

Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

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

Gustav Kroupa,

k. k. Hofrat 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, k. k. Hofrat, o. ö. Professor an der techn. Hochschule in Wien; Eduard Donath, k. k. Hofrat, Professor an der techn. Hochschule in Brünn; 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, a. o. Professor an der Montanistischen Hochschule in Leoben; Dr. Hans Höfer Edler v. Heimhalt, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben i. R.; Adalbert Kás, 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. Oberbergat 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 Manzschen 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 Braunkohlen. — Zur Kenntnis der Arsenerzlagerstätten Bosniens. (Schluß.) — Zur Wasserrechtsreform und Wasserkraftnutzung. (Fortsetzung.) — Nachweisung über die Gewinnung von Mineralkohlen (nebst Briketts und Koks) im April 1912. — Marktberichte für den Monat April 1912. (Schluß.) — Stahlerzeugung österreichischer und ungarischer Werke pro 1911 in Tonnen. — Literatur. — Notizen. — Amtliches. — Metallnotierungen in London. — Vereins-Mitteilungen. — Ankündigungen.

Zur chemischen Charakteristik der Braunkohlen.

Von Prof. Ed. Donath.

Bekanntlich zeigen alle als Braunkohlen angesprochenen fossilen Kohlen hinsichtlich ihres äußeren Aussehens, ihrer physikalischen Beschaffenheit und prozentualen chemischen Zusammensetzung viel größere Verschiedenheiten als dies bei der Steinkohle der Fall ist. Man braucht ja nur Lignite sowie die meisten erdigen Braunkohlen zu vergleichen mit gewissen Pechkohlen oder Glanzkohlen (z. B. die ganz schwarze Braunkohle mit muscheligen Bruch von Leoben in Steiermark, die durch Kontaktmetamorphose umgewandelte Braunkohle von Salesl in Böhmen, vom Meißner bei Kassel usw.), um diese auffallenden Verschiedenheiten zu finden.¹⁾ Und doch zeigt

ein genaues Studium des chemischen Verhaltens der Braunkohlen, daß sie in gewisser Richtung stets ihre Zusammengehörigkeit mehr oder minder deutlich erkennen lassen, insbesondere was einen Hauptbestandteil des Materiales anbelangt, aus dem sie entstanden sind.

In geologischer Hinsicht läßt sich absolut keine scharfe Unterscheidung treffen; man hat z. B. vielfach angenommen, daß alle Kohlen im Tertiär als Braunkohlen aufzufassen sind und diese Auffassung findet man auch mehrfach in chemisch-technischen Werken. Dies trifft nahezu in allen Fällen zu und doch ist es zweifellos, daß auch im Tertiär Kohlen mit ausgesprochenem Steinkohlencharakter vorkommen, wie z. B. die Arsakohle von Carpano in Istrien und eine Tertiär-Steinkohle von Spitzbergen.

Bezüglich der Kreidekohlen hat man mehrfach die Annahme gefunden, daß dieselben durchwegs Steinkohlen sind, allein dies trifft nicht zu, wie insbesondere die Arbeiten von Alexander von Kuleszynczki und meine eigenen Untersuchungen von Kreidekohlen erwiesen. Es zeigt sich, daß in der Kreideformation sowohl Kohlen mit ausgesprochenem Steinkohlencharakter als auch Braunkohlen vorkommen können. Trotz der großen äußeren

¹⁾ E. Erdmann hat eine Klassifizierung der Braunkohlen gegeben („Die Braunkohle“, Festnummer zum 10. deutschen Bergmannstag in Eisenach 6. Jahrg., Nr. 24). Er geht hiebei in Übereinstimmung mit Potonié von den Materialien aus, aus welchen die Braunkohle entstanden ist. Seine Einteilung ist folgende: I. Gruppe: Humuskohle, entstanden aus Holz und anderen humusbildenden Pflanzenbestandteilen, mit der Unterabteilung Lignit, gemeine Braunkohle, Schwelkohle, Laubkohle usw., erdige Braunkohle, harte Glanzkohle. II. Gruppe: Wachskohle, welche ihrem Ursprunge nach auf Pflanzenwachs und Harz der Tertiärzeit zurückzuführen sei; die dazugehörige Schwelkohle, welche die Grundlage der thüringischen und sächsischen Mineralöl- und Paraffinindustrie bildet, stellt eine mehr oder weniger (von Bitumen) durchtränkte Braunkohle dar. III. Gruppe: Sappropelkohle in stagnierenden Gewässern aus Faulschlamm (Sappropel) hervorgegangen, zu deren Bildung neben Pflanzen auch Tiere mitgewirkt haben. Der Typus dieser Kohlen ist vertreten

durch den Dysodil und eine Übergangsform, welche sich zwischen Humuskohle und Dysodil bildete. Die bitumenreiche bayrische Pechkohle ist ebenfalls unter Mitwirkung tierischer Materialien in Mooren gebildet worden.

