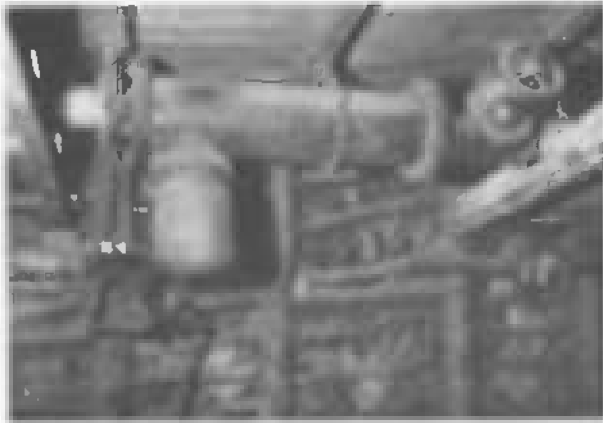
**WIENER BRÜCKENBAU- und EISENKONSTRUKTIONEN A. G.**  
Wien XX, Engerthstraße 115

**BRÜCKEN** sowie  
**STAHLKONSTRUKTIONEN** aller Art



**TEUDLOFF-VAMAG** Vereinigte Armaturen u. Maschinenfabriken A. G.  
Wien XX, Dresdnerstraße 49

**ARMATUREN** für Wasser, Dampf, Gas, Öl, Luft, Gülle usw.,  
Rohre, Formstücke, Flittings, sanitäre Einrichtungen



## Preßluftentwässerer

### Entöler – Reiniger

Turbo-System »Etrich« Patent  
für Grube – Tagesbetrieb  
vielfach bewährt

### Abdampf-Entöler

### Dampftrockner

**Dr. RICHTER & CO.**

Düsseldorf 37

## GEWERKSCHAFT

»RAKY-DANUBIA«

WIEN IV, GUSSHAUSSTR. 28

TELEPHON: U 47-4-68



## TIEFBOHRUNGEN



SEIT 50 JAHREN

empfehlen sich die

„ECCO“ GESELLSCHAFTEN

Wien – Mähr. Ostrau – Teplitz-Schonau – Brünn  
als Lieferanten für BERGWERKSBEDARF

Spezialartikel:

Förderbänder, Spezialriemen für Separationen,  
Preßluft-Armaturen und Schläuche, Grubenanzüge

## Zu verkaufen:

### ● 12 Dampflokomotiven

140 – 150 PS, 900 mm Spur

### ● 62 Wagen

4,5 cbm Inhalt, 900 mm Spur

### ● 6 Dampflokomotiven

45 – 60 PS, 600 mm Spur

### ● 10 Bandförderanlagen

Leistung 80 t pro Stunde

Werkzeugmaschinen und sonstige  
Geräte und Werkzeuge, insbeson-  
dere für Tagebauanlagen geeignet,  
alles gebraucht, gut erhalten, so-  
fort lieferbar ab Station Ebenfurth,  
Niederösterreich

Anfragen an: Bauunternehmung Berndt & Co.,

Baden bei Wien, Jägerhausgasse Nr. 4

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

**Die Geologie der Innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten.** Von Professor  
Dr. **Karl A. Redlich**, Prag. (Beiträge z. Geschichte des österreichischen Eisenwesens, Abt. I, H. 1. Mit  
78 Abbildungen und 7 Kartenbeilagen. IX, 165 Seiten. 1931. RM 14.40

**Norisches Eisen.** Von Professor Dr. **Walter Schmid**, Graz. (Beiträge z. Geschichte des öster-  
reichischen Eisenwesens, Abt. I, H. 2. Mit 47 Abbildungen. VIII, 60 Seiten. 1932. RM 5.40

**Die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft 1881–1931.** I. Teil: Die Ent-  
wicklung der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft. II. Teil: Die Geschichte  
der Betriebe der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft. Mit 114 und 235 Ab-  
bildungen im Text und auf Tafeln und 13 Tafeln. VII, 209 und 537 Seiten. 1931. Gebunden RM 21.—  
(Gemeinsam mit Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



# GARVENS-PUMPEN



seit 1869

**ELEKTRO-UNTERWASSER-PUMPEN TYPE UTA SEIT 1925**

Spezialabteilungen: Automatische Wasserversorgungsanlagen — Grundwasserabsenkungen — Beregnungsanlagen — Rohrleitungsbau — Vollautomatische Ölförderungen

