

Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

Dr. Ludwig Haberer, k. k. Senatspräsident i. R., Wien,

Gustav Kroupa,

k. k. Oberbergrat in Wien.

Franz Kieslinger,

k. k. Bergrat in Wien.

Ständige Mitarbeiter die Herren: Karl **Balling**, k. k. Bergrat, Oberbergverwalter der Dux-Bodenbacher Eisenbahn i. R. in Prag; Eduard **Doležal**, o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Wien; Eduard **Donath**, Professor an der technischen Hochschule in Brünn; Carl R. v. **Ernst**, k. k. Hof- und Kommerzialrat in Wien; Willibald **Foltz**, k. k. Regierungsrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien; Dr. ing. h. c. Josef **Gängl v. Ehrenwerth**, o. ö. Prof. der Montanist. Hochschule in Leoben; Dr. Hans **Höfer**, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Adalbert **Káš**, k. k. Hofrat und o. ö. Hochschulprofessor i. R.; Dr. Friedrich **Katzer**, k. k. Bergrat und bosn.-herzeg. Landesgeologe in Sarajevo; Dr. Johann **Mayer**, k. k. Oberbergrat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn i. R.; Franz **Poech**, Hofrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Dr. Karl von **Webern**, Sektionschef i. R. und Viktor **Wolff**, kais. Rat, k. k. Kommerzialrat in Wien.

Verlag der Manzchen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark mit Textillustrationen und artistischen Beilagen. **Pränumerationspreis** einschließlich der Vierteljahrsschrift „Bergrechtliche Blätter“: jährlich für **Österreich-Ungarn K 28.—**, für **Deutschland M 25.—**. Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Zur chemischen Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen. — Mitteilungen über die steiermärkischen Kohlenvorkommen am Ostfuß der Alpen. (Fortsetzung.) — Marktberichte für den Monat September 1910. — Betriebs- und Arbeiterverhältnisse beim Bergbau in Österreich im Jahre 1908. (Schluß.) — Mitteilungen aus dem Probiergaden der k. k. Bergdirektion Příbram. — Erteilte österreichische Patente. — Nekrolog. — Notizen. — Amtliches. — Metallnotierungen in London. — Ankündigungen.

Zur chemischen Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen.

Von **A. Lissner**, Assistent bei der Lehrkanzel für chemische Technologie I an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn.

I. Einleitung.

Wir wissen heute über die chemische Natur der fossilen Brennstoffe kaum etwas mehr, als daß sie der Hauptsache nach organische Substanzen verschiedener Zusammensetzung sind, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, zum Teil auch Stickstoff und Schwefel bestehen und daß sie Abbauprodukte von pflanzlichen und teilweise auch tierischen Substanzen vorstellen. Es ist noch eine ziemlich unstrittene Frage, die besonders zwischen geologischer und chemischer Anschauung herrscht, ob die zwei Hauptvertreter der fossilen Kohlenarten, die Braun- und Steinkohlen, ihrer Natur nach typisch verschiedene Körper sind oder ob sie nur verschiedenen Stadien des Umwandlungs-, bzw. Verkohlungsprozesses pflanzlicher und auch tierischer Materialien angehören. Letztere Ansicht, der heute noch besonders von geologischer Seite das Wort geredet wird¹⁾, sucht ihre Begründung in der Tatsache, daß sich bei Vergleichung der prozentischen Elementarzusammensetzung von Torf, Braunkohlen verschiedenen Alters, Steinkohlen und Anthrazit fast ohne

Ausnahme eine zunehmende Steigerung des Kohlenstoffgehaltes bei gleichzeitiger Abnahme von Sauerstoff und Wasserstoff zeigt. Daraus folge der sichere Schluß, daß alle die genannten Körper eine gewissermaßen zusammenhängende Reihe bilden, die gemäß den verschiedenen geologischen Epochen, welchen die angeführten Körper angehören, den verschieden weit gediehenen Stadien des Verkohlungsprozesses entspricht.

Die Meinung der Chemiker²⁾ hingegen, die sich nur einmal mit dem Chemismus der Braun- und Steinkohlen etwas näher befaßt haben, geht wohl einstimmig dahin, daß beide Kohlenarten, obzwar wir vom chemischen Aufbau derselben noch ein sehr geringes Wissen haben, als unterschiedliche Körper anzusehen sind. In neuerer Zeit verschließen sich auch einzelne namhafte Geologen³⁾ den mannigfachen chemischen Gründen dieser Annahme nicht und J. Walther, Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität in Halle a. S., spricht in seiner „Geschichte der Erde und des Lebens“, Seite 89, es deutlich aus, daß Braunkohle zwar äußerlich der Stein-

¹⁾ Vgl. H. Credner, neueste Auflage seines weitverbreiteten geologischen Lehrbuches, und besonders Dannenberg, Geologie der Steinkohlenlager, Berlin, 1906, bei Gebr. Bornträger usw.: siehe auch Schnabel, Lehrbuch der allgemeinen Hüttenkunde, 1903.

²⁾ Vgl. die Arbeiten und Schriften von F. Fischer, Muck, J. F. Hoffmann, H. Erdmann, Janda, M. Dennstedt und R. Hünz, besonders aber von Ed. Donath und seinen Mitarbeitern usw.

³⁾ Potonié, Petrascheck usw.

kohle ähnlich werden kann, sich aber niemals in solche verwandelt.

Da nun derzeit nicht nur von Chemikern, sondern auch von berufenen Geologen typische Unterschiede zwischen den beiden fossilen Brennstoffen, Braun- und Steinkohle, zugegeben werden, habe ich es mir über Anregung des Herrn Prof. Ed. Donath zur Aufgabe gemacht, festzustellen, ob auch hinsichtlich der chemischen Natur der diese Kohlen überlagernden Gesteine, des sogenannten Hangenden, sich derartige Verschiedenheiten ergeben, eine Aufgabe, die anscheinend bis heute noch nicht genügend Beachtung gefunden hat, obwohl sie vielleicht imstande ist, uns einige nützliche Fingerzeige bezüglich der natürlichen Kohlen zu geben. Diese Hangendgesteine der Kohlenlager sind mehr oder weniger mit kohligten Substanzen durchsetzt, die naturgemäß mit den darunter befindlichen Kohlen in einem gewissen ursächlichen Zusammenhange stehen müssen. Es war nun meine vornehmlichste Absicht, das Hangende der Kohlen vom chemischen Standpunkte aus zu charakterisieren, die chemischen Verschiedenheiten dieser Gesteine so weit als tunlich analytisch zu ergründen und einen möglichen Zusammenhang derselben mit den darunter lagernden Kohlen aufzufinden. In zweiter Linie hoffte ich mit dieser Arbeit dem Geologen chemischerseits einiges neue Material zu liefern, um daraus von seinem Standpunkte aus vielleicht einige weitere Schlüsse betreffs Entstehung und Bildung der beiden Kohlenarten ziehen zu können.

Ein kleiner Versuch in der angedeuteten Richtung ist meines Wissens ein einziges Mal von W. Spring⁴⁾ angestellt worden. Seine Arbeit besitzt jedoch wenig allgemeinere Gültigkeit, da sie sich nur auf ein einzelnes Kohlenvorkommen erstreckte. Ich zog in den Kreis meiner Untersuchung sechs der wichtigsten österreichischen und deutschen Steinkohlenvorkommen und acht verschiedene Braunkohlentypen.⁵⁾

II. Das untersuchte Gesteinsmaterial und seine allgemeinen lithologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften.

Es war nötig, bei einem bestimmten Kohlenflöz immer eine größere Durchschnittsprobe des überlagernden Gesteins zu erlangen, die zu entnehmen ich aus leicht verständlichen Gründen nicht selbst durchführen konnte. Auf mein Ersuchen ist das von den einzelnen Kohlenzechen unter entsprechender Kontrolle geschehen; in den meisten Fällen wurden mir aus verschiedenen Horizonten des Hangenden 20 bis 30 kg Bruchstücke überlassen. (Nur von dem Hangenden des interessanten Seegraben-Leobner Braunkohlenvorkommens standen mir drei Proben von

⁴⁾ W. Spring, Mém. de la Soc. géol. de Belg., t. 14 (1886/87), 131.

⁵⁾ Es ist mir eine angenehme Verpflichtung, den verschiedenen Firmen und Werken, die mir in zuvorkommendster Weise genügend Untersuchungsmaterial zur Verfügung gestellt haben, meinen Dank auch an dieser Stelle auszudrücken.

verschiedenen Stellen zur Verfügung.) Zur Untersuchung gelangten alsdann (die römischen Ziffern für die einzelnen Proben gelten durch die ganze Arbeit!):

An Steinkohlenhangendem:

I. Aus den Witkowitz Steinkohlengruben in Mährisch-Ostrau (ältere Ablagerung des Ostrau-Karwiner Reviers); lichtgrauer mattglänzender Ton, wenig geschiefert, untermischt mit grauem Sandstein; keinerlei weitere äußere Merkmale; spezifisches Gewicht = 2.725; die Kohle ist anthrazitartig, weniger gasreich als II und III;

II. aus Karwin (an der Grenze des älteren und jüngeren Beckens des Ostrau-Karwiner Reviers); grauer Schieferton mit Pyriteinschlüssen; deutliche Abdrücke von Kalamiten- und Sigillarienresten; spezifisches Gewicht = 2.651; Kohle stark backend, als Heizkohle weniger geeignet;

III. aus Orlau (jüngere Ablagerung des Ostrau-Karwiner Reviers); grauer fetter Schieferton mit zahlreichen Kalamiten- und Sigillarienabdrücken; spezifisches Gewicht = 2.671; sehr gasergiebige Kohle, kokst weniger gut;

IV. aus dem Rossitzer Revier; matter grauer Ton, ohne Schieferung, mit Pyriteinschlüssen; wenig Abdrücke; spezifisches Gewicht = 3.144; die Rossitzer Kohle besitzt eine eminente Backfähigkeit, das Koksausbringen beträgt im Großbetriebe 80%; zur Roheisenerzeugung ist der Koks jedoch nicht verwendbar wegen seines hohen Schwefelgehaltes;

V. aus dem Schatzlarer-Schwadowitzer Becken (Schatzlarer Zug, Fortsetzung des niederschlesischen oder Waldenburger Beckens); grauer Schieferton mit muscheligen Bruch und Fettglanz; viele, oft sehr zarte und schön gezeichnete Sigillarien- und Lepidodendronabdrücke; auch Abdrücke einer runden Fruchtschale, spezifisches Gewicht = 2.899; die Kohle ist gut verkokbar;

VI. aus dem niederrheinisch-westfälischen Becken; grauer Ton mit vielen Einschlüssen und Abdrücken von Sigillarien und Kalamiten; spezifisches Gewicht = 2.248; stark glänzende Gaskohle.

An Braunkohlenhangendem:

VII. Aus Brüx (Aussig-Teplitz-Dux-Brüx-Komotau-Saazer Becken); grauer Letten, vollständig gleichförmig; durch keine Hitzewirkungen verändert; spezifisches Gewicht = 2.302; die Kohle ist eine gute Braunkohle, die nicht wie andere Kohlen desselben Beckens (Brucher) durch Hitzewirkungen verändert worden ist;

VIII. aus Köflach (Voitsberg-Köflacher Revier); dunkelgrauer muscheliger Kohlschiefer mit teilweisen Pflanzenabdrücken; spezifisches Gewicht = 1.192; gewöhnliche Braunkohle;

IX. aus Fohnsdorf (Fohnsdorf-Feeberger Revier); dunkelgrauer Tonletten; spezifisches Gewicht = 1.792; die Kohle ist von sehr guter Qualität;

X. grauer Tonschiefer aus Leoben, an der Luft nicht brennbar; spezifisches Gewicht = 1.345;

XI. dunkelgrauer bituminöser, brandfähiger Mergelschiefer aus Leoben; spezifisches Gewicht = 1.469;

XII. blättriger lignitartiger Kohlschiefer aus Seegraben bei Leoben; spezifisches Gewicht = 1.332; die Kohlen des Seegraben-Münzenberger Reviers bei Leoben sind teilweise von sehr guter Qualität, schwarz und pechartig glänzend, mit muscheligen Bruch;

XIII. aus Webau bei Halle a. S. (mitteldeutsches Braunkohlenbecken); gelber Lehm mit vielen bis haselnußgroßen Quarzknoten; spezifisches Gewicht = 2.331; erdige Braunkohle, vorzügliche Schwelkohle;

XIV. aus Salesel in Böhmen; graublauer, sehr gleichmäßiger, feinkörniger und basaltartiger Phonolith; spezifisches Gewicht = 2.421; pechschwarze Glanzkohle mit muscheligen Bruch, durch Kontaktmetamorphose infolge eines Basaltdurchbruches veränderte Braunkohle.

* * *

Die angeführten Steinkohlenhangenden sind durchwegs tonige Gesteine, wie auch die meisten Braunkohlenhangenden tonartigen Charakter aufweisen. Schwefel konnte in allen nachgewiesen werden, während Stickstoff in den beiden letzten Proben (Webau und Salesel) fehlt. Überhaupt machen die Proben XIII und XIV im Verhalten und den Eigenschaften gegenüber den anderen Proben eine gewisse Ausnahme. Die Gesteine reagieren an und für sich vollständig neutral. An der Luft kann nur der Leobner Brandschiefer (Nr. XI) zum Entzünden gebracht werden. Beim Glühen der Proben hinterbleibt eine mehr oder weniger gefrittete, lichtgelb bis orange gefärbte Asche. Die Hangenden beider Kohlenarten adieren und binden Brom, enthalten also ungesättigte organische Verbindungen, wobei sich jedoch keinerlei Regelmäßigkeiten ergeben. Bemerkenswert aber ist, daß die Hangenden des Leobner Vorkommens verhältnismäßig am meisten Brom absorbieren. Die Prüfung auf dieses Absorptionsvermögen wurde ganz analog dem Fischerschen⁶⁾ Vorgehen durchgeführt, indem aus Bromkali und bromsaurem Kali durch Salzsäure Brom in Freiheit gesetzt wurde. Da die untersuchten Gesteine in ihrem Bromabsorptionsvermögen weder eine Gesetzmäßigkeit noch einen augenscheinlichen Unterschied erkennen ließen, konnte von einer quantitativen Bestimmung desselben um so eher Abstand genommen werden, als der Verbrauch an $\frac{n}{2}$ -Bromlösung nur zwischen 10 bis 20 cm^3 schwankte.

Nach diesen einleitenden Beobachtungen war es interessant, die wenigen qualitativen Unterscheidungsreaktionen, die wir haben, um Braun- und Steinkohle voneinander zu erkennen, auch auf die Hangendgesteine anzuwenden. Die Mucksche⁷⁾ Probe, welche sich auf die verschiedene Hygroskopizität beider Kohlenarten gründet, führte, wie vorausszusehen war, zu keinem

⁶⁾ F. Fischer, „Ztschr. f. angew. Chem.“, 12 (1899), 764/67 und 787/90.

⁷⁾ Muck, „Die Chemie der Steinkohle“, 1891, S. 180.

Ergebnis infolge des reichlichen Gehaltes der Hangenden an Mineralbestandteilen. Dafür gelangen andere Reaktionen dergestalt, daß sie auch in den Hangendgesteinen eine deutliche Unterscheidung zwischen dem zu Braunkohle und dem zu Steinkohle gehörigen verstaten.

Zunächst wurde versucht, die Gesteine einer trockenen Destillation zu unterwerfen, was besonders beim Steinkohlenmaterial mit einer gewissen Schwierigkeit wegen der darin enthaltenen geringen Menge an organischer Substanz verbunden war. Bei der im folgenden beschriebenen Versuchsanordnung gelang es schließlich doch, auch von diesen so viel an Destillationsprodukten zu erhalten, daß eine qualitative Prüfung derselben vorgenommen werden konnte. Zur Destillation benützte ich eine einseitig geschlossene Jenenser Verbrennungsröhre von 1 m Länge und 15 mm lichter Weite, die zum größten Teile mit dem Untersuchungsmaterial gefüllt wurde. Zum Abschluß desselben diente ein ausgeglühter Asbestpfropf. Auf dem offenen Ende des Rohres saß ein Korkstopfen, über welchen ein entsprechend weiter Vorstoß geschoben werden konnte. Die gefüllte Röhre ließ sich in einem guten, gegen die Vorlage zu schief stehenden Elementaranalysenofen so hoch erhitzen, daß ihr Glas zu erweichen begann. Dabei konnte der größte Teil der flüchtigen Stoffe aus den Gesteinen ausgetrieben werden. Die Destillationsprodukte sind bei den Hangenden beider Kohlenarten jenen von den Kohlen selbst identisch. Die entweichenden Gase (CO, Kohlenwasserstoffe usw.) sind brennbar; der Teer entspricht jenem der betreffenden Kohle und das resultierende Teerwasser reagiert bei den untersuchten Steinkohlenhangenden stets basisch, während jenes der Braunkohलगesteine sauer reagierende Bestandteile (Essigsäure usw.) enthält. Eine eingehendere Untersuchung der Edukte verbot sich von selbst, da beispielsweise zirka 100 g der Rossitzer Probe nach zweistündigem forcierten Destillieren kaum 2 cm^3 Teerwasser und einige Tröpfchen Teer lieferten. Es genügte denn auch vor allererst der qualitative Nachweis, daß die Edukte der Hangenden bei der trockenen Destillation analoge Unterschiede aufweisen, wie jene aus den Kohlen selbst.

Weniger Schwierigkeiten in der Ausführung bot die Untersuchung auf das Verhalten gegen 25%-ige Kalilauge, welches Verhalten nach P. F. Reinsch⁸⁾ zwar kein sicheres Erkennungsmittel für Braunkohle abgibt, das aber in den weitaus größten Fällen dennoch für Braunkohle typisch ist. Etwa 20 g der Probe wurden mit 100 cm^3 einer 25% igen KOH-Lösung eine Stunde lang gekocht. Dabei färbten die von mir geprüften Steinkohlenhangenden die Lauge gar nicht an. Im Gegensatz hierzu löste die Lauge aus den Braunkohlenhangenden ganz wie bei Braunkohle intensiv dunkelbraun gefärbte Körper heraus, aus welcher Lösung mittels Salzsäure ein ebenso gefärbter flockiger Niederschlag gefällt werden konnte, der auch hier als Humussubstanz angesprochen werden muß.

⁸⁾ Reinsch, „Dingl. Polytech. Journ.“, 256, 224.