Verschiedenheit der Braunkohlen ist es nämlich nahezu zweifellos sicher, daß neben anderem Material zu ihrer Entstehung ausschließlich oder doch wesentlich Holzgewächse, also solche Pflanzen beigetragen haben, bei welchen neben Zellulose noch die sogenannte inkrustrierende Substanz, auch Lignin genannt, an dem Aufbau des Pflanzenkörpers beteiligt ist, die mit zunehmendem Alter dem Gehalte nach sogar die Menge an Zellulose übertrifft und demnach dann die Hauptmenge der Pflanzensubstanz ausmacht. Noch kennen wir die chemische Natur des Lignins, das gewiß nicht ein einzelnes chemisches Individuum, sondern eine Summe von solchen darstellt, nicht näher; wir wissen jedoch, daß es verhältnismäßig kohlenstoff- und wasserstoffreicher³⁾ ist als die Zellulose und daß es unter seinen Bestandteilen gewiß auch solche der aromatischen Reihe enthält⁴⁾, indem es mit verschiedenen Reagentien, z. B. Phloroglucin und Salzsäure, essigsäurem Anilin, Farbenreaktionen gibt.⁴⁾ Das Lignin findet sich in den Braunkohlen, ja selbst im Lignit nicht mehr in unverändertem Zustande, sondern nur in Form gewisser Abbauprodukte vor und schon mit Rücksicht auf die Farbe der Kohle kann es durch die genannten Reagentien nicht mehr nachgewiesen werden.

Es gelang mir mit Ditz⁵⁾ ein Verhalten des Lignins, bzw. seiner Abbauprodukte zu finden, welches die Erkennung derselben in allen in der vorliegenden Frage vorkommenden Fällen sicher gestattet. Dies ist die Einwirkung von verdünnter Salpetersäure. (1 Teil konzentrierte Salpetersäure mit 10 Teilen Wasser verdünnt.)

Den näheren chemischen Verlauf dieser Reaktion habe ich dann später mit F. Bräunlich genauer studiert und beschrieben.⁶⁾

³⁾ Cross und Bevan haben aus ihren Juteuntersuchungen für Lignin $C_{10}H_{22}O_6$ abgeleitet. (C. G. Schwalbe „Die Chemie der Zellulose usw.“, 1911, S. 439.)

⁴⁾ Vgl. darüber in Wiesner: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Chemische Charakteristik des Holzes von Professor Dr. Zeisel, dann Tollens: Handbuch der Kohlehydrate, II. Bd. und A. Ihl, Chem.-Ztg., 15, 201 (1881).

⁵⁾ Czapek hat eine sehr vollständige und kritische Zusammenstellung der Ligninreaktionen des Holzes geliefert (Z. physiol. Chem. 39, 141 [1899]). Er selbst hat aus der Holzsubstanz einen aromatischen Aldehyd, das Hadromal, dargestellt. In seinem ausgezeichneten zweibändigen Werk: Biochemie der Pflanzen, Verlag von Gustav Fischer in Jena 1905, ist die Chemie des Lignins am eingehendsten erörtert. Die neuesten Untersuchungen über die chemische Natur des Lignins, bzw. der Lignozellulose sowie über die Konstitution der Hölzer finden sich übrigens in dem vorhergenannten Werke von Schwalbe: Die Chemie der Zellulose usw.

⁶⁾ Österr. Zeitschr. f. B. u. Hüttenw., 1903, S. 310.

⁷⁾ Chem.-Ztg., 1904, Nr. 16, S. 180 und Nr. 80, S. 953. Siehe auch die Arbeit von C. F. Cross und E. J. Bevan: Über die Einwirkung von Salpetersäure auf die Pflanzenfasern. (Berl. Berichte, 24, S. 1772 [1891].) In derselben wird unter anderen auch über die Einwirkung verdünnter Salpetersäure auf Jute berichtet (5 bis 10%ige Salpetersäure bei 50 bis 60°) und werden ganz ähnliche Beobachtungen hinsichtlich der gebildeten Produkte mitgeteilt, wie wir sie bei der Einwirkung verdünnter Salpetersäure auf Braunkohle (ein Jahr vorher) gemacht haben.