**GARVENSWERKE, WIEN II., HANDELSKAI 130/77**

MASCHINENSCHUTZ

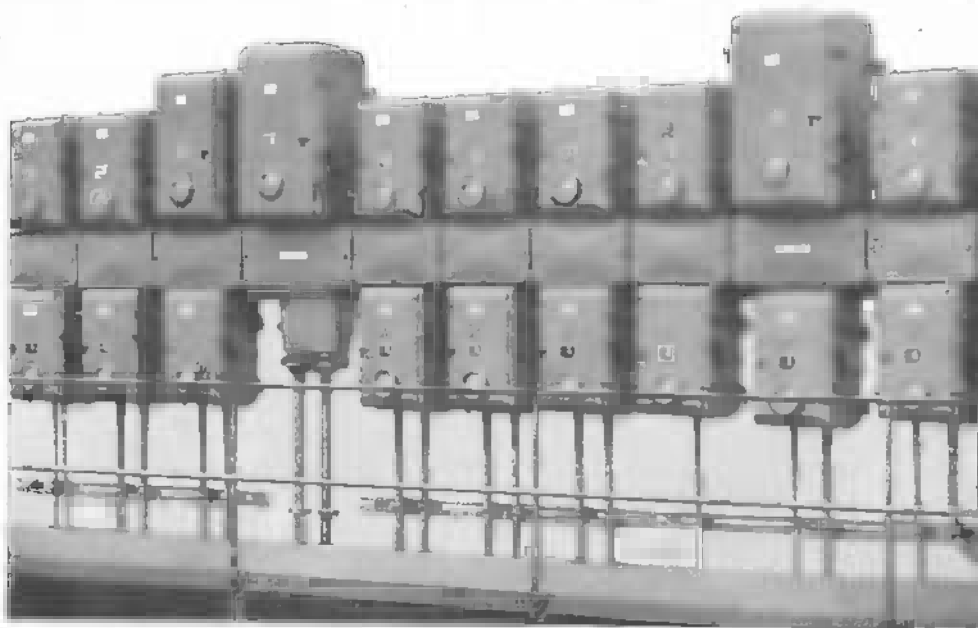
MOTORSCHUTZ

durch

**KM**

**SELBST-SCHALTER**

60 — 1000 A



**VOIGT & HAEFFNER A. G., FRANKFURT a. M.**

GENERAL-VERTRETUNG:

**DR. PAUL HOLITSCHER & CO.**

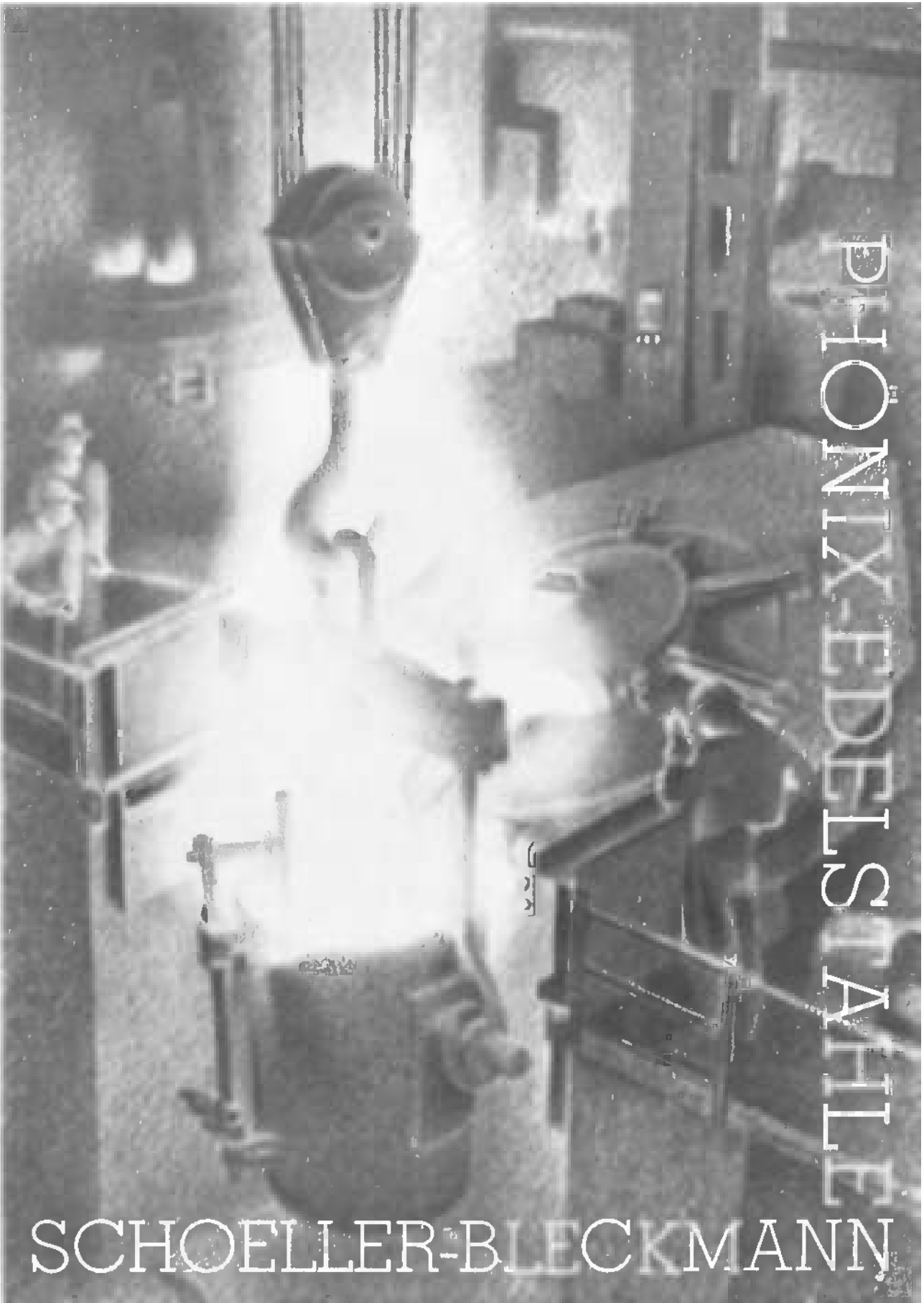
WIEN IV, STARHEMBERGGASSE 4-6

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

**Organisation, Wirtschaft und Betrieb im Bergbau.** Von Prof. Dr. Bartel Graugg, Leoben. Mit 70 Abbildungen im Text und auf 11 Tafeln sowie 3 mehrfarbigen Karten. VI, 284 Seiten. 1926. Geb. RM 28.50

**Ingenieurgeologie.** Herausgegeben von Prof. Dr. K. A. Redlich, Prag, Prof. Dr. K. v. Terzaghi, Cambridge, Mass., Priv.-Doz. Dr. R. Kumppe, Prag, Direktor des Quellenamtes Karlsbad. Mit Beiträgen zahlreicher Fachgelehrter. Mit 417 Abbildungen im Text. X, 708 Seiten. 1929. Geb. RM 57.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



PHÖNIX-EDELSSTAHL

SCHOELLER-BLECKMANN

Dezember 1937.

### *Hochgeehrter Herr!*

*Der unterzeichnete Verlag übersendet Ihnen hiermit im Auftrage des Ausschusses des Leobener Bergmannstages das Teilnehmerexemplar der soeben fertiggestellten Festschrift.*

*Diese Festschrift ist auch im Handel erhältlich und durch jede Buchhandlung des In- und Auslandes zu beziehen. Sie kostet in Österreich S 30,60, in Deutschland und in allen übrigen Ländern RM 18.—, bzw. deren Gegenwert. Die Festschrift erscheint gleichzeitig im Rahmen des „Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuches“ der Montanistischen Hochschule in Leoben und zwar als Heft 3/4 des Jahrganges 1937, Band 85, und ist als solches zum Einzelpreis von S 27.— in Österreich und RM 16.— bzw. deren Gegenwert in Deutschland und allen übrigen Ländern erhältlich.*

*Verlag Julius Springer  
Wien I, Schottengasse 4*

*An alle Mitglieder des Leobener Bergmannstages 1937.*

*Es wurde während der Tagung, insbesondere aber bei den einzelnen Besichtigungsfahrten eifrigst dem Photosport gehuldigt.*

*Es ist nun beabsichtigt, alle gut gelungenen Aufnahmen in einem Album zu vereinigen, welches eine bleibende Erinnerung bilden soll. Gegebenenfalls ist auch geplant, die einzelnen Bilder zu vervielfältigen und getrennt nach Tagung und den einzelnen Exkursionen, gegen Ersatz der Herstellungsselbstkosten an die daran interessierten Teilnehmer des Bergmannstages abzugeben.*

*Wir richten deshalb an Sie die Bitte, uns Ihre Bilder in guten Kopien zur Verfügung stellen und uns gleichzeitig die Zustimmung zur Vervielfältigung im oben genannten Rahmen geben zu wollen. Gleichzeitig wolle auch mitgeteilt werden, ob und wieviel solcher Alben und von welchen Exkursionen etc. dieselben gewünscht werden. Alle Einsendungen wollen an die „Geschäftsstelle des Leobener Bergmannstages 1937, Montanistische Hochschule Leoben, Österreich“ geschickt werden.*

*Wir hoffen, auf diese Weise eine hübsche Erinnerung an die Leobener Tage schaffen zu können.*

*Glück auf!*

*Die Geschäftsstelle  
des Leobener Bergmannstages 1937*