Dieselbe Differenzierung tritt auf beim Verhalten der Gesteine gegen verdünnte Salpetersäure, welche Reaktion Donath und Ditz⁹⁾ als sicheres Unterscheidungsmerkmal zwischen Braun- und Steinkohle angeben. 5 g der fein gepulverten Probe werden in einem mit Kühlrohr und Vorlage versehenen Kolben mit 300 cm³ verdünnter Salpetersäure (spezifisches Gewicht = 1.015 oder konzentrierter HNO₃ im Verhältnis 1:10 verdünnt) übergossen und am Wasserbade erwärmt. Ähnlich wie bei den Steinkohlen zeigt die Salpetersäure auch bei den Steinkohlenhängenden selbst nach mehrstündigem Einwirken höchstens eine Gelbfärbung, die von gelöstem Eisen aus der Asche, das in der Lösung leicht nachzuweisen ist, herrührt. Anders bei den Braunkohlensteinen. Schon vor dem Beginn des Siedens zeigen aufsteigende Gasbläschen den Anfang einer Reaktion an, die auch ohne weitere Wärmezufuhr unter Selbsterwärmung bis zum Kochen längere Zeit anhält. Die Salpetersäure färbt sich dabei intensiv rotgelb bis rot und in der Vorlage kondensiert sich ein wässriges Destillat, während gleichzeitig mit nitrosen Dämpfen vermischte Gase entweichen. Die Untersuchung beider erzielten Flüssigkeiten wurde weiter nach Donath und Bräunlich¹⁰⁾ durchgeführt. Es gelang leicht, im Destillat Blausäure nachzuweisen. In der im Kolben verbliebenen roten Flüssigkeit wurde wie bei Braunkohle außer niederen Fettsäuren besonders Oxalsäure vorgefunden.

Schließlich wurden die Gesteine noch auf ihre Extrahierbarkeit mit organischen Lösungsmitteln untersucht.

⁹⁾ Ed. Donath u. H. Ditz, „Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenwesen“, 51, (1903), 310/14.

¹⁰⁾ Ed. Donath u. Fr. Bräunlich, „Chem.-Ztg.“, 28 (1904), 180.

Alkohol, Äther, Ligroin, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform und Benzol ziehen aus beiden Gesteinsarten dunkelgefärbte Extrakte aus, nur ist bei denen der Steinkohle die Ausbeute eine äußerst geringe; das Aussehen der erhaltenen Lösungen bietet ein sehr wichtiges und fast ausnahmslos sicheres Unterscheidungsmerkmal auch fürs Hangende von Braun- und Steinkohlen. Die Extrakte der zur Braunkohle gehörigen Gesteine sind gelb oder rot bis braun und dunkelbraun gefärbt und zeigen entweder gar keine Fluoreszenz oder wenn schon, so in geringem Grade. Dagegen fluoreszieren die Extrakte der Steinkohlenhängenden ohne Ausnahme außerordentlich stark in den Farben rot-grün oder gelb-grün, seltener mit einem Stich ins Bläuliche. Darf man der heute geltenden Anschauung¹¹⁾ über den Zusammenhang von Fluoreszenz und chemischer Konstitution organischer Körper folgen, so geht aus dem Verhalten der Gesteine bei den angeführten Extraktionen hervor, daß die Bitumenlösungen aus den Hangenden der Steinkohle der Hauptsache nach linear (Anthrazen usw.) oder angular (Phenanthren u. dgl.) anellierte¹²⁾ Ringe aromatischer Kohlenwasserstoffverbindungen, also Verbindungen, bei welchen zwei benachbarte Atome zwei Ringen gemeinsam angehören, enthalten würden. Im Gegensatz hiezu herrschen im Braunkohlenbitumen äußerst selten oder nur wenig fluoreszierende aliphatische Verbindungen vor. Daß diese Annahme im großen und ganzen stimmt, scheinen auch die späteren Untersuchungen zu bestätigen.

(Fortsetzung folgt.)

¹¹⁾ H. Kaufmann, Die Beziehungen zwischen Fluoreszenz u. chem. Konstitution. Ahrens Sammlung chem. u. chem.-techn. Vorträge, XI (1906), S. 4.

¹²⁾ Vgl. Hinsberg, Ann. d. Chem., 301 (1901), 259; anellus = kleiner Ring.

Mitteilungen über die steiermärkischen Kohlenvorkommen am Ostfuß der Alpen.

Von Dr. B. Granigg.

(Fortsetzung von S. 570.)

VI. Der Tertiärzug von Schönstein, Neuhaus und Rochitsch.

(Vgl. geologische Spezialkarte, Blatt Praßberg an der Sann und die „Erläuterungen“ hiezu von F. Teller.)

Von diesem Zug soll hier nur der auf das Blatt Praßberg entfallende Teil (zwischen Schönstein und Sternstein) kurz erwähnt werden, weil die weitere östliche Fortsetzung desselben dem Gebiet zwischen Wotsch und Rudenza angehört. Über die geologischen Verhältnisse und über die Kohlenführung dieses Gebietes konnten die nur sehr flüchtigen Begehungen, die der Verfasser hier aus Zeitmangel nicht gründlicher ausführen konnte, nichts wesentlich Neues bringen, weshalb diesbezüglich auf die einschlägige Literatur verwiesen werden muß.

1. Jungpliozäne Lignite. Über das Kohlenbecken des Schalltales mit seinen enormen Lignitmächtigkeiten (Wöllan) verdanken wir besonders den Herren E. Riedl, F. Teller, ferner Rolle, Friese und den „Mineral-

kohlen Österreichs“ eingehende Mitteilungen, die A. Aigner in den „Mineralschätzen der Steiermark“, p. 122 bis 124 auszugsweise wiedergibt, weshalb hier weiter nicht darauf eingegangen wird.

2. Aquitanische Braunkohlen. Diese sind wieder auf den Grundgebirgsrand beschränkt. Im Osten wurde in der Gemeinde Skalis, nördlich von Wöllan, durch einige Zeit die Sotzkakohle abgebaut, und weiter gegen Südosten bestanden bei Klanzberg (nördlich von Neuhaus) und bei Tschreschkova Baue und Schürfungen auf Sotzkakohle. Die geringe Mächtigkeit der Kohle und ihre Absätzigkeit ließen den Bergbau hier nirgends weit über das Schurfstadium hinauskommen. (Nach A. R. Schmidt, Öst. Ztschr. f. B. u. H. 1872, p. 233 u. f. ist die Kohle oft nur als „Gesteinsscheide“ entwickelt.)

Über das Verhalten dieser am Grundgebirgsrande bekannten Kohlenaufschlüsse gegen die Muldenmitte und somit auch gegen die Tiefe zu, seien folgende

Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

Dr. Ludwig Haberer, k. k. Senatspräsident i. R., Wien,

Gustav Kroupa,

k. k. Oberbergrat in Wien.

Franz Kieslinger,

k. k. Bergrat in Wien.

Ständige Mitarbeiter die Herren: Karl **Balling**, k. k. Bergrat, Oberbergverwalter der Dux-Bodenbacher Eisenbahn i. R. in Prag; Eduard **Doležal**, o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Wien; Eduard **Donath**, Professor an der technischen Hochschule in Brünn; Carl R. v. **Ernst**, k. k. Hof- und Kommerzialrat in Wien; Willibald **Foltz**, k. k. Regierungsrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien; Dr. ing. h. c. Josef **Gängl v. Ehrenwerth**, o. ö. Prof. der Montanist. Hochschule in Leoben; Dr. mont. Bartel **Granigg**, k. k. Adjunkt an der Montanistischen Hochschule in Leoben; Dr. Hans **Höfer**, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Adalbert **Káš**, k. k. Hofrat und o. ö. Hochschulprofessor i. R.; Dr. Friedrich **Katzer**, k. k. Bergrat und bosn.-herzeg. Landesgeologe in Sarajevo; Dr. Johann **Mayer**, k. k. Oberbergrat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn i. R.; Franz **Poech**, Hofrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Dr. Karl von **Webern**, Sektionschef i. R. und Viktor **Wolff**, kais. Rat, k. k. Kommerzialrat in Wien.

Verlag der Manzchen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark mit Textillustrationen und artistischen Beilagen. **Pränumerationspreis** einschließlich der Vierteljahrsschrift „Bergrechtliche Blätter“: jährlich für **Österreich-Ungarn K 28**—, für **Deutschland M 25**— . Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Zur chemischen Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen. (Fortsetzung.) — Mitteilungen über die steiermärkischen Kohlenvorkommen am Ostfuß der Alpen. (Fortsetzung.) — Marktberichte für den Monat September 1910. (Schluß.) — Der Bergwerks- und Hüttenbetrieb im Königreich Sachsen im Jahre 1907. — Erteilte österreichische Patente. — Notiz. — Literatur. — Amtliches. — Metallnotierungen in London. — Ankündigungen.

Zur chemischen Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen.

Von **A. Lissner**, Assistent bei der Lehrkanzel für chemische Technologie I an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn.

(Fortsetzung von S. 582.)

III. Experimenteller Teil.

a) Allgemeines.

Die weitere Untersuchung zerfällt im wesentlichen in zwei große Abschnitte: Untersuchung des Gesteinsmaterials an sich und Untersuchung des daraus mit Chloroform oder Benzol extrahierbaren Bitumens.

Die Untersuchung der Gesteinsproben an sich entspricht im allgemeinen der Analyse von Kohlegesteinen, indem Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff- und Schwefelbestimmungen vorgenommen und die vorhandenen mineralischen Substanzen in ihrer Gesamtheit als Glührückstand bestimmt werden. Der Rest auf 100 ergibt den Sauerstoff und die gefundenen Werte werden zwecks besseren Vergleiches auf reine, aschen- und wasserfreie organische Substanz und auf Kohlenstoff = 100 umgerechnet. Bei Gegenwart von Karbonaten und Feuchtigkeit müssen Kohlensäure- und Wasserbestimmungen ausgeführt und die hierfür gefundenen Werte, auf C und H umgerechnet, von den für Kohlenstoff und Wasserstoff resultierenden Gesamtwerten in Abzug gebracht werden. Obgleich es bei der vorliegenden Arbeit mehr auf die Bestimmung der organischen Bestandteile ankommt, wurden doch die anorganischen Bestandteile auch in die Untersuchung einbezogen, nicht nur der Vollständigkeit halber, sondern

auch deshalb, weil ein Zusammenhang von mineralischer und organischer Zusammensetzung im vorhinein nicht ausgeschlossen war. Außerdem wurde in den Proben eine quantitative Unterscheidungsreaktion für Braun- und Steinkohlen, die Methylzahlbestimmung nach Zeisel, durchgeführt. Die Gesteine kamen im lufttrockenen Zustande zur Analyse, und zwar in sorgfältig gezogenen, feinst gepulverten und gemischten Durchschnittsproben.

Der Untersuchung des Bitumens stellte sich gleich vom Anfang an ein großes Hindernis in den Weg, nämlich die Beschaffung desselben. 100 g Steinkohlenhangendes ergeben, mit Chloroform behandelt, durchschnittlich 0.05 g Bitumen. Um also nur 5 g Bitumen zu gewinnen, mußten schon 10 kg Material extrahiert werden. Deshalb wurde die Extraktion anfangs in einem großen Apparat aus Kupfer vorgenommen, der gegen 5 kg Material faßt und ganz genau den kleinen Soxhletschen Apparaten nachgebildet ist (nur gestattet ein am aufsteigenden Schenkel des Heberrohres angebrachter Probierhahn eine Kontrolle, wie weit die Extraktion schon gediehen ist). Die Gewinnungsweise mit diesem Apparat leidet aber an dem einen Übel, daß die Erschöpfung des Materiales nicht vollständig erreicht wird, selbst wenn die Extraktion einer Füllung sechs Wochen lang andauert. Es hat sich dann eine Modifikation des Extraktions-

apparates nach Graefe¹³⁾ am leistungsfähigsten erwiesen. Die kleine Abänderung an dem Apparate besteht einfach darin, daß nicht ein weithalsiger Erlenmeyerkolben, sondern ein langes und ziemlich schmales Becherglas zur Verwendung kommt. Damit wird erreicht, daß der an dem durchbohrten Korke hängende Kupferdrahtkorb, der die Filterpatrone mit dem zu extrahierenden Material aufnimmt, so groß gehalten werden kann, daß er zirka ein halbes Kilogramm davon faßt. Die Wirkungsweise ist ganz wie beim Graefeschen Apparat. Die einzige Unannehmlichkeit am Apparat bietet die Abdichtung der großen, meist sehr porösen Korke. Überziehen derselben mit Stanniol, wie es Stanněk¹⁴⁾ empfiehlt, hat gewöhnlich geholfen. Geringe Verluste an Lösungsmittel sind jedoch unvermeidlich. Die Gesteine gelangen nicht feingepulvert, sondern in Korngröße zur Extraktion, da feines Material das Lösungsmittel nur schwer hindurchdringen läßt und also das Innere der Patrone nur unvollständig ausgezogen wird. Je nach dem verwandten Lösungsmittel variiert die Menge und auch die Art des resultierenden Bitumens.¹⁵⁾ Pyridin vermag neben Anilin relativ die größte Menge organischer Substanz zu extrahieren. Sollen jedoch die Extrakte weiter untersucht werden, so eignet sich das Pyridin dazu weniger, weil es sich nur auf umständliche Weise, oder gar nicht wieder aus dem gewonnenen Extrakte entfernen läßt. Für die Extraktion sind wahrscheinlich die basischen Eigenschaften des Pyridins und des Anilins von Bedeutung, was dadurch bestätigt wird, daß ebenso wie diese auch verdünnte alkoholische Alkalilösung sich als gutes Lösungsmittel bewährt. Alkohol löst hauptsächlich die sauren Anteile des Bitumens und gibt deshalb eine geringere Ausbeute.

Aber auch der Siedepunkt des Lösungsmittels spielt mit Rücksicht auf die Bitumenausbeute eine gewisse Rolle. So löst nach Graefe¹⁶⁾ der bei gewöhnlicher Temperatur durchaus nicht sehr auf Kohlen (und auch auf die Kohlengesteine) einwirkende Amylalkohol infolge seines hohen Siedepunktes ziemliche Mengen Bitumen, das sonst so gute organische Lösungsmittel Äther infolge seines niedrigen Siedepunktes dagegen nur wenig. Behandlung des Materials mit dem Lösungsmittel bei höheren als Atmosphärendrücken dürfte analoge Effekte hervorrufen. So konnte Hodurek¹⁷⁾ durch Einwirkenlassen von grünem Anthrazenöl auf Steinkohle unter Druck beträchtliche Mengen pechartiger Körper daraus isolieren.

Für die vorliegenden Zwecke wurden Chloroform und Benzol zum Extrahieren verwendet, weil diese beiden Lösungsmittel nicht wie der Alkohol z. B. für die in den Gesteinen enthaltenen organischen Körper ein auswählendes Lösungsvermögen besitzen und weil sie beiläufig die gleiche Ausbeute ergaben. War der Inhalt einer Filterpatrone erschöpft, so wurde sie mit einer neuen ausgewechselt, die Lösung aber wurde belassen,

¹³⁾ Ed. Graefe, „Braunkohle“, 6 (1907), 223.

¹⁴⁾ Stanněk, „Chem.-Ztg.“, 30 (1906), 347.

¹⁵⁾ Ed. Graefe, „Braunkohle“, 6 (1907), 219.

¹⁶⁾ Graefe loc. cit., S. 219.

¹⁷⁾ Hodurek, „Österr. Chem.-Ztg.“, 7 (1904), 368.

bis sie an Bitumen gesättigt erschien. Alsdann wurde letzteres durch Abdestillieren und dadurch Wiedergewinnen des Lösungsmittels zum größten Teile davon befreit, in einer Schale gesammelt und unter 100° C während kurzer Zeit getrocknet. Das Trocknen muß mit einiger Vorsicht geschehen, da dabei leicht Zersetzungserscheinungen auftreten. Die Proben wurden einfach unter Glasglocken aufbewahrt; über wasserentziehenden Mitteln erleidet das Bitumen gewisse Veränderungen.¹⁸⁾

Da von den so gewonnenen Bitumen immer nur wenige Gramme zur Verfügung standen, konnten nur die allerwichtigsten Bestimmungen darin durchgeführt werden. Die Fehlerquellen, die bei den angedeuteten Untersuchungen auftreten können, sind zu gleicher Zeit mit der folgenden detaillierten Schilderung der Arbeitsweisen besprochen.

b) Die Untersuchung der Gesteine an sich.

1. Feuchtigkeitsbestimmung. Die Proben kamen, wie oben schon erwähnt, im lufttrockenen Zustande zur Analyse. Wenn auch ihr Wassergehalt dann von der jeweiligen Temperatur und dem Luftdrucke¹⁹⁾ abhängig, also an verschiedenen Tagen ein verschiedener ist, so sind diese Faktoren bei den untersuchten Gesteinsproben, besonders wenn diese sorgfältig in luftdicht schließenden Pulvergläsern aufbewahrt werden, von äußerst geringem Einfluß, wie Kontrollbestimmungen an verschiedenen Tagen dargetan haben. Die Substanz in bei erhöhter Temperatur getrocknetem Zustande zu analysieren, bringt infolge ihrer Hygroskopizität besonders beim Braunkohlenhangenden unvermeidlich größere Fehler mit sich. Die bekannten Schwierigkeiten, die sich bei der Feuchtigkeitsbestimmung von organogenen Gesteinen dadurch ergeben, daß diese Stoffe bei höherer Temperatur durch den Sauerstoff der Luft chemische Veränderungen erleiden können, waren hier verhältnismäßig leicht zu umgehen. Bei den Steinkohlenhangenden genügte es nach F. Fischer²⁰⁾ 10 g der Probe in einem größeren Wägefläschchen mit Stöpsel oder zwischen zwei Uhrgläsern zwei Stunden lang bei 105 bis 110° C in einem Trockenschranke zu trocknen. Zwecks Kontrolle ausgeführtes Trocknen bis zur Gewichtskonstanz im Vakuum ergab genaue Übereinstimmung (Unterschiede höchstens 0·005%). Die Feuchtigkeitsbestimmungen in den Braunkohlenhangenden mußten jedoch durchwegs im Vakuumtrockenschranke bis zum konstanten Gewichte, das gewöhnlich nach zweimaligem, je eine Stunde währendem Trocknen erzielt war, durchgeführt werden. Resultate:

Tabelle I.