Auf Braunkohlen verschiedenen Alters wirkt so verdünnte Salpetersäure immer mehr oder minder heftig ein. Die Reaktion beginnt am Wasserbade schon bei etwa 70° mit der reichlichen Entwicklung gasiger Körper; sie wird bei weiterem Erhitzen immer lebhafter und führt unter starker Selbsterwärmung des Reaktionsgemisches häufig bis zur Siedetemperatur. Man beobachtet ein starkes Aufschäumen der ganzen Masse, das auch ohne weitere äußere Wärmezufuhr bei Verarbeitung größerer Mengen Braunkohle mitunter stundenlang anhält.

Bei dieser Einwirkung entstehen bei Braunkohle sehr charakteristische Reaktionsprodukte: entweichende gasförmige, wie Kohlendioxyd, Cyanwasserstoff, Stickstoffsauerstoffverbindungen sowie Stickstoff selbst (letzterer bis zu 40% der entweichenden Gase) und in der Flüssigkeit gelöst bleibende, wie Ameisensäure, Essigsäure und höhere homologe Fettsäuren, in reichlicher Menge Ammoniak und Oxalsäure sowie schließlich eine die Flüssigkeit intensiv rotfärbende Substanz, durch welche sie die Farbe gesättigter Kaliumbichromatlösung erhält.

In der oben beschriebenen Weise wurden von Fr. Bräunlich und mir zuerst verschiedene lignitische Braunkohlen aus Mähren, eine Pechkohle aus Salesl und Braunkohlen der Brucher Werke in Böhmen untersucht. Dann haben wir einen sogenannten „Braunkohlenanthrazit“ aus dem Plutoschachte der Brucher Werke, der durch Kontaktmetamorphose aus der Braunkohle infolge eines Phonolitdurchbruches entstanden ist, in derselben Weise behandelt und hiebei ein ganz ähnliches Verhalten wie bei den unveränderten Braunkohlen festgestellt.⁷⁾ Ganz ähnlich verhält sich sogenannte Schwarzkohle und Anthrazit aus dem niederhessischen Tertiär bei Kassel, die aus dem schon alten sogenannten „Steinkohlenbergwerk“ auf dem Meißner stammt. Das Verhalten gegen verdünnte Salpetersäure zeigte jedoch deutlich den Charakter derselben als Braunkohle und auch bei anderen Kohlen zweifelhafter Natur hat sich dieses Verhalten als entscheidend für die Feststellung ihres Charakters erwiesen.

Auch Schwelkohle, wie sie in Webau bei Halle a. S. verarbeitet wird, zeigte mit verdünnter Salpetersäure ganz deutlich das beschriebene Verhalten.

Auch eine mittelbar durch einen Grubenbrand deutlich, aber doch nicht stark veränderte Braunkohle zeigte, wenn auch in schwächerem Grade dasselbe charakteristische Verhalten. Holzkohle, durch Retortendestillation zum Zwecke der Gewinnung von Holzgeist und Essigsäure gewonnen, erwies sich ebenfalls durch verdünnte Salpetersäure unter Bildung der gleichen Reaktionsprodukte sehr leicht zersetzbar.

Ich habe in einer der letzten einschlägigen Publikationen gezeigt, daß in Steinkohlen häufig mit dem freien Auge unterscheidbare Einlagerungen von Kohlenstoffen holziger Abstammung sich finden.⁸⁾ Ja in einer Stein-

⁷⁾ Dieser Fall von Kontaktmetamorphose wird von geologischer Seite als besonders bezeichnend für die Umwandelbarkeit der Braunkohle in Steinkohle angeführt.

⁸⁾ Chem.-Ztg., 1911, S. 305.

kohle aus Poln.-Ostrau habe ich sogar deutlich lignitische Einschlüsse nachweisen können. Es kann aber auch sein, daß solche Teile holziger Abstammung in den Kohlen nicht mehr sichtbar sind; man wird deshalb mitunter bei der Prüfung von Steinkohlen durch Destillation mit verdünnter Salpetersäure sowohl im Destillat gerade noch nachweisbare Mengen von Cyanwasserstoff als auch in dem Filtrat von der unzersetzten Kohle Spuren von Ammoniak nachweisen können. Eine rote oder auch nur wahrnehmbare Rotfärbung tritt in diesem Falle nicht ein, und es ist stets das Verhalten gegen verdünnte Salpetersäure wesentlich anders als bei den eigentlichen Braunkohlen, so daß unter keinen Umständen das Urteil irgendwie schwankend wäre.