Feuchtigkeit im	I	II	III	IV	V	VI		
Steinkohlenhangenden	1·07	1·07	1·04	1·16	0·48	1·78		
Feuchtigkeit im	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Braunkohlenhangenden	5·20	5·82	2·85	3·36	6·89	4·52	1·80	8·64

¹⁸⁾ Vgl. Constam u. Rougeot, „Ztschr. f. angew. Chem.“, 17 (1904), 845/48.

¹⁹⁾ J. M. van Bemmelen, „Ztschr. f. anorgan. Chem.“, 42 (1904), 314.

²⁰⁾ F. Fischer: „Die chemische Technologie der Brennstoffe“, I, S. 108.

2. Glührückstandsbestimmung. So einfach die Durchführung dieser Bestimmung im ersten Moment erscheint, so verwickelt ist sie in Anbetracht der Fehlerquellen, die sich einschleichen können. Dieselben sind auch für die vorliegenden Gesteine ähnlich, wie sie zum Teil Muck²¹⁾ für Kohlen genau festgestellt hat. Der schweren Verbrennbarkeit der organischen Substanzen, besonders bei den mineralreichen Steinkohlenhangenden, wird durch Glühen der sehr fein gepulverten Probe vor dem Gebläse begegnet, nachdem dieselbe erst allmählich zur Hintanhaltung des Dekrepitierens und Verstaubens über einer gewöhnlichen Gasflamme so viel als möglich entgast worden ist. Zur Erkennung von eventuell unverbrannt gebliebenen kohligen Resten wird die Asche mit wenig Alkohol befeuchtet, der Alkohol abgebrannt und der Rückstand noch einmal geglüht. Man kann jetzt sicher sein, daß alle organische Substanz verbrannt ist. Das hohe Erhitzen vor dem Gebläse birgt aber den unvermeidlichen Fehler in sich, daß nicht bloß die Karbonate und teilweise Schwefelkies zersetzt, das Konstitutionswasser entbunden und dadurch die chemische Zusammensetzung des anorganischen Gesteinsanteiles verändert werden, sondern daß auch die Alkalichloride und -Sulfate sich verflüchtigen können. Chloride sind jedoch in den Gesteinen, wie ausdrücklich nachgewiesen wurde, nur in Spuren enthalten und auch Sulfate in keinen solchen Mengen, daß ihre Verflüchtigung erhebliche Fehler ergibt. Immerhin sind die Vorgänge beim Glühen in der Asche nicht kontrollierbar, weshalb es sich empfohlen hat, bei jeder Probe genau denselben Analysenweg einzuschlagen. Die erhaltenen Werte von 100 abgezogen, geben den Glührückstand. Resultate:

Tabelle II.

Steinkohlenhangendes	I	II	III	IV	V	VI
Glührückstand	94.41	86.19	77.49	92.60	88.12	89.11
Glührückverlust	5.59	13.81	22.51	7.40	11.88	10.89

²¹⁾ F. Muck, „Ztschr. f. anal. Chem.“, 19 (1880), 131.

Braunkohlenhangendes	VII	VIII	IX	X
Glührückstand	89.04	69.92	78.75	73.65
Glührückverlust	10.96	30.08	21.25	26.35
Braunkohlenhangendes	XI	XII	XIII	XIV
Glührückstand	35.72	38.15	96.19	88.36
Glührückverlust	64.28	61.85	3.81	11.64

3. Aschenanalyse. Zur Analyse der Asche wurde der Glührückstand mit reinem entwässertem Natriumkarbonat aufgeschlossen, die Kieselsäure in bekannter Weise abgeschieden, das nach dem Abfiltrieren derselben erhaltene Filtrat in einem Kolben auf 500 cm³ aufgefüllt und in entsprechenden Anteilen davon die Bestimmungen von Eisen, Tonerde, Kalk, Magnesia, Alkalien und Sulfaten vorgenommen. Auf die Ermittlung von Phosphorsäure konnte verzichtet werden, da ihr Gehalt in den Gesteinen ein minimaler war, dasselbe gilt von Mangan, das sich in einigen Hangenden spurenweise vorfindet. Resultate:

Tabelle III.

	I	II	III	IV	V	VI
Si O ₂	62.45	50.61	43.61	56.58	47.87	55.01
Fe ₂ O ₃	5.12	6.94	7.77	7.99	8.31	3.09
Al ₂ O ₃	17.99	25.26	15.88	19.98	24.01	27.79
Ca O	5.10	0.52	3.38	4.35	1.51	0.16
Mg O	1.81	1.52	1.98	1.42	0.94	0.92
K ₂ } O	1.00	0.25	3.84	0.42	4.41	0.28
Na ₂ } O	1.00	0.25	3.84	0.42	4.41	0.28
S O ₃	0.40	0.23	0.28	0.75	0.30	0.45

	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Si O ₂	56.62	34.48	46.14	41.47	28.18	22.01	78.67	42.90
Fe ₂ O ₃	4.81	2.95	8.45	7.23	1.08	1.21	3.46	9.42
Al ₂ O ₃	21.14	21.49	16.01	18.72	2.34	13.77	8.56	13.87
Ca O	0.19	1.14	1.34	0.62	0.95	1.19	0.84	7.42
Mg O	0.59	0.52	2.30	0.32	0.38	0.38	0.69	7.89
Alkali	1.57	0.63	2.29	1.19	0.18	0.51	2.65	1.76
S O ₃	0.87	0.15	0.71	2.67	1.90	0.20	0.32	0.20

(Fortsetzung folgt.)

Mitteilungen über die steiermärkischen Kohlenvorkommen am Ostfuß der Alpen.

Von Dr. B. Granigg.

(Fortsetzung von S. 587.)

VII. Das Pettauer Feld.

(Vgl. geologische Spezialkarte, Blatt Pragerhof und Windischfeistritz und Blatt Pettau und Vinica.)

Wir wollen für unsere Zwecke den Begriff „Pettauer Feld“ erweitern und darunter nicht nur die breite Diluvialebene von Pettau, sondern auch ihre westliche Fortsetzung über Pragerhof und Windischfeistritz nach Gonobitz verstehen. Im Norden begrenzen das kristalline Massiv des Bachers, im Süden die Trias der Gonobitzer Gora und des Wotsch unser Gebiet.

Den Sotzkaschichten, die sich im Süden und Westen an das Grundgebirge anlehnen, folgen zunächst marine Mergel und Sandsteine des Untermiozäns. Die

Leithakalke treten nur im Osten auf; sie streichen von Südwest nach Nordost, von Sauritsch über den Kulmberg bei Friedau nach St. Wolfgang am Kaagberg und somit parallel zum Triaszug „Ravna Gora—Vinica“. Der letztere führt uns über Schiltern zum Wotsch usw. in die Alpen. Die sar-matischen Schichten treten nur in einer schmalen Zone im Blatte Pragerhof und Windischfeistritz auf. Kongeriensande und Tegel und Belvederschotter nehmen einen sehr ausgedehnten, recht monotonen Teil des Pettauer Feldes ein, und die ausgedehnten Gebiete diluvialer Ablagerung (siehe die geologische Spezialkarte) sind ein lästiges Hemmnis bei der montangeologischen Terrainaufnahme. Die drei großen Einheiten: Diluvialebene, tertiäres Hügelland

IX. Das Tertiärbecken zwischen Poßruck, der Koralpe und dem Sausalgebirge.

(Vgl. Spezialkarte, Blatt Unterdrauburg, Marburg, D. Landsberg-Wolfsberg, Wildon und Leibnitz.)

Mit der Besprechung dieses Gebietes treten wir in den Amtsbezirk des Revierbergamtes Graz über. Die Begehungen, die der Verfasser in Mittel- und Oststeiermark ausführen konnte, waren infolge Zeitmangels zu flüchtig, um eine eingehende Erörterung aller Schurfprobleme zu gestatten. Auch hier wird in vielen Punkten der „Nachtrag“ ergänzen müssen.

Das hier zu besprechende Tertiärbecken ist keineswegs ein in sich geschlossenes Gebiet. Es ist gegen Norden und gegen Osten hin teilweise offen. Immerhin schiebt sich gegen das offene Meer hin das Sausalgebirge einigermaßen als Barre vor, so daß der Ausdrück Becken nicht ganz der Berechtigung entbehrt.

Für die Kohlenführung kommt hier wieder nur ein Niveau (Niveau der Braunkohlen von Eibiswald) in Betracht. Die einzigen bekannten Aufschlüsse liegen in den verliehenen Bergbauen von Eibiswald, von Wies und vom Labitschberg nächst Gamlitz bei Ehrenhausen vor.

Über die in den Bergbauen erzielten Aufschlüsse geben die „Mineralkohlen Österreichs“ und bezüglich der übrigen Literatur Aigners „Mineralschätze“ eine so gute Darstellung, daß hier ein Hinweis auf jene Mitteilungen genügen mag.

Für die Beschürfung ist von Wesenheit die richtige Erkenntnis der Endschaft der bisher aufgeschlossenen Flöze.

So ist es bisher noch nicht endgültig festgesetzt, ob das Flöz von Eibiswald älter als das Wieser Flöz ist und dieses an manchen Stellen vielleicht unterteuft. Auch ist die Ausdehnung des Eibiswalder Flözes gegen Osten hin noch nicht vollständig bekannt. Viel wichtiger ist aber die Endschaft des Wieser Flözes. Streichend ist dasselbe auf über 9 km bekannt. Der Aufschluß nach der flachen Teufe erreicht bisher über 2 km. Eine sichere Entscheidung darüber, ob das Wieser Hauptflöz gegen die Tiefe (gegen Nordosten hin) sich flachlegt und auskeilt, oder ob es sich in einem Gegenflügel wieder erhebt, scheint noch nicht erzielt worden zu sein.

Beim allgemeinen Charakter der steirischen Kohlen als Randbildungen, weiters in Anbetracht einer gegen die Tiefe zu im Bergbau deutlich wahrnehmbaren Abnahme der Mächtigkeit und beim Mangel an solchen Ausbissen, die einem Gegenflügel angehören könnten, ist es allerdings sehr wahrscheinlich, daß das Wieser Flöz auf den Grundgebirgsrand beschränkt ist und daß es kaum über das Sulmtal hinausreichen dürfte. Nur dadurch, daß im Labitschberg nächst Gamlitz bei Ehrenhausen, ziemlich weit von jedwem Grundgebirgsrand ein allerdings nur 0.4 m mächtiges, mit 10 bis 18° nach Osten fallendes Flöz auftritt, das mit jenem von Wies altersgleich ist, wird auch das zwischen Gamlitz und Wies gelegene Terrain interessanter. Auch über die Möglichkeit einer Fortsetzung des Eibiswalder, bzw. des Wieser Flözes gegen Südosten, gegen das Poßruckgebirge hin, fehlen in der Literatur Angaben. (Vgl. geol. Übersichtskarte.)

Leider konnte dieses Gebiet nicht mehr begangen werden. Die Suche nach der Fortsetzung des Wieser Hauptflözes gegen Nordwest, bzw. Norden, hat zu zahlreichen, bisher fruchtlosen Schürfungen in der Gegend zwischen Schwanberg und Deutsch-Landsberg Anlaß gegeben.

In der vorstehenden Tabelle sind die Tiefbohrungen, welche die Fortsetzung der Eibiswalder, bzw. des Wieser Flözes aufschließen sollten, auf Grund der in den „Mineralkohlen Österreichs“ und in V. Hilbers „Die Miozän-Ablagerungen und das Schiefergebirge zwischen den Flüssen Kainach und Sulm in Steiermark“ (Jb. geol. R. A. 1878, p. 505) enthaltenen Angaben zusammengestellt. Hiezu sei noch bemerkt, daß nach A. R. Schmidt (l. c.) im Jahre 1847 bei Schwanberg außer den ärarischen Schürfungen noch 31 Hand- und Maschinenbohrlöcher, ein Aufschlußschacht und drei Schurfschächte in Betrieb waren.

Auch bei den in der Tabelle dargestellten Bohrungen scheinen mehrere infolge mangelhafter Ausrüstung stecken geblieben zu sein.

Ganz wertlose Kohlenspuren wurden ferner noch durch kleinere Bohrungen bei Schirka (8 bis 26 cm Kohle) ferner bei Oberjähning und im Hof des Schlosses Waldschach aufgeschlossen.

(Fortsetzung folgt.)

Zur chemischen Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen.

Von A. Lissner, Assistent bei der Lehrkanzel für chemische Technologie I an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn.

(Fortsetzung von S. 597.)

4. Gesamtschwefelbestimmung. Der Gesamtschwefel wurde nach der Methode von Brunck²⁹⁾, deren allgemeinere Anwendung nur befürwortet werden kann, und zur Kontrolle teilweise nach Eschka bestimmt.

²⁹⁾ Brunck, „Ztschr. f. angew. Chem.“, 18 (1905), 1560.

Das Bruncksche Verfahren für die Schwefelbestimmung in Kohlen kann in sinngemäßer Weise direkt auf das zu untersuchende Gesteinsmaterial angewendet werden. Anstatt 1 g Probe nimmt man 3 bis 5 g zur Analyse. Diese werden mit etwa 3 g eines Gemenges von zwei Teilen Kobaltoxyd und einem Teil entwässerten Natrium-

karbonat in einer innen glasierten Porzellanschale innig gemischt. Das Gemisch wird in ein sehr geräumiges Porzellanschiffchen übergeführt und dieses in ein weites, zirka 30 cm langes Stück Verbrennungsrohr eingeschoben, welches an einem Ende mit einem durchbohrten Stopfen mit Glasrohr zum Einleiten des Sauerstoffes verschlossen wird; das andere Ende der Röhre bleibt offen. Das so beschickte Rohr kommt in einen kleinen Verbrennungssofen.

In der Ausführung der Bestimmung in den Hangenden muß eine ganz geringe Änderung Platz greifen. Wegen des großen Aschenanteiles ist es nämlich meist nicht möglich, nach entsprechendem Anheizen die Probe im Sauerstoffstrom zum Fortglühen zu bringen. Die zur Analyse hergerichtete Substanz muß deshalb, während man einen mäßigen Sauerstoffstrom durch die Röhre leitet, eine halbe Stunde lang auf höchstens 300° erhitzt werden, nach welcher Zeit gewöhnlich die vollständige Überführung alles vorhandenen Schwefels in Sulfat bewerkstelligt ist. Nach dem Erkalten laugt man den Inhalt des Schiffchens mit wenig warmem Wasser aus und filtriert ihn über ein dichtes Filter. Dem Waschwasser werden einige Tropfen einer Lösung von Natriumkarbonat zugesetzt, da sonst der feinverteilte Rückstand leicht durchs Filter geht. Das alkalische Filtrat wird, um etwa vorhandenes Sulfid zu oxydieren, mit einigen Kubikzentimetern Wasserstoffsperoxydlösung erwärmt. Alsdann säuert man mit Salzsäure schwach an und fällt die Schwefelsäure unter den bekannten Vorsichtsmaßregeln.

Die Bestimmung nach Eschka geschieht mit etwas größeren Einwagen als gewöhnlich in der sonst üblichen Weise. Zum Oxydieren von eventuell noch vorhandenem Sulfit kann ebenfalls Wasserstoffsperoxyd oder Bromwasser zu Hilfe genommen werden. Resultate:

Tabelle IV.

Steinkohlenhangendes	I	II	III	IV	V	VI
Gesamtschwefel	0·30	0·27	0·32	0·94	0·38	0·47
Braunkohlenhangendes			VII	VIII	IX	
Gesamtschwefel			0·94	0·12	0·82	2·04
Braunkohlenhangendes			XI	XII	XIII	XIV
Gesamtschwefel			1·08	1·34	0·52	0·41

5. Kohlensäure- und Sulfidschwefelbestimmung. Dieselbe wurde nach der alterprobten Methode, wie sie Fresenius²³⁾ in seinem analytischen Lehrbuch angibt, ausgeführt. Durch Behandeln und Kochen des Gesteines mit Salzsäure wird die gesamte Kohlensäure und zugleich der durch Salzsäure aus den Sulfiden entwickelbare Schwefelwasserstoff ausgetrieben, letzterer in Röhren mit entwässertem Kupfervitriol-Bimssteinstückchen und die Kohlensäure im Kaliapparat aufgefangen. Resultate:

Tabelle V.

Steinkohlenhangendes	I	II	III	IV	V	VI
CO ₂	0·64	3·87	3·56	2·48	5·80	0·73
Sulfidschwefel	0·04	0·24	0·09	0·08	0·13	0·21

²³⁾ Fresenius, Quant. chem. Anal., 1896, I. S. 449.

Braunkohlenhangendes	VII	VIII	IX	X
CO ₂	1·96	0·31	1·78	0·36
Sulfidschwefel	0·13	—	0·09	0·66
Braunkohlenhangendes	XI	XII	XIII	XIV
CO ₂	0·32	5·02	0·43	2·94
Sulfidschwefel	—	0·14	0·08	0·27

6. Stickstoffbestimmung. Der Stickstoff wurde nach dem Kjeldahlschen Verfahren ermittelt, weil diese Methode für organogene Gesteine, besonders Kohlen, jetzt allgemein in Anwendung steht. Zirka 3 g der feinst gepulverten Substanz werden in einem Kjeldahl-Kolben mit 1 g Quecksilber und 30 cm³ Schwefelsäure-Phosphorsäureanhydrid versetzt (bereitet durch Eintragen von 200 g Phosphorsäureanhydrid in 1 l konzentrierter Schwefelsäure von spezifischem Gewicht 1·84). Gewöhnlich muß das darauffolgende Sieden 2 bis 3 Stunden fortgesetzt werden, da der Aufschluß bei den Gesteinen nicht so leicht wie bei den Kohlen gelingt. Das Abdestillieren des gebildeten

Ammoniaks in vorgelegte $\frac{n}{10}$ H₂ S O₄ und das Zurücktitrieren desselben geschieht in gewöhnlicher Weise. Resultate:

Tabelle VI.

Steinkohlenhangendes	I	II	III	IV	V	VI
Stickstoff	0·21	0·27	0·21	0·27	0·20	0·28
Braunkohlenhangendes			VII	VIII	IX	X
Stickstoff			0·09	0·06	0·06	0·12
Braunkohlenhangendes			XI	XII	XIII	XIV
Stickstoff			0·07	0·10	—	—

7. Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung. Die Mehrzahl der zur Untersuchung gelangenden Hangendgesteine sind Kohlenstoff führende Tone, also wasserhaltige Aluminium-Silikate, die ihr chemisch gebundenes Wasser vollständig erst beim Glühen über 700° C abgeben. Unterzieht man solche kohlige Tongesteine zur Ermittlung des organischen Kohlenstoffes und Wasserstoffes einer Elementaranalyse, so werden die dabei resultierenden Wasserstoffwerte durch das erst bei höherer Temperatur entweichende Verbindungswasser gefälscht. Die Wasserstoffe fallen demnach stets um jenen Betrag zu hoch aus, der vom Konstitutionswasser her stammt. Die Menge dieses Wassers läßt sich nun durch keinerlei Mittel direkt bestimmen. Dafür gelang es mir nach vielen vergeblichen Versuchen eine indirekte Methode auszuarbeiten, die mit genügender Sicherheit gestattet, die wahren H-Werte in solchen tonigen Kohlengesteinen zu finden.²⁴⁾ Hier kann ich mich darauf beschränken, kurz die Arbeitsweise anzugeben, die ich bei der Untersuchung der Hangendgesteine eingehalten habe.

Zuvörderst wird durch eine gewöhnliche Elementaranalyse von zirka 1 g des unveränderten Gesteins die darin enthaltene Kohlenstoffmenge bestimmt. Wegen der vorhandenen Schwefelverbindungen wird an Stelle des Kupferoxyds zum Teil Bleichromat gegeben und die Probe mit frisch ausgeglühtem Bleichromat gemischt. Zum Unschädlichmachen des Stickstoffes und von Halogenen (besonders

²⁴⁾ Vgl. A. Lissner, „Chem.-Ztg.“, 34 (1910), 37.

bei der weiter unten beschriebenen Elementaranalyse nach dem Salzsäure-Flußsäure-Aufschluß) dient eine längere blanke Silberspirale. Daß dieselbe auch ein leichteres Austreiben des Wassers aus dem Rohr vermittelt, sei nur nebenbei bemerkt²⁵⁾. Um eine vollständige Verbrennung zu erzielen, muß etwas länger als für gewöhnlich und so hoch als möglich erhitzt werden. Die bei der Verbrennung sich bildende, im Kaliapparat aufgefangene Kohlensäure rührt von dem Kohlenstoff der organischen Substanz und der Kohlensäure aus den Karbonaten her. Nach Abzug der letzteren, die früher schon gesondert bestimmt worden ist, kann der wahre Kohlenstoffwert berechnet werden.

Für die weitere Analyse behandelt man in einer Platinschale eine nicht genau gewogene Menge der Probe — zirka 10 g genügen — bei Wasserbadtemperatur 2 bis 3 mal mit einem Gemisch von zwei Teilen rauchender Flußsäure und einem Teil Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1·18. Dadurch wird im Gestein die Kieselsäure-Tonerdebindung zerstört und damit das Konstitutionswasser sozusagen in Freiheit gesetzt. Der nach der Säurebe-

²⁵⁾ Vgl. A. Waegner, Österr. Chem.-Ztg., 6 (1903), 410.

handlung restierende Rückstand wird mit heißem Wasser aufgenommen, über ein gewöhnliches, aber dichtes Papierfilter filtriert und mit heißem Wasser bis zum Verschwinden der Chlorreaktion gewaschen. Es ist unbedingt geboten, sehr sorgfältig auszuwaschen, weil sonst zurückbleibende lösliche Chloride oder Fluoride die nachfolgende Elementaranalyse unmöglich machen würden. Die kohlige Substanz am Filter, die jetzt nur noch geringe Beimengungen anorganischer Bestandteile, hauptsächlich Calciumsulfat und -Fluorid, die bei der späteren Verbrennung nicht schaden, enthält, wird dann bei 120° getrocknet, was gewöhnlich in zwei Stunden beendet ist. Hierauf wird der Trockenrückstand vorsichtig vom Filter getrennt, 0·2 bis 0·4 g davon in ein Verbrennungsschiffchen gebracht und in derselben Weise, wie oben angegeben, der Elementaranalyse unterzogen. Das dabei entstehende Wasser und die Kohlensäure werden in den entsprechenden Absorptionsapparaten aufgefangen und zur Wägung gebracht. Das gebildete Wasser rührt jetzt nur noch vom Wasserstoff der organischen Substanzen her. Aus den gefundenen Gewichtsmengen ergibt sich ein bestimmtes Verhältnis des Wasserstoffes zum Kohlenstoff, das auf den durch die erste Verbrennung erzielten Kohlenstoffwert umgerechnet wird.

Tabelle VII.

Hangendes	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Gesamt-C . . .	1·02	5·32	13·75	2·56	4·05	4·62	1·64	10·84	11·35	13·50	41·40	37·26	0·31	0·86
Gesamt-H . . .	0·48	0·90	1·34	0·49	0·62	0·94	0·91	2·13	1·67	1·99	4·28	3·72	0·37	1·38
Organ. C . . .	0·85	4·27	12·78	1·88	2·47	4·42	1·11	10·76	10·86	30·20			—	—
Organ. H	0·08	0·45	1·03	0·28	0·32	0·45	0·13	0·75	1·35	13·41 41·31 35·89			—	—
O	0·18	0·67	2·08	0·53	0·23	0·37	0·54	5·78	3·77	2·53			—	—
auf reine organische Substanz bezogen:										1·62 3·48 2·50			—	—
C	64·39	7·44	79·38	63·51	76·71	80·07	59·36	62·02	67·71	8·71			—	—
H	6·06	7·95	6·40	9·46	9·94	8·15	6·96	4·32	8·42	6·82 12·11 7·20			—	—
O	13·64	11·84	12·92	17·91	7·14	6·70	28·88	33·31	23·51	70·70			—	—
C = 100; H	8·82	10·54	8·06	14·96	12·96	10·18	11·71	6·97	12·43	61·04 72·51 78·55			—	—
C = 100; O	20·94	15·69	16·27	28·19	9·31	8·37	48·23	53·72	34·71	6·30			—	—
Durchschnittswerte für die entsprechenden Kohlen, auf aschen- und wasserfreie organische Substanz bezogen:										7·33 6·11 5·47			—	—
C	82·87	83·52	83·77	87·46	82·68	85·44	72·43	68·92	71·41	22·67			—	—
H	4·95	4·84	4·90	4·57	5·16	5·34	5·56	4·46	4·85	31·04 21·20 15·76			—	—
O	10·76	9·99	10·22	6·50	10·84	6·54	21·12	26·00	21·50	9·15			—	—
C = 100; H	5·99	5·80	5·84	5·22	6·25	6·25	7·68	6·47	6·69	12·08 8·42 6·96			—	—
C = 100; O	12·97	11·97	12·32	7·44	13·12	7·66	29·15	37·73	29·69	33·41			—	—
										50·85 29·31 20·06			—	—
										71·06			—	—
										5·11			—	—
										22·81			—	—
										7·22			—	—
										31·99			—	—

Auf diesem indirekten Wege ist schließlich die wahre Wasserstoffmenge in der organischen Substanz zu eruieren.

Mit Hilfe der gefundenen Werte und unter Rücksichtnahme auf hygroskopisches Wasser, Konstitutionswasser, Glührückstand, Kohlensäure, Schwefel und Stickstoff ergeben sich die Sauerstoffmengen als Differenz auf 100. Zwecks besseren Vergleiches werden dann Wasserstoff und Sauerstoff noch auf C = 100 bezogen. (Resultate siehe Tabelle VII, S. 614).

8. Methylzahlbestimmung. R. Benedikt und M. Bamberger²⁰⁾ haben dargetan, daß die Zeiselsche²⁷⁾ Methoxylbestimmung nicht nur in Papier und Holz, sondern auch noch in Lignit und Braunkohle positive Werte ergibt, während die Steinkohlen keine Methoxyl (O C H³)-gruppen enthalten. Die Zeiselsche Bestimmungsmethode, auf die hangenden Gesteine angewendet, führte zu einem analogen Ergebnis. Die Durchführung geschah, wie es Benedikt und Bamberger angeben, in dem von Ehmann²⁸⁾ modifizierten Apparate von Benedikt und Grüssner²⁹⁾,

²⁰⁾ Benedikt u. M. Bamberger, Monatsh. f. Ch., 11 (1890), 262; Chem.-Ztg., 15 (1891), 221.

²⁷⁾ H. Meyer, Analyse u. Konstitutionsermittlung organ. Verbindungen, S. 482.

²⁸⁾ Leo Ehmann, „Chem.-Ztg.“, 14 (1890), 1667 u. 15 (1891), 221.

²⁹⁾ Benedikt u. Grüssner, „Chem.-Ztg.“, 13 (1889), 872.

welcher Apparat ein sehr rasches und sicheres Arbeiten zuläßt.

Zur Erzielung einer entsprechenden Genauigkeit werden 5 g feingepulvertes Gestein mit 30 cm³ destillierter Jodwasserstoffsäure von 1.70 spezifischem Gewicht gekocht und das dabei sich verflüchtende Jodmethyl in alkoholischer Silbernitratlösung aufgefangen. Die darin entstandene Doppelverbindung von Jodsilber-Silbernitrat wird durch Wasser zersetzt und das ausfallende Jodsilber gewichtsanalytisch bestimmt. Zur Aufschlammung des roten Phosphors, der zur Reinigung des übergehenden Jodmethyls vom mitgerissenen Jodwasserstoff dient, wurde nicht Wasser sondern eine zehnpromzentige Kadmiumjodidlösung verwendet, um auch noch eventuell flüchtige Schwefelverbindungen unschädlich zu machen.

Die so untersuchten Steinkohlenhangenden hatten die Methylzahl = 0, wobei unter Methylzahl der Gehalt einer Substanz an durch Jodwasserstoffsäure abspaltbarem Methyl, ausgedrückt in Zehntelprozenten, zu verstehen ist. Resultate:

Tabelle VIII.

Braunkohlenhangendes	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Methylzahl	—	0.2	0.4	1.3	1.5	0.6	—	—

(Fortsetzung folgt.)

Nachweisung über die Gewinnung von Mineralkohlen (nebst Briketts und Koks) im September 1910.

(Zusammengestellt im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten.)

A. Steinkohlen:		Rohkohle (Gesamtförderung) q	Briketts q	Koks q
1. Ostrau-Karwiner Revier		6,555.334	17.568	1,608.505
2. Rossitz-Oslawaner Revier		373.932	75.000	47.228
3. Mittlböhmisches Revier (Kladno—Schlan)		2,232.830	—	—
4. Westböhmisches Revier (Pilsen—Mies)		1,092.138	30.985	17.000
5. Schatzlar-Schwadowitzer Revier		325.960	—	9.156
6. Galizien		1,113.725	—	—
7. Die übrigen Bergbaue		100.651	1.400	—
Zusammen Steinkohle im September 1910		11,794.570	124.953	1,681.889
„ „ „ „ 1909		10,846.217	156.160	1,564.817
Vom Jänner bis Ende September 1910		103,237.344	1,172.859	14,787.352
„ „ „ „ 1909		103,449.337	1,354.920	13,883.019
B. Braunkohlen:		Rohkohle (Gesamtförderung) q	Briketts q	Koks (Kaumazit, Kruide u. dgl.) q
1. Brüx-Teplitz-Komotauer Revier		14,570.700	406	—
2. Falkenau-Elbogen-Karlsbader Revier		2,992.061	156.291	—
3. Wolfsegg-Thomasroither Revier		305.811	—	—
4. Leobner und Fohnsdorfer Revier		805.209	—	—
5. Voitsberg-Köflacher Revier		630.045	—	—
6. Trifail-Sagorer Revier		796.510	—	—
7. Istrien und Dalmatien		140.000	—	—
8. Galizien		24.235	—	—
9. Die übrigen Bergbaue der Sudetenländer		243.429	—	—
10. „ „ „ „ Alpenländer		615.079	6.850	—
Zusammen Braunkohle im September 1910		21,128.079	163.547	—
„ „ „ „ 1909		21,818.982	154.350	—
Vom Jänner bis Ende September 1910		183,980.892	1,271.217	—
„ „ „ „ 1909		191,480.942	1,334.487	—

Parzelle 115 der Katastralgemeinde Perndorf (oder Bärndorf).

Trotzdem der Abstoßpunkt dieser Bohrung um 17 m tiefer gelegen war als jener der Bohrung bei Krottendorf, hatte man hier in der Tiefe von 0 bis 146 m nur Quarzschotter und lose Sande mit spärlichen Letteneinlagerungen zu durchstoßen, was das Bohren und Verrohren ganz wesentlich erschwerte.

In der Tiefe zwischen 146 und 306 m herrschten Letten mit einzelnen Quarzschottereinlagerungen. Auch vier Lignitschmitze wurden in diesem Tiefenintervall erbohrt, und zwar: bei 200·80 m (20 cm Lignit), bei 204 m (2 m Letten mit Kohlenschmitzen), bei 206·30 m (20 cm Lignit), bei 207 m (1·70 m Letten mit Kohlenschmitzen), bei 209·8 m (20 cm Lignit), bei 210 m (1 m Letten mit Kohlenschmitzen) und bei 302·50 m (19 cm Lignit).

Von 306 m bis 363·40 m Tiefe wechselten Lettenlagen mit Glimmerschiefergeröll, die bis zu 2 m Durchmesser erreichten und als Grundgebirgsschotter angesprochen werden mußten.

Daß bei der Bohrung in der Gemeinde Bärndorf die in den Ausbissen von Lingstätten, Klettendorf und Steingrub festgestellten Flöze nicht angetroffen worden sind, ist eben wieder ein Beweis dafür, daß diese Ablagerungen nicht nur nach der Vertikalen, sondern auch nach der Horizontalen eine sehr beschränkte Ausdehnung haben. (Die Horizontaldistanz zwischen dem Ausbiß nächst Klettendorf und dem Abstoßpunkt des Bohrloches beträgt 2 km.) Möglich, aber nicht sehr wahrscheinlich wäre es, daß die in dieser Bohrung erschürften Flöze näher beim Grundgebirge (etwa im Feistritztal bei Unterfeistritz) reiner, mächtiger und näher aneinander gerückt wären.

Ein dem Verfasser vorliegendes Bohrjournal über eine im Jahre 1909 bei Etzersdorf ausgeführte 366·50 m tiefe Bohrung weist ganz analoge Verhältnisse auf. Bis zur Tiefe von 48·5 m herrschten Tegel, die neben bituminösen Letten bei 9·80, bei 37·50 und bei 48·35 m Lignitschmitze von 10, bzw. 5, bzw. 25 cm Mächtigkeit einschließen. Von 48·50 m an wurden sarmatische

Tegel, Kalksteine und Kalksandsteine durchbohrt und bei 209 m folgte bis zur Tiefe von 366·50 m wieder ein Wechsel von Glimmerschieferschottern mit lehmigem Bindemittel.

Damit sind das pontische Alter dieser Lignite und ihre praktische Wertlosigkeit zur Genüge erwiesen. Schließlich sei noch erwähnt, daß V. Hilber bei Preding (südöstlich von Weiz) einen bei einer Brunnenbohrung in 18 m Tiefe erzielten Aufschluß eines 0·50 m mächtigen Lignitflözes anführt.

Nach demselben Autor wurde bei Unter-Fladnitz in 34 m Tiefe eine 1 m starke Schicht „schwarzer Erde“ angefahren.

In der weiteren Verfolgung des Grundgebirgsrandes über Hartberg nach Friedberg an die ungarische Grenze fehlen sichere Nachweise über Kohlenvorkommen. Bei Pischelsdorf soll im Tieffeistritzgraben im Jahre 1872 in 15 m Tiefe ein 0·5 m mächtiges Flöz erbohrt worden sein.³⁰⁾

In der Pöllauer Bucht erwähnt V. Hilber (l. c. p. 405) einen durch eine Abrutschung bloßgelegten Kohlenfund. Erst bei Sinnersdorf, an der steirisch-ungarischen Grenze und bei Pinkafeld in Ungarn, treten wieder Kohlenablagerungen auf, die mit jenen von Eibiswald gleichaltrig sind, die aber bereits außerhalb unseres Gebietes liegen.

Soweit unsere bisherige Kenntnis reicht, berechtigt sie uns zur Annahme, daß zwischen Oberdorf bei Weiz und zwischen Friedberg nahe am Grundgebirgsrande Kohlenvorkommen, welche mit jenen von Eibiswald zu identifizieren wären, nicht zu erwarten sind. Das Untermiozän fehlt hier am Rande und die sarmatischen Schichten liegen direkt am Grundgebirge auf. Die Lignitflöze, die in diesem Teil des Randes auftreten, sind pontischen Alters und wegen zu geringer Mächtigkeit und zu geringer Erstreckung nach Streichen und Verflächen praktisch wertlos.

(Schluß folgt.)

³⁰⁾ Nach einer Mitteilung des Herrn Oberlehrers Müller in Pischelsdorf.

Zur chemischen Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen.

Von A. Lissner, Assistent bei der Lehrkanzel für chemische Technologie I an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn.

(Fortsetzung von S. 620.)

c) Die Untersuchung des Bitumens.

1. Bestimmung der Bitumenausbeute und allgemeine Eigenschaften der erhaltenen Bitumen. Zunächst sei festgestellt, daß hier unter „Bitumen“ nur der mit Chloroform, resp. Benzol extrahierbare Anteil der bituminösen Substanzen aus den Hangendgesteinen verstanden werden soll. Die Ausbeute an Bitumen wurde so bestimmt, daß 50 bis 100 g des grobgepulverten Gesteinsmaterials, das auf einer empfindlichen Handwaage direkt in eine Schleicher-Schüllsche Extraktionshülse genau eingewogen war, in einem kleinen Soxhletschen

Extraktionsapparat bis zur Erschöpfung mit Chloroform behandelt wurden. Das Kölbchen zum Aufnehmen der Lösung war vor dem Extrahieren genau gewogen. War die Extraktion beendet, so wurde das Lösungsmittel abdestilliert, das im Kölbchen zurückbleibende Bitumen sorgfältig bei unter 100° liegenden Temperaturen getrocknet, bis jeder Chloroformgeruch geschwunden war, und das Kölbchen mit dem Bitumen wieder gewogen.

Daß die Ausbeuten an Bitumen, ja auch die Art derselben nicht nur vom extrahierten Material, sondern auch von der Wahl des Lösungsmittels und anderen Faktoren

abhängt, wurde schon oben erwähnt. Die Zeitdauer einer Extraktion betrug durchschnittlich 60 bis 80 Stunden; nach dieser Zeit gingen nur noch sehr geringe Mengen von Bitumen aus den Gesteinen in Lösung.