Das beschriebene Verhalten gegen verdünnte Salpetersäure reicht fast stets allein schon hin, um die Braunkohle zu erkennen. Es gibt jedoch Steinkohlen, in welchen mitunter gewisse Mengen der Verkohlungsprodukte von Holzsubstanzen enthaltendes Material sich vorfindet und die dann entweder Spuren oder sehr geringe Mengen von Blausäure im Destillat zeigen, bzw. Spuren von Ammoniak im Filtrate von der zersetzten Kohle enthalten. In diesem Falle läßt sich jedoch die Braunkohle, wenn dies überhaupt noch nötig sein sollte, nach folgenden Reaktionen ganz scharf als solche erkennen.

1. Extraktion mit siedendem Benzol; durch dasselbe werden sehr verschiedene Mengen von Bitumen gelöst. Während bei der Steinkohle in der Regel kaum über $\frac{1}{2}$ ‰, sehr selten über 1 ‰ durch diese Behandlung in Lösung gehen, kann die Menge des so extrahierten Bitumens bei gewissen Braunkohlen bis über 30 ‰ und noch mehr betragen. Die Lösungen sind mehr oder minder gelb bis braungelb gefärbt, zeigen entweder gar keine Fluoreszenz oder höchstens eine solche in kaum bemerkbarem Grade, während die Benzol-Steinkohlenextrakte ganz deutlich stets entweder gelbgrün oder rotgrün oder rotblau fluoreszieren. Ich habe dieses Verhalten bei mehreren hundert untersuchten Kohlenarten beider Gruppen beobachten können.

Mit der bei allen bisher untersuchten Steinkohlen zu beobachtenden Fluoreszenz der benzolischen Extrakte stehen die bisher gemachten Mitteilungen über Bestandteile der Steinkohle vollständig in Übereinstimmung. So hat Lissner⁹⁾ aus dem Bitumen von Hangendgesteinen verschiedener Steinkohlen einen Körper erhalten, der nach den von Lissner studierten Reaktionen wahrscheinlich Betamethylantrazen ist. Derselbe Körper, ein Anthrazenderivat, ist auch von mir in den Benzolextrakten der Ostrauer und Rossitzer Steinkohle als sehr wahrscheinlich nachgewiesen worden und endlich haben in jüngster Zeit Amé Pictet und Louis Ramseyer¹⁰⁾ gefunden, daß in den von ihnen untersuchten französischen Steinkohlen Kohlenwasserstoffe der hydroaromatischen

Reihe enthalten sind, die sich durch kochendes Benzol, besser noch durch Destillieren unter vermindertem Druck extrahieren lassen. Von diesen Kohlenwasserstoffen konnte von den Genannten einer in nahezu reinem Zustande isoliert und als ein Hexahydrür des Fluorens charakterisiert werden.

In den Bitumen der Braunkohle, obzwar dieselben viel besser studiert wurden als die der Steinkohle, wurden bisher solche Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe nicht gefunden. Ich habe bei einer größeren Anzahl von Kohlen verschiedener Provenienz, wenn die Benzolextrakte gar nicht fluoreszierten oder mitunter kaum eine wahrnehmbare Fluoreszenz zeigten, auch stets alle anderen Kriterien angetroffen, welche den Braunkohlen zukommen, während wenn die Kohlen in der Benzolextraktion starke Fluoreszenz zeigten, stets auch nachher die anderen für Steinkohlen charakteristischen Eigenschaften konstatiert werden konnten.

2. Das schon lange bekannte und benützte Verhalten gegen kochende Alkalilauge; dieselbe entzieht den Braunkohlen wahrscheinlich eine, durch einen Spaltungsprozeß bewirkte Lösung dunkel gefärbter, als Humus-säure¹¹⁾ betrachteter Substanz, welche sich durch Säuren wie durch Alkalilösungen vollständig in braunen flockigen Niederschlägen ausscheiden läßt. Die Dunkelfärbung der alkalischen heißen Extrakte wird bei Steinkohle fast nie beobachtet, nur einige wenige geben hiebei eine schwach sepiabraune Lösung.