Die erhaltenen Bitumen der Braun- und Steinkohlenhangenden zeigen äußerlich keine merklichen Unterschiede. Es sind im allgemeinen braun bis schwarz gefärbte Substanzen, oft mit starkem Glanz und von mehr oder weniger fester Konsistenz. Die meisten besitzen einen muscheligen Bruch und besonders die Steinkohlenbitumen sind mitunter recht spröde, ähnlich dem Hartpech der Steinkohlen. Am weichsten ist das Bitumen des Köflacher Vorkommens. Die Schmelzpunkte, wenn man hier überhaupt von einem solchen reden darf (vielleicht sagt man besser Erweichungs- oder Tropfpunkt), liegen sämtlich zwischen 60 und 80° C, mit Ausnahme der des Leobner und Köflacher Vorkommens. Die genaue Bestimmung derselben nach Krämer und Sarnow³⁰⁾ wurde, um an Material zu sparen, nur bei den Proben Nr. IV und Nr. XI ausgeführt. Da die Bitumen Gemische oft ganz heterogener organischer Körper vorstellen, so ist eine genaue Bestimmung des Schmelzpunktes auch ohne jeden effektiven Wert. Zur annähernden Feststellung des Erweichungspunktes wurde einfach beim langsamen Anheizen eines Trockenschrankes der Moment beobachtet, wo die in einem Schälchen befindliche Substanz durch die ganze Masse zu erweichen begann.

Alle Bitumen haben einen ganz charakteristischen, teils pechartigen, teils aromatischen, oft auch vanilleartigen Geruch, der sowohl in den Steinkohlenbitumen als auch in jenen der Braunkohlenhangenden so ziemlich der nämliche ist. Alle enthalten sie außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff gewöhnlich auch ganz geringe Mengen von Schwefel und Stickstoff und immer etwas mineralische Asche. Der Aschengehalt ist nicht auf bei der Extraktion mechanisch mitgerissenen Kohlengesteinstaub zurückzuführen (eine derartige Verunreinigung wurde peinlich vermieden), sondern dürfte aus Verbindungen der in der Asche vorhandenen anorganischen Basen mit den organischen Säuren des eigentlichen Bitumens herkommen.

Nachdem von einigen Forschern³¹⁾ die optische Aktivität gewisser Fraktionen des natürlichen Erdöls erkannt und nachgewiesen worden ist und sich daraus bedeutsame Schlüsse bezüglich Entstehung und Bildung des Petroleums ziehen lassen, bot es ein nicht geringes Interesse, auch die Bitumenlösungen auf ihre optischen Eigenschaften zu prüfen. Wegen der dunklen Färbungen der Bitumen war es nur möglich, sehr verdünnte, das heißt 0·02% ige Benzollösungen einem polarisierten Lichtstrahle auszusetzen. Von den untersuchten Bitumen ergaben jedoch weder die der Steinkohlenhangenden noch die der Braunkohलगesteine irgend eine Drehung der Polarisationssebene.

³⁰⁾ Krämer u. Sarnow, Chem. Ind., 26 (1903), 55.

³¹⁾ Besonders Rakusin, Walden, Aschan, Engler usw.

Resultate:	Tabelle IX.					
	I	II	III	IV	V	VI
Ausbeute	0·05	0·04	0·72	0·05	0·05	0·07
detto bezogen auf reine org. Substanz	3·79	0·72	4·48	1·86	1·55	1·27
		VII	VIII	IX	X	
Ausbeute		0·08	0·82	1·35	0·71	
detto bezogen auf reine organ. Substanz		4·28	4·72	8·41	3·23	
		XI	XII	XIII	XIV	
Ausbeute		1·18	2·29	0·05	—	
detto bezogen auf reine organ. Substanz		2·07	5·01	—	—	
		Schmelzpunkte:		IV	XI	
				67°	44° (!)	

2. Bestimmung des spezifischen Gewichtes. Am geeignetsten hiezu hat sich die zuerst von Fresenius und Schulze vorgeschlagene Methode von Hager³²⁾ erwiesen. Hager schmilzt die Fette, Wachsarten usw. bei einer unter 100° C liegenden Temperatur und läßt die flüssige Masse nach dem Erwärmen der Ausgußstelle des Schmelzgefäßes aus einer Höhe von 2 bis 3 cm auf eine 1·5 bis 2 cm hohe Schichte 60 bis 90% igen Alkohol tropfen. Die Substanz erstarrt dabei zu vollkommen runden Kugeln. Diese werden noch weingeistfeucht in eine Mischung von Wasser und Alkohol oder Wasser und Glycerin, je nachdem das spezifische Gewicht des Körpers kleiner oder größer als das des Wassers ist, gebracht. Als Gefäß dient Hager ein 6 bis 7 cm hohes, 4 cm weites Pulverglas. Nun wird solange Glycerin oder Weingeist hineingemischt, bis die Kügelchen in der in Rotation versetzten Flüssigkeit gerade zu schwimmen beginnen. Endlich wird durch Glaswolle abgegossen und das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, das nun dem der untersuchten Substanz vollständig gleich ist, mit dem Pyknometer bestimmt.

In unserem Falle hat es sich empfohlen, nach dem Vorschlage Allens³³⁾ aus dem einmal geschmolzenen Bitumen nach dem Erstarren mit dem Messer runde Stückchen herauszuschneiden, sie zur Entfernung von Luftblasen mit einer nassen Bürste zu reinigen und mit einer Pinzette in den Weingeist zu bringen.

Anstatt des Pulverglases von Hager verwendete ich einen Mischzylinder mit eingeschliffenem Glasstöpsel von zirka einem halben Liter Fassungsraum und als Flüssigkeit bei den Braunkohlenbitumen, die leichter als Wasser sind, eine so dichte Weingeist-Wassermischung, daß das Bitumen auf der Oberfläche schwamm. Zu dieser Flüssigkeit wurde unter fortwährendem Umschütteln solange Alkohol zugesetzt, bis die Probe eben zu Boden sank, worauf die Dichte der Flüssigkeit mit einem Aräometer direkt im Meßzylinder bestimmt wurde. Die Flüssigkeit hat jetzt ein um einen geringen Betrag kleineres spezifisches Gewicht als die Substanz. Hierauf wird durch Wasser-

³²⁾ Hager, „Pharm. Zentralbl.“, 20, 132.

³³⁾ Vgl. Benedikt-Ulzer, Analyse d. Fette u. Wachsarten, fünfte Aufl., 1908, S. 76.

zusatz die Probe eben gerade wieder zum Aufsteigen gebracht und die Flüssigkeit wieder gespindelt. Letztere hat jetzt ein um ein geringes höheres spezifisches Gewicht als die Probe und das arithmetische Mittel aus beiden gemachten Ablesungen ergibt das spezifische Gewicht des Bitumens. Da die Steinkohlenbitumen durchwegs ein höheres spezifisches Gewicht als 1 aufweisen, kam als Dichteflüssigkeit Wasser und Glycerin oder auch eine 10% ige Kalilauge zur Verwendung. Die Arbeitsweise ist der mit Wasser und Alkohol ganz analog. Sämtliche Bestimmungen wurden bei 18° C ausgeführt. Resultate:

Tabelle X.

Bitumen	I	II	III	IV	V	VI
Spez. Gewicht . . .	1.120	1.116	1.089	1.098	1.105	1.110
Bitumen		VII	VIII	IX	X	
Spez. Gewicht . . .		0.979	0.985	0.997	0.994	
Bitumen		XI	XII	XIII	XIV	
Spez. Gewicht . . .		0.992	0.991	0.989	—	

3. Bestimmung der elementaren Zusammensetzung. Um Kohlenstoff und Wasserstoff zu bestimmen, wurden 0.2 bis 0.3 g der zuvor getrockneten Bitumenprobe nach Art der gewöhnlichen Elementaranalyse verbrannt. Gegen den störenden Einfluß des Schwefels und Stickstoffs wurden ähnliche Vorsichtsmaßregeln getroffen, wie oben bei den Elementaranalysen der Gesteine schon beschrieben worden ist, mit dem einen Unterschiede, daß die Substanz nicht mit Bleichromat vermischt wurde, um ein Zurückwägen der restierenden Asche zu ermöglichen. Bei dem minimalen Schwefelgehalte der Bitumen ist dazu auch keine Notwendigkeit vorhanden. Die Verbrennungen müssen mit einiger Vorsicht durchgeführt werden; zu rasches und zu hohes Erhitzen bewirkt leicht eine unvollständige Verbrennung einzelner, ziemlich leichtflüchtiger Bestandteile des Bitumens. Die für Wasserstoff, Kohlenstoff und Asche gefundenen Werte von 100 abgezogen, ergeben der Hauptmenge nach den Sauerstoff. Die geringen Werte für flüchtigen Schwefel und Stickstoff wurden nicht berücksichtigt, da es dem Zwecke der vorliegenden Arbeit vollauf genügt, zu erfahren, in welcher Weise die Hauptbestandteile organischer Körper C, H und O an der Zusammensetzung der Bitumen beteiligt sind. Resultate:

Tabelle XI.

	I	II	III	IV	V	VI
C	76.58	80.34	82.75	74.93	81.92	85.86
H	7.62	6.86	6.24	6.72	5.98	5.32
O	15.06	11.85	10.18	15.64	11.21	7.70
Asche	0.74	0.95	0.83	0.71	0.89	1.02
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
C	76.34	79.10	80.38	78.87	78.52	78.69
H	12.71	10.39	10.05	12.19	12.57	12.26
O	10.41	9.83	9.15	8.44	8.48	8.67
Asche	0.54	0.68	0.42	0.50	0.43	0.38

4. Bestimmung der Säure- Äther- und Verseifungszahl. Zur Bestimmung der Säurezahl löst Graefe³⁴⁾ 1 g Bitumen auf dem Wasserbade soweit als möglich in säurefreiem, vollständig neutralem 96% igem Alkohol und titriert mit halbnormaler alkoholischer Kalilauge bis zur Rotfärbung des als Indikator zugesetzten Phenolphthaleins die vorhandenen Säuren. Nach der ersten Titration wird wieder aufgeköcht und abermals Lauge bis zur Rotfärbung zugesetzt. Die Anzahl der verbrauchten Milligramme Ätzkali auf 1 g Bitumen ergibt dann die Säurezahl.

In den von mir untersuchten Bitumen wurde die Säurezahl auf ähnliche Weise bestimmt, nur kam zum Auflösen ein Benzol-Alkoholgemisch in einer solchen Menge (300 cm³) zur Verwendung, daß in den sonst zu dunkel gefärbten Lösungen der Farbenumschlag von dunkelbraun in einen rötlichen Ton noch wahrgenommen werden konnte. In diesem Gemisch ist das Bitumen leicht löslich, was in Alkohol allein nicht der Fall ist.

Die Unannehmlichkeit der dunkeln Färbungen läßt sich nicht umgehen. Die dieselben verursachenden Bestandteile des Bitumens mit Knochenkohle zu entfernen, ist nicht statthaft, da das Spodium auch die Säuren zum Teil zurückhält. Auflösen der Substanzen in einem Gemisch von Amyl- und Äthylalkohol erlaubt wohl ein leichteres Titrieren, doch enthält der käufliche Amylalkohol gewöhnlich verseifbare Körper, so daß die zur Säurezahlbestimmung angewendete Lösung nicht zur Ermittlung der Ätherzahl mehr verwendet werden kann. Die Methoden, die in neuester Zeit zur Titration dunkelgefärbter Lösungen angegeben worden sind³⁵⁾, eignen sich nicht viel besser und auch das als Indikator für solche Lösungen oft in Vorschlag gebrachte Alkaliblauf 6 B erleichtert nicht viel die Erkennung des Farbenumschlages.

Die Anwendung von Alkohol-Benzol empfiehlt sich auch deshalb, weil man die restierende Lösung von der Säurezahl zur Bestimmung der Ätherzahl einfach mit 25 bis 50 cm³ der alkoholischen Lauge zu versetzen und durch zirka zwei Stunden auf dem Wasserbade gelinde zu kochen braucht. Inzwischen stellt man die Lauge auf $\frac{n}{2}$ Salzsäure ein und titriert dann mit der Säure die gekochte Lösung bis zum Verschwinden der Rotfärbung zurück.

Die Verseifungszahl ist die Summe der bei der Bestimmung der Säure- und Ätherzahl gefundenen Werte. Zur Feststellung des Unverseifbaren nach Hönig und Spitz und der Azethylzahlen blieb mir leider so wenig Material, daß ich auf diese Bestimmungen verzichten mußte. (Resultate siehe Tab. XII.)

5. Bestimmung der Jodzahl. Die Bestimmung der Jodzahl wurde im Prinzip nach den Vorschriften v. Hübls durchgeführt. Die Jodzahl dient vor allem, wie bekannt, zur Unterscheidung fetter Öle mit ungesättigten

³⁴⁾ Graefe, „Laboratoriumsbuch für die Braunkohlenindustrie“, 1908, S. 152.

³⁵⁾ Vgl. Chem.-Ztg., 34 (1910). 124, 238 u. 269.

Fettsäuren von anderen Ölen derselben Klasse und bedeutet die Menge Jod, in Prozenten ausgedrückt, die nach dem v. Hüblschen Verfahren aus einem Gemisch von Jod und (als Jodüberträger dienendes) Quecksilberchlorid in alkoholischer Lösung von dem betreffenden Fette aufgenommen wird, gemessen durch Zurücktittieren des Jodüberschusses mit Natriumthiosulfat.

Tabelle XII.

Bitumen	I	II	III	IV	V	VI
Säurezahl . . .	8·36	10·54	9·72	12·07	13·41	11·39
Ätherzahl . . .	81·88	91·12	87·85	47·73	107·32	126·02
Verseifungszahl	90·24	101·66	97·57	59·80	120·73	137·41

Bitumen	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Säurezahl . . .	23·25	19·48	21·75	12·53	13·01	12·98	20·71
Ätherzahl . . .	56·12	61·78	48·87	34·31	15·31	34·54	69·64
Verseifungszahl . .	79·37	81·26	70·62	46·84	48·32	47·52	90·35

Waren in den untersuchten Bitumen ungesättigte Verbindungen oder auch Körper, die Jod unter Bildung von Jodsubstitutionsprodukten binden — und das Bromabsorptionsvermögen der Gesteine an sich legte diese Möglichkeit nahe — so mußte die Bestimmung der Jodzähl auch in unserem Falle recht wohl durchführbar und gut zu brauchen sein. Da aber anzunehmen war, daß gerade beim Bitumen, einem solchen noch wenig definierten Körpergemisch, bei der Jodaufnahme komplizierte und durch veränderte Bedingungen veränderliche Vorgänge sich abspielen, wurde stets in gleicher Weise wie folgt gearbeitet: Zur Herstellung der nötigen Lösungen wurden zunächst 25 g reines Jod in 500 cm³ 96% igem Alkohol und 30 g Quecksilberchlorid in ebensoviel Alkohol getrennt voneinander aufgelöst, zwei Tage vor der Verwendung gleiche Teile davon zusammengemischt und an einem geschützten Orte stehen gelassen. Zur eigentlichen Bestimmung gelangten 25 cm³ dieses Gemisches mit einer Lösung von 0·2 bis 0·3 g Bitumen in 20 cm³ Chloroform zur Reaktion, wozu das gesamte Gemisch in einer geräumigen Glasflasche mit eingetriebenem, gut schließendem Glasstöpsel genau 24 Stunden bei Zimmertemperatur (18° C) und an einem dunklen Orte sich selbst überlassen wurde. Daneben wurden 20 cm³ Chloroform und 25 cm³ der alkoholischen Jodsublimatlösung für sich allein in gleicher Weise behandelt. Nach Ablauf der angegebenen Zeit wurde der Inhalt jeder Flasche mit 20 cm³ zehnprozentiger Jodkaliumlösung und 300 cm³ Wasser versetzt und mit $\frac{n}{2}$ Thiosulfat zurücktittiert.

Nach dieser Arbeitsmethode wurden recht gut übereinstimmende Resultate erzielt. Wenn man das Reaktionsgemisch weniger als 24 Stunden stehen läßt, so ergeben sich zu niedrige Werte; nach dieser Zeit aber wird kein Jod mehr absorbiert.

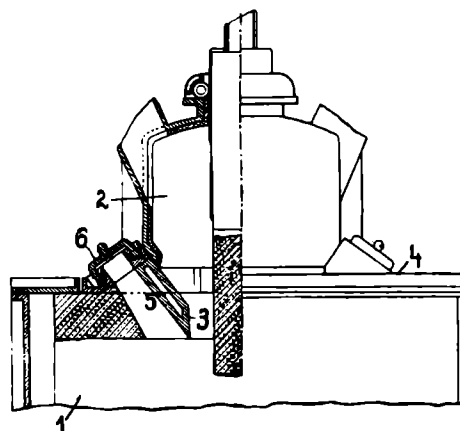
Resultate: **Tabelle XIII.**

	I	II	III	IV	V	VI			
Jodzahl	10·7	11·6	9·5	13·41	10·4	12·8			
			VII	VIII	IX	X	XI	XII	VIII
Jodzahl			8·1	4·9	5·3	25·0	24·1	23·7	7·2

(Fortsetzung folgt.)

Erteilte österreichische Patente.

Nr. 39.754. — Dr. Alois Helfenstein in Wien. — **Elektrischer Ofen mit aufgesetztem Beschickungsschacht.** — Bei elektrischen Öfen mit aufgesetztem Beschickungsschacht erweist es sich als besonders vorteilhaft, den Eintritt des Materiales in den Ofen und den Betrieb des Ofens überwachen und unabhängig von der Beschickungsöffnung regeln zu können. Dies wird nach vorliegender Erfindung dadurch erreicht, daß in der Decke des Ofens seitlich des Beschickungsschachtes breite, gasdicht absperrbare Schlitzte vorgesehen sind. Der Erfindungsgegenstand ist in der Zeichnung beispielsweise zur Darstellung gebracht. Auf den eigentlichen Ofen oder Reaktionsraum 1 ist ein oben geschlossener Beschickungsschacht 2 aufgesetzt, welcher die lotrechte Elektrode aufnimmt und mittels eines vorteilhaft wassergekühlten Einengungskonus 3 in den Ofen mündet. Anschließend an diesen Konus, aber vom Beschickungsschacht unabhängig sind in der Ofendecke 4 mehrere Schlitzte 5 angeordnet, welche gegen die Mitte des Ofens gerichtet sind und durch Deckel 6 mit Sandverschluß gasdicht abgesperrt werden können. Diese Schlitzte, durch welche vor allem die Eintrittsstelle des Materiales aus dem Beschickungsschacht in den Ofen leicht zugänglich gemacht



ist, erfüllen folgende Notwendigkeiten, ohne welche der Betrieb geschlossener Öfen nicht leicht durchführbar ist: 1. Kann hiedurch der Ofenprozess überwacht werden wie bei offenen Öfen. Vor allem ist die Stirnmanipulation an der Arbeitselektrode, die für gewisse Prozesse (Carbid und Ferrosiliciumdarstellung) durchaus notwendig ist, jederzeit ermöglicht. Ebenso kann die Bildung von Schlacken und Krusten um die Elektrode, sowie Elektrodenbruch von hier aus festgestellt und behoben werden. 2. Können die einzelnen Mischungsbestandteile zur Regelung der Zusammensetzung der Ofencharge bei Störungen unmittelbar in die elektrische Reaktionszone zugeführt werden. 3. Bei Störungen im normalen Absaugen der Ofengase, können diese Gase verbrannt oder unverbrannt durch die Schlitzte entweichen, sodaß trotz dieser Störungen der Betrieb aufrecht bleibt unter Beibehaltung der wichtigsten Vorteile geschlossener Öfen. 4. Ist die Gefahr eines allzu starken Gasüberdruckes im Ofen behoben, da die Deckel bei starkem Überdruck Gas entweichen lassen und so Sicherheitsventile bilden, welche auch das Entweichen von Gas durch die hohe Mischungssäule des Glockeninneren hintanhaltend. Diese Schlitzdeckel sind sogar an einzelnen Stellen direkt als Sicherheitsventile ausgebildet.

Auf alle Fälle ist sowohl vom Gesichtspunkte der pontischen als auch der mediterranen Kohle aus das weite Gebiet der Oststeiermark nicht als wertvolles Schurfterrain zu bezeichnen. Es kann vielleicht einmal ein solches werden.

3. Aquitanische (oligozäne) Kohle. Bei Gonobitz in Südsteiermark haben wir die nördlichsten bekannten Aufschlüsse der Sotzkakohle kennen gelernt. Daß diese noch in das Gebiet der südlichen Oststeiermark hinein fortsetzen, kann durch direkte Beweise weder bejaht noch verneint werden. Dennoch hält der Verfasser, aus zahlreichen indirekten Beweisen schließend, das Auftreten dieser Kohlen im Tertiärgebiet der Oststeiermark für ausgeschlossen, weshalb er weiter auf diesen Gegenstand nicht eingeht.

Damit seien diese vorläufigen Mitteilungen abgeschlossen. Wenn auch die Bearbeitung einzelner, jetzt vernachlässigter Terrains und die weitere Vertiefung vieler Detailfragen vorbehalten bleiben muß, so glaubt der Verfasser doch schon in den vorliegenden

Zeilen einen Überblick gegeben zu haben, der dem Interessenten die Orientierung über den Wert eines Terrains erleichtert, dem Schürfer bei der Wahl von Schurfarbeiten behilflich ist, und der sich vielleicht in einzelnen Fällen auch bei Freischurfkommassierungen als brauchbar erweisen dürfte.

Damit wäre der Zweck dieser Zeilen vollständig erreicht. Für Richtigstellungen und Mitteilungen über neue Aufschlüsse, von denen dann in den Nachträgen Gebrauch gemacht werden könnte, wäre der Verfasser den verehrten Fachgenossen sehr dankbar.⁸¹⁾

Idria, im Februar 1910.

⁸¹⁾ Bei der Ausarbeitung der im Terrain gemachten Beobachtungen standen dem Verfasser als Literaturquellen neben seiner Privatbibliothek nur die Bibliotheken der Revierbergämter in Graz und Cilli und jene der k. k. Bergdirektion in Idria zur Verfügung, weshalb auch in diesem Punkte in den Nachträgen vieles einzuholen sein wird. — Den genannten Ämtern sei für die Erlaubnis der Bibliotheksbenützung herzlich gedankt.

Zur chemischen Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen.

Von A. Lissner, Assistent bei der Lehrkanzel für chemische Technologie I an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn.

(Fortsetzung von S. 633.)

6. Farbenreaktionen. Überall wo bei chemischen Untersuchungen Farbenreaktionen zur Anwendung gelangen, stellt sich in den meisten Fällen die Gefahr ein, daß die Reaktion nicht eindeutig ist, sondern auch von einer Reihe anderer ähnlicher Körper gegeben wird. Speziell in der Fettanalyse ist auf solche Reaktionen fast gar kein Verlaß. Wenn in unserem Falle dennoch drei Farbenreaktionen versucht wurden, so möge das in der Erwartung seine Begründung finden, daß die Braunkohlenbitumen gegenüber den Steinkohlenbitumen möglicherweise auch in dieser Richtung eine Unterscheidung zeigen würden.

a) Harzreaktion nach Liebermann-Storch⁸⁶⁾. Dieselbe wurde nach der bekannten Vorschrift ausgeführt, daß zirka $\frac{1}{4}$ g Bitumen mit 1 cm^3 Essigsäurehydrid geschüttelt, absitzen gelassen, das Azetanhydrid abpipettiert und mit einem Tropfen konzentrierter Schwefelsäure versetzt wurde. Eine rosa bis blaue und grüne Färbung trat nun wider Erwarten nicht bloß bei den Braunkohlenbitumen, sondern auch bei denen der Steinkohlenhangenden auf, trotzdem nach Potonié⁸⁷⁾ die Steinkohlenpflanzen wahrscheinlich noch keine Harze enthalten haben dürften. So müßten denn im Steinkohlenbitumen andere Körper die Färbungen bedingen. Nun ist es bekannt, daß nicht nur Koniferenharze, bei welchen die Träger des Färbevermögens die verseifbaren Harzsäuren (Abietin-, Pimarsäure usw.) sind, die Reaktion

geben, sondern auch Cholesterinderivate, wie in den unverseifbaren Stoffen des Wollfettoleins sicher nachgewiesen worden ist.⁸⁸⁾ Es erscheint deshalb nicht ausgeschlossen, daß die Steinkohlenbitumen nur infolge der darin enthaltenen Cholesterinabkömmlinge die Liebermann-Storchsche Reaktion ergeben und vielleicht sind auch bei den Braunkohlenbitumen die Färbungen mehr auf derartige Stoffe denn auf Harze zurückzuführen.

b) Phenolreaktion nach Graefe. Graefe⁸⁹⁾ hat auf das Vorhandensein von Phenolen und dessen höheren Homologen in Braunkohlenteerpechen eine nach ihm sichere Identifizierungsmethode zur Unterscheidung von anderen Pechen begründet. Diese Phenole werden entweder mit Diazobenzolchlorid oder nach dem Diazotieren mit salzsaurem Anilin gekuppelt und die dabei entstehenden Farbstoffe geben rote bis rotbraune Färbungen oder selbst Niederschläge in ähnlichen Farben. Bei Steinkohlenteerpechen und anderen treten nur gelbe Töne oder Niederschläge auf.

Wenn nun auch die Teerpeche von den natürlichen in den Kohlen vorkommenden Bitumen dadurch unterschieden sind, daß sie Destillations-, resp. Zersetzungsprodukte vorstellen, während die Bitumen schon als fertige Gebilde in den Kohlen enthalten sind, so lag doch die Annahme nahe, daß bei den sonst vorhandenen vielfach übereinstimmenden Eigenschaften beider auch in dieser Richtung analoge Verhältnisse vorliegen. Manouschek⁴⁰⁾

⁸⁶⁾ Liebermann-Storch, Mitt. d. Tech. Gewerbemuseums in Wien (1888), 80.

⁸⁷⁾ Potonié, „Die Entstehung der Steinkohlen usw.“ (1907), S. 43.

⁸⁸⁾ Vgl. J. Marcusson, Chem. Revue, 15 (1908), 194.

⁸⁹⁾ Graefe, Chem. Ztg., 30 (1906), 298.

⁴⁰⁾ Manouschek, Dissertat, 1909, Tech. Hochschule, Brünn.

hat zwar nachgewiesen, daß die Graefesche Reaktion keine eindeutige ist, sondern auch bei Körpern auftreten kann, die keine Phenole enthalten. Das ist aber für den vorliegenden Fall irrelevant, wenn sich ergibt, daß beide Bitumenarten bei der Reaktion ein verschiedenes Verhalten aufweisen.

In der Ausführung der Prüfungsmethode wurde ganz die Graefesche Vorschrift gehandhabt. Es hat sich ergeben, daß bei den Bitumen der Braunkohlenhangenden die „Phenolreaktion“ immer auftrat, und zwar zumeist als roter bis rotbrauner Niederschlag. Bei den Steinkohlenbitumen zeigt sich durchwegs eine viel weniger deutliche Reaktion, oft nur eine Gelbfärbung, so daß, ob nun die Reaktion Phenolen oder anderen Körpern zuzuschreiben ist, dieses verschiedene Verhalten besonders bemerkt werden muß.

c) Formaldehydreaktion nach Ditz. Das von Ditz⁴¹⁾ studierte, sehr interessante Verhalten von Naphthalin, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Reten, Chrysen und Carbazol und anderen ähnlichen Körpern gegen Formaldehyd und konzentrierte Schwefelsäure hätte für die untersuchten Bitumenarten eine Bedeutung, wenn die Anwesenheit einer oder der anderen dieser Verbindungen in einem der Bitumen vorherrschend wäre. Es hat sich nämlich gezeigt, daß bei der Einwirkung von Formaldehyd und konzentrierter Schwefelsäure auf die angeführten aromatischen Substanzen ein im allgemeinen blaues Reaktionsprodukt entsteht; nur bei Anthracen bildet sich eine schmutziggrüne bis schwarze Färbung. In unserem Falle treten blaue bis grünschwarze Färbungen mit Formaldehyd und konzentrierter Schwefelsäure, bei allen in Chloroform gelösten Bitumen der Steinkohlenhangenden auf, ja sogar noch in dem von Bitumen abdestillierten Chloroform. Beim Behandeln der Bitumen mit konzentrierter Schwefelsäure ergibt sich meist auch eine starke Verharzung der Lösung, ohne daß dieses Verhalten charakteristisch wäre. Beim Braunkohlenbitumen tritt es gleichfalls nur meistens in geringerem Maße auf, dafür sind bei diesem, wenn überhaupt, kaum merkliche Färbungen zu erzielen, so daß dieses unterschiedliche Verhalten recht typisch zu sein scheint. Freilich darf nicht vergessen werden, daß die Bildung schmieriger Massen durch konzentrierte Schwefelsäure leicht zu Irrtümern Anlaß geben kann.

7. Oxydationsversuche mit Chromsäure-Eisessig. Die Bitumen der Steinkohlenhangenden verhalten sich beim Oxydieren mit Chromsäure in eisessigsaurer Lösung so verschieden von den Bitumen der Braunkohlengesteine, daß ich damit den deutlichsten Beweis wesentlicher Unterschiede zwischen beiden für erbracht erachte.

Es war Donath⁴²⁾, der ausgehend von der Annahme einer besonders bei der Steinkohlenbildung sich geltend machenden Druckwirkung in den steinkohlenpechartigen Bitumen derselben höhere Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe, etwa Anthracen, Chrysen usw. vermutete. In den Bitumen von Steinkohlen selbst (Rossitzer und

Ostrauer Förderkohle) vorgenommene spezielle Prüfungen auf diese Körper ergaben nämlich, daß ganz ähnlich wie bei der quantitativen Bestimmung von Rohanthracen⁴³⁾ durch Oxydation dieser Bitumen mit Eisessig-Chromsäure ein gelber Körper, vom Aussehen des Antrachinons entstand, der die Liebermannsche⁴⁴⁾ Oxyanthranolreaktion zeigte.

Es war nun näherliegend, auch die Bitumina der Stein- und Braunkohlenhangenden in der gleichen Richtung zu untersuchen. Die Oxydation beider Bitumenarten geschah stets auf dieselbe Art, nach der Vorschrift der von Luck⁴⁵⁾ bei Meister, Lucius und Brüning in Höchst a. M. ausgearbeiteten Methode: 1 bis 2 g Bitumen werden in einem etwa 500 cm³ fassenden Rundkolben mit 45 cm³ Eisessig gelöst. Die Kochflasche hat einen doppelt durchbohrten Stopfen, dessen eine Bohrung eine mit Glashahn und unten mit enger Öffnung versehene Trichterröhre trägt, während die andere durch eine im stumpfen Winkel gebogene Glasröhre mit einem Rückflußkühler in Verbindung steht. (Anstatt dieser Anordnung wurde in einigen Fällen nur ein einfach durchbohrter Stopfen verwendet, der an einem aufrechtstehenden Rückflußkühler angeschlossen wurde. Das Zuschütten der Chromsäurelösung geschah dann von oben durch den Kühler, was sich natürlich nicht so bequem regulieren ließ, wie durch die Trichterröhre. Dafür war diese Anordnung einfach zusammenzustellen.) Nach dem Aufbau des Apparates erhitzt man den Kolbeninhalt zum Sieden und erhält ihn darin, während man aus dem Trichterrohr (Rückflußkühler) eine Auflösung von 15 g reiner Chromsäure in 10 cm³ Eisessig und 10 cm³ Wasser so langsam zutropfen läßt, daß diese Operation zirka zwei Stunden in Anspruch nimmt. Nach Verlauf dieser Zeit zeigt gewöhnlich eine Rotfärbung der Flüssigkeit einen Überschuß von unverbrauchter Chromsäure an. Ist aber die Lösung im Kolben noch grün gefärbt, so gibt man eine geringe Menge Chromsäurelösung noch hinzu und kocht weiter. Sehr wichtig ist es, daß der Cr O₃-Zusatz und das Kochen nicht zu lange betrieben werden, weil sonst die entstehenden Körper wieder zerstört (verbrannt) werden. Nach der Oxydation wird der Inhalt der Kochflasche noch heiß über Glaswolle filtriert, die durchlaufende Lösung mit 500 cm³ kaltem Wasser verdünnt und einige Tage an einem ruhigen kühlen Orte stehen gelassen. Bis hierher konnten die Bitumen der Stein- und Braunkohlenhangenden nach demselben Vorgang behandelt werden. Aber schon das Aussehen der bei der Oxydation sich bildenden Produkte beider ist so verschieden, daß die Weiterverarbeitung nach verschiedenen Prinzipien erfolgen mußte. Bei den Steinkohlenbitumen geschah das zuletzt angegebene Filtrieren der oxydierten Lösung über Glaswolle nur, um ungelöste Reste von harzartigen Körpern daraus zu entfernen. Schon nach einem Tage Stehenlassen der ver-

⁴³⁾ Vgl. Vortmann, Anleitung zur chem. Analyse organ. Stoffe, 1891, S. 264.

⁴⁴⁾ Lieberman, Ann. d. Chem. Pharm. 212, 65.

⁴⁵⁾ Ztschr. f. analyt. Chem., 12 (1873), 347; 13 (1874), 251; 16 (1877), 61.

⁴¹⁾ Ditz, Cem. Ztg., 31 (1907) 445 u. 486.

⁴²⁾ Ed. Donath, Chem.-Ztg., 32 (1908), 1271.

dünnten Lösung zeigte sich das Ausfallen des auch bei den Bitumen der Steinkohle selbst beobachteten gelblich-grünen, anthrachinonartigen Körpers, dessen Ausfällung nach 4 bis 5 Tagen als beendet angesehen werden konnte. Die über ihm stehende Flüssigkeit wurde abgehoben und der Niederschlag auf einem Filter gesammelt, zunächst mit kaltem Wasser gewaschen, bis das ablaufende nicht mehr sauer reagierte, und dann beim ersten Versuch mit dem Bitumen des Rossitzer Hangenden, ganz wie Luck es für Anthrachinon vorschreibt, mit einprozentiger heißer Kalilauge. Dabei löste sich aber der gelbe Körper vollständig mit rotgelber Farbe in der Lauge, aus welcher Lösung durch konzentrierte Salzsäure wieder ein gelbroter flockiger Niederschlag, ähnlich einer mit Ammoniak erzielbaren Eisenhydroxydfällung, abgeschieden werden konnte. Durch dieses Verhalten war gleich im vorhinein erwiesen, daß der gelbe Körper kein Anthrachinon, das in Laugen unlöslich ist, sein kann. Das gleiche Verhalten trat auch in den anderen Steinkohlenbitumen auf.

Nach dieser Erfahrung wurde der aufs neue hergestellte Körper nur mehr mit heißem Wasser bis zur Säurefreiheit des Waschwassers gewaschen und bei 100° getrocknet. Löst man dann den Körper in zehnprozentiger Kalilauge und erhitzt nach dem Zusetzen einer kleinen Messerspitze Zinkstaub, so tritt bei allen Bitumen der Steinkohlenhangenden die Liebermannsche Reaktion auf, also intensive Rotfärbung der Lösung, die in Berührung mit dem Luftsauerstoff erblaßt. Wird die Lösung abfiltriert, neuerlich mit Zinkstaub versetzt und wieder erwärmt, so tritt die Reaktion wieder auf.

Trotzdem der gelbe Körper also sicher kein Anthrachinon ist, gibt er die Oxyanthranolreaktion; er muß daher zum mindesten zum Anthrachinon in naher Verwandtschaft stehen. C. Hübner⁴⁶⁾ hat nun im amerikanischen Terpentingöl ein Methylantracen gefunden, das in seinem Verhalten bei der Oxydation mit Chromsäure in Eisessig ganz mit dem Anthracen selbst übereinstimmt. Es ist das β -Methylantracen, das gelbe Blättchen bildet und schwer löslich in Alkohol, Äther und Eisessig ist. Beim Kochen mit CrO_3 in Eisessiglösung geht es in eine Anthrachinonkarbonsäure: $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{matrix} \diagup \text{CO} \\ \diagdown \text{CO} \end{matrix} \text{C}_6\text{H}_3 \cdot \text{CO}_2\text{H}$ über, welche in gelben Säulchen vom Schmelzpunkte 282 bis 284° C kristallisiert.