3. Die Produkte der trockenen Destillation sind bekanntlich ebenfalls teils gasförmiger teils teeriger oder wässriger Beschaffenheit. Das Teerwasser reagiert bei Braunkohlen fast stets schwach oder stärker sauer, in manchen Fällen neutral und nur selten schwach alkalisch. Bei den Steinkohlen erhält man jedoch ein wässriges Destillat, welches stets stark ammoniakalisch reagiert und verschiedene Verbindungen des Ammoniaks enthält (Ausgangsmaterial für die Ammoniakgewinnung), sodann einen Teer, welcher vorwiegend Derivate der aromatischen Reihe, Benzol, Naphthalin, Anthrazen enthält (Ausgangsmaterial für die Industrie der Teerfarbenfabrikation usw.). Das dabei entstehende Gas enthält stets gewisse Mengen aromatischer Kohlenwasserstoffe, Benzol, Toluol und Naphthalin in Dampfform. Die teerigen Produkte der trockenen Destillation bei den Braunkohlen sind wesentlich andere; es treten zwar auch sauerstoffreichere Derivate der aromatischen Reihe auf¹²⁾, aber die Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe treten vollständig im Teer zurück,

¹¹⁾ O. Manouschek: Zur Kenntnis der Braunkohle (Braunkohle, 1909, Heft 5). Donath und Ditz, „Österr. Zeitschr. f. B.- u. Hüttenw.“, 1903. S. 310. Donath, Zeitschr. f. angew. Chem. 1903, S. 1491.

¹²⁾ In gewissen Mengen finden sich ja auch in den Braunkohlenteeren Benzol und Phenole und andere Derivate der aromatischen Reihe; allein auch im Holzteer finden sich letztere, da ja das Lignin Körper der aromatischen Gruppe enthält und andererseits enthält ja auch das Holz geringe Mengen von Albumin-substanzen, die das Material zur Bildung von Pyridinbasen und Schwefelverbindungen sind.

⁹⁾ Zur Charakteristik der Hangendgesteine von Braun- und Steinkohlen, „Österr. Zeitschr. f. B.- u. Hüttenw.“, 1910, Nr. 41 bis 46.

¹⁰⁾ Ber. d. D. Chem. Gesell., 1911, 44. Jahrg., S. 2486 bis 2497.

während Kohlenwasserstoffe der aliphatischen Reihe, namentlich Paraffine, vorwiegend sind.

Eine alkalische Reaktion des Teerwassers habe ich bei den vielen von mir untersuchten Braunkohlen nur in zwei Fällen beobachtet; sie kann jedoch auch häufiger auftreten; der Einteilung Erdmanns¹³⁾ entsprechend kann man mit Sicherheit annehmen, daß diese alkalische Reaktion von Einschlüssen tierischer Substanzen in dem ganzen Braunkohlenmaterial herrührt; dieselben scheinen darin nicht gleichmäßig verteilt zu sein. Die alkalische Reaktion der wässerigen Destillationsprodukte für sich allein darf man deshalb durchaus nicht als ein spezifisches Kriterium für Steinkohlen ansehen; sie hindert jedoch andererseits nicht, wenn alle sonstigen den Braunkohlen zukommenden Kriterien zutreffen, diese als solche deutlich zu erkennen.

4. Das Verhalten gegen schmelzendes Ätznatron; dasselbe wurde vor kurzem von mir und Bräunlich¹⁴⁾ eingehender untersucht. Es zeigte sich hierbei, daß Braunkohle durch dasselbe vollständig abgebaut und fast ganz in wasserlösliche Substanzen übergeführt wird, während dies bei der Steinkohle nicht der Fall ist, die unter diesen Umständen größtenteils unverändert bleibt. Allerdings haben wir bis jetzt dieses Verhalten bei einer beschränkten Anzahl von typischen Braunkohlen und Steinkohlen untersucht, zweifeln aber nicht, daß wir durch dasselbe ein allgemein zutreffendes Unterscheidungs-mittel in der Hand haben werden. Bezüglich der näheren Durchführung sei auf unsere angegebene Publikation hingewiesen.

Was endlich 5. die Hygroskopizität der Braunkohle anbelangt, so kann dieselbe als ein allgemeines schärferes Unterscheidungs-mittel nicht angesehen werden. Es gibt allerdings erdige Braunkohlen, die nahezu 60% Feuchtigkeit enthalten können, und die vollständig getrocknet, in einer feuchten Atmosphäre diese Feuchtigkeitsmengen wieder aufnehmen können. Es gibt jedoch andererseits Braunkohlen, wie gewisse Pechkohlen von schwarzer Farbe, mit muscheligen Bruch, welche die Hygroskopizität gar nicht oder in keinem größeren Maßstabe als Steinkohlen zeigen.

Auf weitere, Braun- und Steinkohle hinsichtlich ihres chemischen Verhaltens charakterisierende Eigenschaften haben ich und A. Indra in einer kürzlich der Cöthener „Chemiker-Zeitung“ zum Abdruck übersandten Publikation: „Die Arsakohle vom Carpano in Istrien“ hingewiesen.

Infolge der großen Verschiedenheit, welche nicht bloß in der äußeren Beschaffenheit, sondern auch in dem sonstigen Verhalten und namentlich in der prozentischen Zusammensetzung der Braunkohle besteht, hat man schon mehrfach versucht, gewisse Braunkohlen als edle Braunkohlen, oder Schwarzkohlen zu bezeichnen. Diesbezüglich von großem Interesse ist ein Gutachten über die oberbayrische Pechkohle von kgl.

Oberbergrat und Prof. Dr. Ludwig von Ammon in München (nach freundlichst hergesandtem Separatabdruck)¹⁵⁾ in welchem der Autor im Schlußworte sagt: „Die oberbayrische Pechkohle gehört unzweifelhaft zur Hauptgruppe der Braunkohle; geologisch-petrographisch und chemisch steht dies fest.“ Schließlich macht er den Vorschlag, die oberbayrische Pechkohle, auch edle Braunkohle oder Schwarzkohle genannt, unter Wahrung des zuerst angeführten Namens für die Zwecke des praktischen Lebens, namentlich in wirtschaftlicher und bergwirtschaftlicher Hinsicht mit den übrigen Schwarzkohlen und den Steinkohlen zusammenzuschließen. Ich teile größtenteils die Anschauungen des genannten Autors und möchte diese Art von Braunkohlen und gewisse Pechkohlen direkt als edle Braunkohlen oder als Schwarzkohlen ansprechen, wodurch ihr Unterschied von den anderen Braunkohlen hinreichend gekennzeichnet wäre, die Bezeichnung Steinkohle aber doch nur jenen fossilen Kohlen vorbehalten, welche alle charakteristischen Eigenschaften derselben besitzen.¹⁶⁾

Im vorangegangenen sind die wichtigsten derjenigen Merkmale erörtert, welche zur chemischen Charakterisierung der Braunkohle gehören. Um ein Gestein im gewöhnlichen technischen Sinne jedoch als Braunkohle bezeichnen zu können, müssen auch alle Kriterien zutreffen, welche ich in dieser Richtung für die Steinkohlen aufgestellt habe. Das Gestein muß mit deutlicher Flammenentwicklung brennen und unmittelbar am Rost zum Hausbrand, zur Kesselfeuerung usw. verwendet werden können; die einmal eingeleitete Entzündung muß eine fortschreitende Verbrennung veranlassen. Es muß sich also auch unbedingt direkt als Heizmaterial für Rostfeuerungen verwenden lassen.¹⁷⁾

Ich kann nicht umbin, schließlich, wenn dies auch nicht mit der in Vorliegendem behandelten Frage unmittelbar zusammenhängt, auf die Ursachen der äußeren Beschaffenheit als auch der chemischen Verschiedenheit der verschiedenen Braunkohlen und Steinkohlenarten etwas näher einzugehen. Bei der Steinkohlenbildung ist bereits von mehrfacher Seite ausgesprochen worden, daß die Steinkohle im erweichten Zustande sich befand und deshalb einer Art Druckdestillation (verursacht durch Gebirgsdruck, Verschiebungsreibungen und andere Ursachen) ausgesetzt war. In diesem Sinne sprach sich Petzholdt,¹⁸⁾ dann später ich¹⁹⁾ und in der letzten Zeit Amé Pictet, Louis Ramseyer²⁰⁾ aus, welche letztere sagten, daß ihre Untersuchungen in einem gewissen Einklang mit der diesbezüglich von mir aufgestellten Hypothese stehen. Nachdem viele Braunkohlen nicht nur eine nahezu schwarze Farbe, sondern

¹⁵⁾ Geognostische Jahreshefte, 1909, 22. Jahrg., S. 289.