Dieses Methylantracen ist schon von Jul. Weiler⁴⁷⁾ erkannt und beschrieben worden. Nach ihm ist es unlöslich in Wasser, schwer löslich in Äther, Alkohol, kaltem Eisessig und bildet schöne weißglänzende Blättchen, welche stets ein wenig gelb gefärbt sind; es löst sich in Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol und besonders leicht in Methylalkohol, Azeton, Petroläther. Mit einer konzentrierten Pikrinsäure-Benzollösung entstehen ähnlich wie bei Anthracen dunkelrote Nadeln (welche Reaktion auch bei den Bitumen der Hangenden beobachtet werden

konnte); es sublimiert in weißen Blättchen mit blauer Fluoreszenz, mit CrO_3 in Eisessig geht es in Anthrachinonkarbonsäure $\text{C}_{15}\text{H}_8\text{O}_4$ über, ein gelber kristallinischer Körper, der durch Umkristallisieren aus Eisessig leicht rein zu erhalten ist. Dieser sublimiert ohne Rückstand in gelben Nadeln und sein Schmelzpunkt beträgt 282° C. Er ist schwer löslich in kaltem Eisessig, Methylalkohol, absolutem Alkohol, dafür löslich in Kohlenwasserstoffen, Chloroform, Äther; leicht löslich in Azeton. Mit Zinkstaub und NaOH gekocht, entsteht eine intensive Rotfärbung und die filtrierte Lösung entfärbt sich beim Schütteln an der Luft, allein beim Kochen mit Zinkstaub tritt die Rotfärbung wieder auf. Auch Schultz⁴⁸⁾ hat beim Durchleiten von Terpentingöl durch glühende Röhren aus diesem durch Zersetzung außer Anthracen, Phenanthren und einigen anderen Kohlenwasserstoffen dieses Methylantracen erhalten, über das er berichtet: „Die Oxydation der aus Alkohol in hellgelben Blättchen kristallisierenden Substanz mit Chromsäure in Eisessiglösung liefert eine bei 283° schmelzende Säure, welche nach den Angaben nur Anthrachinonmonokarbonsäure sein kann. Aus dem Ammoniaksalze mit Salzsäure in Freiheit gesetzt, fällt sie in gallertartigen Flocken, welche beim Kochen sich mehr vereinigen; für sich erhitzt, sublimiert sie in gelben, dem Anthrachinon täuschend ähnlich sehenden Nadeln, die sich jedoch ohne Rückstand mit schwach rötlicher Farbe in Ammoniak lösen.“

Es unterliegt nun keinem Zweifel, daß der bei der Oxydation mit Chromsäure-Eisessig aus den Steinkohlenbitumen entstandene gelbe Körper sehr stark an die genannte Anthrachinonmonokarbonsäure erinnert. Farbe und Löslichkeit in Kohlenwasserstoffen usw., Ammoniak und Kalilauge stimmen überein und besonders sein Verhalten gegen Lauge und Zinkstaub ist typisch. Leider ist von dem Körper so wenig erhältlich, daß kaum eine einmalige Reinigung mit Eisessig vorgenommen werden konnte. Er ist danach natürlich noch nicht rein, ergibt jedoch schon einen Schmelzpunkt von 270° C. Ob der gelbe Körper mit der angeführten Anthrachinonkarbonsäure identisch ist, wird erst feststehen, wenn durch eine spätere Arbeit über das Bitumen der Steinkohlen selbst an einem genügenden Untersuchungsmaterialie wird gezeigt werden können, daß Schmelzpunkt, Elementaranalysenwerte, Molekulargewicht usw. mit der angeführten Karbonsäure Übereinstimmung aufweisen. Immerhin kann man heute schon mit einiger Sicherheit behaupten, daß das aus den Steinkohlenbitumen erhaltene Oxydationsprodukt einen der genannten Anthrachinonkarbonsäure zum mindesten sehr ähnlichen Körper vorstellt, der speziell für Steinkohlen sehr typisch ist.

Das Bitumen der Braunkohlenhangenden zeigte bei der angeführten Oxydation ganz andere Erscheinungen. Schon während des Oxydierens scheidet sich im Kochkolben eine ziemlich leicht schmelzende, auf der Flüssigkeitsoberfläche schwimmende Substanz ab. Diese wird

⁴⁶⁾ C. Hübner, Inaug. Dissert. Halle a. S., 1903.

⁴⁷⁾ Weiler, Ber., 7/II (1870), 1185.

⁴⁸⁾ Schultz, Ber., 10 (1877), 113.

durch Abfiltrieren über Glaswolle zurückgehalten, das Filtrat aber nach dem Verdünnen mit 500 cm³ Wasser acht Tage an einem kühlen Orte stehen gelassen.

Der zuerst erwähnte Körper ist wahrscheinlich von den im Bitumen vorhandenen dunklen Substanzen lichtbraun gefärbt und schmilzt ungefähr bei 100° C. Er hat eine vollkommene neutrale Reaktion und erweist sich gegen die meisten gebräuchlichen Reagentien sehr widerstandsfähig, was schon daraus zu erkennen ist, daß er sich der oxydierenden Wirkung der Chromsäure in essigsaurer Lösung entzieht; er löst sich in Petroläther und anderen Kohlenwasserstoffen, unlöslich ist er in Säuren und Alkalien; nur durch Chromsäure-Schwefelsäure wird er verbrannt. Sein ganzes Verhalten und auch sein Aussehen erinnern an einen paraffin- oder wachsartigen Körper.

Aus dem stehengelassenen Filtrat fällt auch ein Körper aus, der aber vollständig von jenem aus den Steinkohlenbitumen verschieden ist. Er ist nach dem Filtrieren und Auswaschen mit kaltem Wasser weiß und nicht ganz fest; auf Papier ruft er keinen Fettfleck hervor. Seine Reaktion ist sauer, weshalb er in Alkalien leicht löslich ist; aus diesen Lösungen wird er durch stärkere Mineralsäuren wiedergefällt. Alle diese Eigenschaften deuten auf eine höhere Fettsäure.

Wenn man sich nun erinnert, daß das Bitumen der Braunkohlen selbst nach den umfassenden Arbeiten von Krämer und Spilker⁴⁹⁾ zusammengesetzt ist, aus freien hochmolekularen Säuren, etwa der Arachin-, Behen- und Lignocerinsäure und ihren Estern mit gleichfalls hochmolekularen Alkoholen, weiters nach dem früher angeführten, aus ungesättigten Kohlenwasserstoffverbindungen und vielleicht auch Phenolen, Huminsäuren und Ketonen⁵⁰⁾, so darf wohl angenommen werden — im Bitumen der Braunkohlenhängenden eine ähnliche Zusammensetzung vorausgesetzt — daß die Paraffin- und Alkohol-, respektive Säurenatur der oben erhaltenen Oxydationsprodukte auf diese Bestandteile des Bitumens zurückzuführen ist.

Wenn durch diese Versuche die Oxydationswirkungen an den beiden Bitumenarten nichts weniger als aufgeklärt sind — was ja auch infolge Mangels an genügend Untersuchungsmaterial unmöglich gewesen ist — so folgt aus demselben doch eine so gewichtige Unterscheidung beider Bitumen, daß man von deren Verschiedenheit jetzt schon überzeugt sein muß.

(Schluß folgt.)

⁴⁹⁾ Krämer u. Spilker, Ber. 32 (1889), 2940; 35 (1902), 1212.

⁵⁰⁾ C. Hübner, loc. cit.

Marktberichte für den Monat Oktober 1910.

Österreichisch-ungarischer Eisenmarkt.

In ruhigem gleichmäßigem Verlaufe wickelte sich die Lage des österreichisch-ungarischen Eisenmarktes im ablaufenden Monat ab. Ohne Übertreibung läßt sich sagen, daß die Situation in stetiger Besserung sich befindet, daß die Werke in hinreichend ausgiebiger Weise beschäftigt sind, daß es leider aber äußere und innere Verhältnisse immer noch nicht gestatten, eine Erhöhung der Preise eintreten zu lassen, daher der finanzielle Vorteil noch immer problematisch ist. Dieser Charakter der Situation zeigt sich auch in dem Ausweise der kartellierten Eisenwerke pro September. Diese Ziffern sind:

	Im Monat September 1910 gegen 1909	Seit 1. Jänner 1910 gegen 1909
Stab- und Façon- eisen	335.669 + 31.929 q	2.708.577 + 277.525 q
Träger	113.470 — 24.134 „	1.202.765 + 14.160 „
Grobbleche	75.906 — 13.840 „	317.580 — 100.114 „
Schienen	35.614 — 48.851 „	533.847 — 242.975 „

Hienach hat der Absatz von Stab- und Façoneisen eine Steigerung erfahren, welche sich mit 31.729 q gegen den September 1909 stellt, während bei den übrigen Artikeln Rückgänge zu verzeichnen sind. Am größten erscheint er während des Verlaufes des ganzen Jahres bei Schienen. Der diesmonatliche Rückgang in Trägern ist in der seit Monaten stattgefundenen bedeutenden Zunahme, wie in der bei vorgerückter Saison abflauenden Bautätigkeit begründet, während der konstante Grobblechrückgang mit der konstant andauernden Minderbeschäftigung unseres Maschinen- und Waggonbaues aufs innigste zusammenhängt. In den ersten drei Quartalen betrug der Gesamtabsatz 4.607.069 q, sonach um 51.597 q = 9% weniger als in der gleichen Periode des Vorjahres. — Nach langen Verhandlungen mit dem Eisenbahn- und dem Finanzministerium, haben endlich die Waggon- und Lokomotivfabriken den Umfang erfahren, welchen die für das Jahr 1911 in Aussicht genommenen Bestellungen für den Fahrpark der Staatsbahnen, und zwar vorerst in unverbindlicher Weise umfassen werden. Es kommen danach für das Jahr 1911 voraussichtlich zur Be-

stellung 134 Lokomotiven und 119 Tender mit einem Betrage von 17,5 Millionen Kronen, ferner 441 Personen-, 130 Dienst- und 920 Güterwagen, im Betrage von 15 Millionen Kronen. Die für die Staatseisenbahnverwaltung bindenden Bestellungen können naturgemäß erst in jenem Zeitpunkte erfolgen, in dem der vom Parlamente auszusprechende Kredit genehmigt und auch kreditpolitisch die Realisierbarkeit der Bedeckung sichergestellt sein wird. Durch die vorläufige Bekanntgabe dieser in Aussicht stehenden Bestellung soll den Fabriken endlich der Wunsch erfüllt werden, daß sie Gelegenheit haben, ihre Dispositionen bezüglich der Materialbeschaffung rechtzeitig zu treffen und ihre Arbeit derart einzurichten, daß eine gleichmäßige Beschäftigung während des ganzen Jahres ermöglicht wird. — Wie bereits berichtet, hat der Prager Stadtrat über die Verteilung der Röhrenlieferung für die Wasserwerke die Entscheidung getroffen, die Lieferung der Schwachröhren dem französischen Werke Pont à Mousson zu übertragen (110.000 q im Werte von zwei Millionen Kronen) und den kartellierten österreichischen Firmen, und zwar der Prager Eisenindustrie-gesellschaft, Blansko, Rokytzan und Komorau die Lieferung der Normalröhren (55.000 q im Betrage von einer Million Kronen) zu übertragen. Infolgedessen haben die kartellierten Werke beschlossen, daß sie noch einmal an die Prager Stadtvertretung herantreten, um sie zu veranlassen, in neuerliche Verhandlungen einzutreten, in denen eine Reihe von Modifikationen der ihnen gestellten Bedingungen vorgenommen werden sollen. Die Werke erklären, daß vom Gesichtspunkte kaufmännischer Vorsicht die von der Stadt Prag gestellten Bedingungen nicht angenommen werden können, und verlangen, daß Arbeitseinstellungen als force majeure angesehen werden, die Forderung, daß für ein Springen eines Rohres das Werk für alle daraus entstehenden Konsequenzen aufkommen müsse, zu entfallen habe, schließlich, daß sie rechtzeitig in Kenntnis gesetzt werden, falls die Stadt von ihrem Rechte Gebrauch macht, das Bedarfsquantum um 40% zu erhöhen. — Die Weißblechwalzwerke haben eine vierprozentige Erhöhung der Preise beschlossen. Diese Maßnahme wird mit der Verteuerung des Zinnes begründet. Trotzdem die Zinnotierungen seit zwei

Zur chemischen Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen.

Von A. Lissner, Assistent bei der Lehrkanzel für chemische Technologie I an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn.

(Schluß von S. 646.)

IV. Besprechung der experimentellen Ergebnisse.

Die durchgeführten Untersuchungen überblickend, darf ich als vornehmlichstes Ergebnis wohl anführen, daß sich die Hangendgesteine der Stein- und Braunkohlen durchwegs und prinzipiell voneinander unterscheiden. Die auftretenden Verschiedenheiten sind im großen und ganzen ähnlich wie bei den Kohlen selbst und die Ursachen dafür liegen nicht im anorganischen, sondern hauptsächlich im organischen Anteil der Gesteine. Schon die Hangendgesteine für sich allein untersucht, zeigen recht deutliche Unterscheidungsmerkmale. Nicht nur daß ihre Destillationsprodukte voneinander gänzlich differieren und starke Ätzelauge und besonders 1:10 verdünnte Salpetersäure die von den Kohlen her wohl bekannten Unterscheidungsreaktionen geben, auch alle anderen charakteristischen Eigenschaften der beiden Gesteinsarten sind dergestalt, daß ihre Unterschiedlichkeit feststeht. Zur Begründung dessen diene folgendes:

1. Die Hangenden, sowohl von Stein- als auch von Braunkohlen sind zumeist tonige Gesteine, also hauptsächlich wasserhaltige Tonerdesilikate, die oft deutliche Schieferung aufweisen. Die spezifischen Gewichte der Steinkohlenhangenden entsprechen denen anderer Tongesteine und schwanken zwischen 2·248 und 3·144 (Mittelwert 2·696). Da die untersuchten Braunkohlengesteine perzentuell mehr kohlige Substanz enthalten als die Hangenden der Steinkohlen, sinkt deren spezifisches Gewicht im Verhältnis der steigenden Menge an organischer Substanz, so daß die Hangenden mit den höheren Glühverlusten auch die niedrigeren spezifischen Gewichte besitzen innerhalb der Grenzen 1·192 bis 2·421 (Mittelwert 1·807). Ein prägnantes Unterscheidungsmerkmal ist damit natürlich nicht gegeben.

2. Die Elementaranalysenwerte für Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff weichen für beide in deutlicher Weise voneinander ab. Für die Steinkohlenhangenden schwanken die Werte (auf reine aschen- und wasserfreie organische Substanz berechnet):

	im Mittel	
C	63·51—80·7 %;	71·79 %
H	6·06—9·94 %;	8·00 %
O	8·37—28·19 %;	18·28 %

für die Braunkohlenhangenden hingegen:

	im Mittel	
C	59·36—70·70 %;	65·03 %
H	4·32—8·42 %;	6·37 %
O	22·67—33·31 %;	27·99 %

Sehr bemerkenswert ist, daß die Unterschiede in der Elementarzusammensetzung der organischen Substanz der Hangendgesteine andere sind, wie in der organischen

Substanz der Kohlen selbst. Während die Braunkohlen gegenüber den Schwarzkohlen weniger Kohlenstoff, dafür aber mehr Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, weisen die Braunkohlenhangenden zwar auch weniger Kohlenstoff als die Steinkohlenhangenden auf, dagegen ist der Wasserstoffgehalt ein ähnlicher und nur die Sauerstoffe bleiben höher, was besonders deutlich ersichtlich wird, wenn man die auf C = 100 umgerechneten Werte vergleicht. Im Vergleich zu Durchschnittswerten der betreffenden Kohlen selbst sind bei allen Proben die Kohlenstoffe niedriger, die Wasserstoff- und Sauerstoffwerte hingegen höher.

Insgesamt folgt daraus, daß schon aus den Elementaranalysen eine Unterschiedlichkeit der beiden Hangendgesteine erkannt werden kann, die jedoch eine andere als bei den Kohlen ist, was damit zusammenhängen mag, daß die organische Substanz der Hangendgesteine zum Teil auch anders als die der zugehörigen Kohlen zusammengesetzt ist. (Vgl. weiter unten Druckdestillation.)

3. Aus den Methoxylbestimmungen nach Zeisel geht hervor, daß auch die Hangenden der Steinkohlen vollständig entmethyliert sind, während die Braunkohlenhangenden noch nachweislich Methylgruppen enthalten.

4. Im allgemeinen geben die Steinkohlenhangenden eine bedeutend geringere Ausbeute an in Chloroform oder Benzol löslichem Bitumen als die Hangendgesteine der Braunkohlen.

5. Die Natur dieser Bitumina muß grundsätzlich verschieden sein und scheint in vielen Stücken den entsprechenden künstlichen Teerpechen zu ähneln. Denn:

a) Die spezifischen Gewichte der Bitumen von den Steinkohlenhangenden liegen durchaus über 1 (1·089 bis 1·120, im Mittel 1·105); bei denen der Braunkohlensteine wird 1 nicht erreicht (0·979 bis 0·997 im Mittel 0·988).

b) Die elementare Zusammensetzung, die an jene der Stein- und Braunkohlenteerpeche erinnert, ist besonders bezüglich der Wasserstoff- und Sauerstoffwerte von Interesse. Die Bitumen der Steinkohlenhangenden besitzen weniger Wasserstoff und mehr Sauerstoff als jene der Braunkohlengesteine.

Bitumen: 1. der Steinkohlenhangenden:

	im Mittel	
C	74·93—85·86 %;	80·40 %
H	5·32—8·72 %;	7·02 %
O	7·70—15·64 %;	11·67 %

2. der Braunkohlenhangenden:

	im Mittel	
C	76·34—80·38 %;	78·36 %
H	10·05—12·71 %;	11·38 %
O	8·44—10·41 %;	9·43 %

c) Die Säure-, Äther- und Verseifungszahlen weisen keine sehr markanten Unterschiede auf. Die Jodzahlen scheinen sich so zu unterscheiden, daß für gewöhnlich die Bitumen der Steinkohlenhangenden mehr Jod bindende Substanzen enthalten; nur in vereinzelten Fällen, die augenscheinlich mit der leichteren Selbstentzündlichkeit der betreffenden Kohlen im engeren Zusammenhange stehen, ergeben sich bedeutendere Ausnahmen, wie z. B. bei den Leobner Kohlen.

d) In der Phenolreaktion von Graefe und der Einwirkung von Formaldehyd und konzentrierter Schwefelsäure nach Ditz liegen leicht anzustellende Reaktionen vor, die beiden Bitumenarten zu unterscheiden. Während aber bei ersterer Reaktion nicht strikte gesagt werden kann, daß das dabei ermittelte verschiedene Verhalten ausschließlich dem Vorhandensein von Phenolen in den Bitumen der Braunkohlenhangenden zuzuschreiben ist, so dürfte man andererseits mit der Annahme nicht fehlgehen, daß das Eintreten der Ditzschen Reaktion auf die Anwesenheit von vornehmlich aromatischen Körpern in den Bitumen der Steinkohlenhangenden zurückzuführen ist.

e) Damit scheint überhaupt der wichtigste Unterschied beider Bitumenarten berührt worden zu sein, nämlich: die Bitumina der Steinkohlenhangenden setzen sich vorwiegend aus aromatischen Körpern zusammen, während die der Braunkohlengesteine neben wenigen von diesen mehr aliphatische Verbindungen enthalten. Dafür spricht zunächst die Beobachtung, daß die Bitumen der Steinkohlenhangenden, gelöst in Chloroform, Benzol usw. stark fluoreszieren, während die anderen das nicht tun. Weiters sind in der Regel die Extrakte der Braunkohlenhangenden viel wasserstoffreicher, was ja auch im allgemeinen eine Pauschaleigenschaft der aliphatischen entgegen den aromatischen Körpern ist. Endlich gibt das festgestellte Vorhandensein eines aromatischen Körpers im Bitumen der Steinkohlenproben, erkannt durch Oxydation desselben mit Chromsäure-Essigsäure, einen direkten Nachweis für die gemachte Annahme. Andererseits zeigt das Verhalten der Bitumen aus den Braunkohlengesteinen beim Oxydieren mit denselben Mitteln, daß sie ähnlich den Extrakten der Braunkohlen selbst, aber ganz verschieden von jenen der Steinkohlen zusammengesetzt sind.

* * *

Aus den schon durch das Angeführte erkennbaren innigen Beziehungen der Hangendgesteine zu den unter ihnen liegenden Kohlen und aus den Unterscheidungen der beiden Gesteinsarten dürfte auch ein neuerlicher indirekter Beweis sich ergeben, daß Stein- und Braunkohle, nicht nur geologisch, sondern auch chemisch etwas durchaus Verschiedenes vorstellen. Das ganze Verhalten der untersuchten Hangendgesteine deutet darauf hin, daß die in den Gesteinen enthaltene organische Substanz wenigstens zum Teil ihren Ursprung aus ehemaligen Pflanzenresten genommen haben (vereinzelte Einstreuungen von Tierleichen dürften nicht gefehlt haben; denn auch die Hangenden enthalten ziemliche Stickstoffmengen!) und

daß diese voraussichtlich einen ähnlichen Verkohlungs- (Inkohlungs-) prozeß durchgemacht haben wie die Pflanzenanhäufungen, aus welchen später die Kohlen entstanden sind. Aus weiter unten zu besprechenden Gründen ist es aber nicht ausgeschlossen, daß die kohligen Körper der Hangendgesteine zum geringeren Teile auch aus den Kohlen nach einem in ihnen eingetretenen trockenen Destillationsprozesse stammen können.

Von den untersuchten Gesteinen ist besonders die Salesler Probe (Nr. XIV) deswegen interessant, weil sie von einem Kohlenvorkommen herrührt, das nachgewiesenermaßen als Folge einer Kontaktmetamorphose durch einen in der Nähe stattgehabten Basaltdurchbruch unter Mitwirkung höherer Temperaturen sein heutiges schwarzkohlenähnliches Aussehen erhalten hat. Trotzdem muß diese Kohle chemisch den Braunkohlen zugezählt werden, denn ihr ganzes chemisches Verhalten entspricht dem Braunkohlentypus. In jüngster Zeit hat nun J. F. Hoffmann⁵¹⁾ eingehend zu begründen versucht, daß bei der Steinkohlenbildung relativ höhere Temperaturen (bis 900° C!) mitgewirkt haben sollen. Die Entstehung dieser höheren Temperaturen wäre auf dieselben Ursachen zurückzuführen, wie die oft bis zur Entzündung sich steigernde Selbsterwärmung vieler, in größerer Menge angehäuften organischen Substanzen wie Heu, Kleie, Mais, geölte Fasern usw., und besonders Stickstoffverbindungen hätten die Fähigkeit, die Selbsterwärmung in pflanzlichen Materialien zu verstärken. Hoffmann erachtet dann als einen geologischen Beweis, daß höhere Temperaturen beim Kohlenbildungsprozeß mitgespielt haben, die Erscheinung, daß das den Flözen der Kohlengruben von Pöschappel bei Dresden anliegende Gestein gefrittet ist. Betrachten wir nun, um die Hoffmannschen Ansichten zu kontrollieren, die Probe XIV unseres Untersuchungsmateriales neben allen anderen untersuchten Gesteinen, so fällt folgendes auf:

Im Hangenden Nr. XIV, das sicher ehemals der Wirkung höherer Temperaturen ausgesetzt gewesen ist, sind alle organische Stoffe zerstört worden und das verbleibende Silikatgestein, ein basaltartiger Phonolith, hat keinerlei gebundenes (Konstitutions-) Wasser mehr (nachgewiesen durch die Elementaranalyse nach der H F — H Cl-Behandlung). Hingegen sind alle anderen Hangenden von organischen Substanzen durchsetzt, lassen aber gar keine Frittingen oder derlei Anzeichen höherer Temperaturen erkennen und schließen erheblich über 200° C liegende Temperaturen bei und nach ihrer Ablagerung schon deshalb aus, weil es echte Tongesteine sind, die also noch chemisch gebundenes Wasser enthalten, welches bei Temperaturen von 200 bis 700° C hätte entweichen müssen. Nach alledem sind mit großer Wahrscheinlichkeit erheblich über 200° C liegende Temperaturen bei der Kohlenbildung ausgeschlossen. Was nun die Mitwirkung höherer Drücke bei der Kohlenbildung anbelangt, so ist aus den angestellten Untersuchungen folgendes in Betracht zu ziehen: Die Hangendgesteine der fossilen Kohlen sind

⁵¹⁾ J. F. Hoffmann, Ztschr. f. angew. Ch., 15 (1902), 821.

zumeist geschiefert. Das Bromabsorptionsvermögen derselben und auch die Jodzahlen der daraus extrahierten Bitumina legen nahe, daß ungesättigte organische Verbindungen in ihnen enthalten sind. Die Bildung ungesättigter Restspaltstücke ist aber nach Engler⁵²⁾ eine notwendige Folge gewaltsamer Zersetzung hochmolekularer Verbindungen unter Abspaltung kohlenstoffärmerer Glieder der Methanreihe. Nachdem in unserem Falle umgekehrt die Anwesenheit solcher ungesättigter „Restspaltstücke“ konstatiert worden ist, ergibt sich von selbst der Rückschluß gewaltsamer Wirkungen bei ihrer Bildung. Speziell die Leobner Hangenden haben sowohl ein sehr hohes Bromabsorptionsvermögen als auch die größten Jodzahlen für ihre Bitumen aufzuweisen. Schon das Äußere einer Leobner Pechkohle verrät jedoch, daß dieselbe wahrscheinlich einmal einen Zustand des Erweichtseins und starke Pressungen durchgemacht hat, denn ihr schwarzglänzendes Aussehen, ihr muscheliger Bruch usw. lassen kaum eine andere Annahme zu. Es ist also wohl besonders beim Leobner Vorkommen die Zusammengehörigkeit der beiden Erscheinungen: Druck und ungesättigte Verbindungen anzunehmen. Was aber für diesen einen Fall gilt, wird für die anderen mit gewissen Einschränkungen möglich, um so mehr, als die Hauptbildungszeiten unserer natürlichen Kohlen, das Ende des Paläozoikums und die Tertiärzeit, sich durch eine gesteigerte Gebirgsbildung auszeichneten.

In Parenthese sei bemerkt, daß das hohe Bromaufnahmevermögen des Leobner Vorkommens die Annahme F. Fischers bestätigt, daß besonders die ungesättigten Verbindungen es sind, die Selbstentzündungen bei den Kohlen hervorrufen; denn bei der Leobner Kohle und ihrem Hangenden ist es eine rechte Unannehmlichkeit, daß sie zu Selbstentzündungen hinneigen und dadurch sogar Grubenbrände verursachen können.

Für die Steinkohlenbildung kommt betreffs Druckwirkungen ein weiteres Moment in Betracht. Dadurch nämlich, daß nicht nur in den Steinkohlen, sondern auch im Hangenden derselben sicher nachgewiesen ist, daß hochmolekulare aromatische Körper besonders aus der Reihe des Anthrazens darin schon fertig gebildet vorhanden sind, wird man von selbst zur Annahme höherer Druck-, resp. Wärmewirkungen hingelenkt. Da aber, wie wir gesehen haben, besonders hohe Temperaturen ausgeschlossen sind, bleibt zur Erklärung nur die Wirkung größerer Drücke übrig. Darauf ist außer von anderen Seiten in letzter Zeit von Börnstein⁵³⁾ nachdrücklich hingewiesen worden; er sagt, nachdem er das Verhalten verschiedener Steinkohlensorten beim Destillieren bei ganz wenig erhöhten Temperaturen (eine Art Sublimieren) und das dabei nachgewiesene Auftreten von in der Kohle schon fertig gebildeten Isomethylanthracen beschrieben hat: „Das beschriebene verschiedene Verhalten der verschiedenen Kohlensorten deutet darauf hin, daß der hohe

Druck, der im Erdinnern vielleicht um Jahrtausende länger auf die älteren Kohlenlager gewirkt hat als auf die jüngeren, in dieser langen Zeit die Zusammensetzung und Konstitution der Steinkohlen in analoger Weise verändert hat, wie wir es durch die hohen Temperaturen unserer Öfen bei den Teeren in kurzer Zeit erreichen.“

Diese Druckwirkungen müssen sich nicht gerade als Druckdestillation geäußert haben, bei welcher die höheren Temperaturen zum größten Teil durch die längere Zeitdauer ersetzt worden sind, vielmehr ist die Annahme näherliegend, daß auch hier wie Engler⁵⁴⁾ es für das Erdöl ausspricht und wiederholt durch Versuche nachgewiesen hat, ohne stattgefundene Destillation unter alleiniger Wirkung von Wärme, Druck und Zeit dieselben Umwandlungen erfolgen können. Hätte eine Druckdestillation stattgefunden, so müßten sich die Produkte derselben im angrenzenden Gestein, vor allem im Hangenden und Liegenden finden, selbst wenn die Durchlässigkeit dieser Gesteine keine große gewesen wäre. Nun sind ja wirklich die Hangenden der Kohlen mit organischen Substanzen durchsetzt, und zwar mit immer weniger, je weiter man sich vom Kohlenflöz entfernt. Wie wir schon oben gesehen, dürften diese kohligen Substanzen zum Teil sicherlich primär aus Pflanzenresten entstanden sein. Das schließt aber noch nicht aus, daß auch Destillationsprodukte ihre Entstehung mit bewirkt haben. Das festzustellen, hatte W. Spring seine ganz zu Anfang zitierte Arbeit unternommen. Spring hat dabei gefunden, daß die organische Substanz des von ihm untersuchten Hangenden im Verhältnis zu derjenigen der zugehörigen Kohle kohlenstoffreicher und wasserstoffärmer wird, woraus er dann folgert, daß eine stattgehabte Druckdestillation ausgeschlossen sei; denn eine solche hätte bedingt, daß ins Hangende die leichteren und flüchtigeren wasserstoffreicheren und kohlenstoffärmeren organischen Stoffe gedrungen wären. Überlegt man aber, daß bei den natürlichen Kohlen hauptsächlich Kohlenstoffverbindungen in Betracht kommen, die bei einer trockenen Destillation, wie bekannt, sich vielfach polymerisieren und kondensieren zu oftmals C-reicheren Körpern — natürlich unter Abspaltung flüchtigerer Verbindungen wie Methan usw. — so kann die Ansicht Springs nicht ohne weiters geteilt werden. Nach ihm wäre die Anreicherung an Kohlenstoff im Hangenden dadurch zustande gekommen, daß in den Gesteinen der Zutritt der Luft leichter möglich gewesen und die zunächst durch Inkohlung gebildete organische Substanz vom Luftsauerstoff teilweise auch unter dem Einflusse der Feuchtigkeit langsam verbrannt worden sei, wobei zu allererst der Wasserstoff betroffen wurde.

Diese Folgerungen treffen bei dem von mir untersuchten Hangendgesteinen nicht zu, da ganz im Gegensatz zu Spring die zur Verfügung gestandenen Gesteinsproben im Vergleiche zu den zugehörigen Kohlen durchwegs höhere Wasserstoff- und niedrigere Kohlenstoffwerte aufweisen, was eher den Springschen Voraussetzungen

⁵²⁾ Engler, Die neuesten Ansichten über die Entstehung des Erdöls, 1907, S. 21.

⁵³⁾ E. Börnstein, Ber. 39, II (1906), 1242.

⁵⁴⁾ C. Engler, *ibid.*

einer Druckdestillation entsprechen würde. Daß eine solche trotz der erhaltenen, nach Spring dafür sprechenden Resultate nicht ohne weiters angenommen werden kann, ist schon erörtert worden. Den Ausschlag zur exakten Lösung dieser Frage kann nur eine vollständige Aufklärung über die chemische Natur und genauere und nicht bloß elementare Zusammensetzung der organischen Substanzen von Kohlen und ihren Hangenden geben. Die Feststellung derselben hat aber nicht nur mit allgemeinen Schwierigkeiten zu kämpfen, sondern auch damit, daß die Hangenden vielleicht zum größten Teile organische Substanzen enthalten, die durch einen Inkohlungsprozess pflanzlicher Reste entstanden sind.

V. Zusammenfassung und Schluß.

Zum Schluß mögen die eben erörterten Ergebnisse meiner Untersuchung noch in folgenden kurzen Sätzen zusammengefaßt werden:

1. Die hangenden Gesteine der Stein- und Braunkohle unterscheiden sich voneinander durchwegs und prinzipiell.

2. Die Verschiedenheiten sind ähnlich wie bei beiden Kohlen selbst und werden hauptsächlich durch die organischen Bestandteile der Gesteine verursacht.

3. Während die Braunkohlen gegenüber den Steinkohlen geringere Mengen Kohlenstoff und mehr Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, besitzen die Braunkohlenhangenden bei niedrigeren Kohlenstoffen und höheren Sauerstoffen ähnliche Wasserstoffwerte als die Steinkohlenhangenden.

4. Bei allen Proben sind, auf reine organische Substanz berechnet, die Kohlenstoffe niedriger, die Wasserstoffe und Sauerstoffe höher als die entsprechenden Werte für die bezüglichen Kohlen.

5. Die Verschiedenheit beider Gesteinsarten haben wie bei den Kohlen darin ihren Hauptgrund, daß im Braunkohlenhangenden vornehmlich organische Körper der aliphatischen Reihe, im Steinkohlenhangenden solche der aromatischen Reihe vorherrschen.

6. Auch bei den Braunkohlen ist, wie F. Fischer und andere für Steinkohlen festgestellt haben, die Neigung zur Selbstentzündlichkeit auf ungesättigte, Brom absorbierende Verbindungen zurückzuführen.

7. Die organischen Substanzen in den hangenden Gesteinen sind zum größten Teil infolge eines Inkohlungsprozesses pflanzlicher Überreste entstanden, zum geringeren Teile infolge einer stattgehabten Druckwirkung.

8. Temperaturen erheblich über 200° C an den Berührungsfächen der Kohlen mit den Hangenden sind bei den Kohlenbildungen nicht vorgekommen.

Mit diesen Folgerungen kann nicht gesagt sein, daß sie gesetzmäßig auf jedes Kohlenvorkommen ihre Anwendung finden dürfen, da ja doch vorläufig gegenüber der so großen Zahl von Stein- und Braunkohlenvorkommen nur eine beschränkte Zahl der Hangendgesteine untersucht werden konnte. Immerhin kann jedoch angenommen werden, daß die gezogenen Schlüsse für eine größere Zahl der heute bekannten Kohlenbildungen zutreffen dürften.

Der Bergwerks- und Hüttenbetrieb im Königreich Sachsen im Jahre 1908.*)

I. Bergwerksbetrieb.

Die Fläche der Grubenfelder beim Erzbergbau betrug am Jahresschlusse 19.621 (+ 15) ha nach 49.053 (— 21) Maßeinheiten. An der Produktion waren 22 (— 2) Steinkohlenbergbaue, 76 (— 1) Braunkohlenbergbaue und 27 (+ 2) Erzbergbaue beteiligt. Die Belegung betrug im Durchschnitte beim Steinkohlenbergbau 26.636 Personen, u. zw. 910 Beamte und 25.726 (+ 1740) Arbeiter, darunter 246 (— 1) weibliche; beim Braunkohlenbergbau 5260 Personen, u. zw. 330 Beamte und 4930 (+ 1132) Arbeiter, darunter 124 (+ 8) weibliche; beim Erzbergbau 2373 Personen, u. zw. 182 Beamte und 2191 (— 113) Arbeiter, darunter 9 (— 2) weibliche; beim Bergbau überhaupt 34.269 (+ 2814) Personen, u. zw. 1422 (+ 55) Beamte und 32.847 (+ 2759) Arbeiter, darunter 379 (+ 5) weibliche. Die Anzahl der jugendlichen Arbeiter (unter 16 Jahren) betrug 581 (+ 90), darunter 6 (+ 2) weibliche; hievon waren 514 beim Steinkohlen-, 27 beim Braunkohlen- und 40 beim Erzbergbau beschäftigt. Von der Gesamtbelegung entfielen durchschnittlich beim Steinkohlenbergbau auf die Berginspektionsbezirke: Ölsnitz

10.921, Dresden 2482 und Zwickau 13.233; beim Braunkohlenbergbau auf die Berginspektionsbezirke: Leipzig 4080 und Dresden 1180; beim Erzbergbau auf die Reviere: Freiberg 1490, Altenberg 179, Marienberg 77, Scheibenberg 25, Johanngeorgenstadt 136 und Schneeberg 466.

Menge und Wert des Ausbringens beim Bergbau ist aus der nebenstehenden Tabelle zu entnehmen.

Der Staatsfiskus war an der Produktion beteiligt: a) mit dem Steinkohlenbergbau in Zuckerode (Belegung 1347 Personen, Förderung 2,813.360 q im Werte von M 3,402.692); b) mit dem Braunkohlenwerke in Leipnitz (Belegung 49 Personen, Förderung 246.120 q im Werte von M 89.542); c) mit dem Erzbergbau in Freiberg (Belegung 1319 Personen, Wert der Produktion M 716.755); d) bloß beanteilt war der Staatsfiskus an der Stamm-Asser Fundgrube am Graul bei Raschau (Belegung 24 Personen, Wert der Produktion M 28.053), ferner am Schneeberger Kobaltfeld zu Neustädte im Schneeberger Reviere (Belegung 394 Personen, Wert der Produktion M 426.583).

*) Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen, 1909. Freiberg. Craz & Gerlach.