¹⁶⁾ Siehe Österr. Chem.-Ztg., 1911, S. 305.

¹⁷⁾ Siehe weiteres in dem zitierten Aufsatz in der Österr. Chem.-Ztg., 1911.

¹⁸⁾ A. Petzholdt: Beitrag zur Kenntnis der Steinkohlenbildung, Leipzig 1882.

¹⁹⁾ Donath: Zeitschr. f. angew. Chemie, 19, S. 664.

²⁰⁾ Pictet und Ramseyer, Ber. d. d. chem. Ges., Berlin, 1911, S. 2486.

¹³⁾ Siehe E. Erdmann: Klassifikation der Braunkohlen.

¹⁴⁾ Donath und Bräunlich, Chem.-Ztg., 1912, S. 373.

vollständigen muscheligen Bruch und Glasglanz besitzen, welche letztere Eigenschaft, wie Petzholdt richtig bemerkt, nur flüssigweich gewesenen Substanzen nach ihrem Erstarren zukommt, so kann bei Braunkohlen welche diese Eigenschaften zeigen, ebenfalls ein solches Erweichtsein, hervorgerufen durch eine Art Druckdestillation, bzw. Kontaktmetamorphose usw. angenommen werden. Bei den anderen Arten von Braunkohlen, beim Lignit und bei der erdigen Braunkohle sind diese Veränderungen nicht erfolgt.

Wir wissen andererseits, daß aus der Steinkohle nicht nur bei der trockenen Destillation vorwiegend Körper der aromatischen Reihe entstehen, sondern daß solche auch bereits in der Steinkohle gebildet vorhanden sind. Aus der Zellulose des Steinkohlenmaterials stammen diese Körper voraussichtlich nicht. Die Produkte der trockenen Destillation reiner Zellulose sind zum Teil erst in der letzten Zeit eingehender untersucht worden; und zwar von E. Erdmann und C. Schäfer²¹⁾; dieselben gingen vom Filtrierpapier aus; im Schwelwasser wurde von ihnen gefunden: Formaldehyd, Furfurol, Maltol, Oxymethylfurfurol, Valerolakton; der Teer wurde nicht weiter untersucht. Aus der Untersuchung des Holzteers, sowie des Braunkohlenteers ist es bekannt, daß vorwiegend sauerstoffhaltige Derivate der aromatischen Reihe entstehen, während die Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe, namentlich die mehrringigen, entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Mengen in diesen Teeren enthalten sind.

Das Holz enthält vorwiegend Zellulose und Lignin (abgesehen von sehr geringen Mengen stickstoffhaltiger Bestandteile), die Braunkohle enthält die Abbauprodukte von Zellulose und Lignin (selbstverständlich immer gewisse Mengen von stickstoffhaltigen Bestandteilen). Wenn also bloß bei der Steinkohle durch trockene Destillation auch ohne sekundäre pyrogene Reaktionen neben Ammo-

²¹⁾ Ber. d. Deutsch. chem. Gesellsch., 1910, Bd. II, S. 2398.

niak und Ammoniakverbindungen organische Basen sowie Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe vorwiegend entstehen, so kann diese ihre Entstehung nicht von Abbauprodukten der Zellulose und des Lignins, die ja auch in den Braunkohlen enthalten sind, herrühren, sondern nur von der trockenen Destillation anderer Körper, die im allgemeinen nur in den Steinkohlen in weitaus größerer Menge vorhanden sind; dies wären die stickstoffhaltigen Bestandteile aus den Proteinstoffen tierischer Abstammung.

Die Produkte der trockenen Destillation der Eiweißstoffe sind zwar noch nicht sehr eingehend untersucht, doch ist es aus den bisherigen Untersuchungen ersichtlich, daß sie vorwiegend zyklischen Verbindungen angehören. Es ist also ein gewissermaßen sich aufdrängender Schluß, daß abgesehen von sekundären pyrochemischen Reaktionen bei der trockenen Destillation der Steinkohle, die vorzugsweise Zugehörigkeit der Produkte derselben zur aromatischen Reihe begründet sei durch die Gegenwart größerer Mengen stickstoffhaltiger Substanzen proteinartigen Charakters. Man kann annehmen, daß die Abbauprodukte (Kohlungsprodukte) der Zellulose, die in den Steinkohlen vorhanden und bedeutend sauerstoffärmer sind, mit den Abbauprodukten der Eiweißstoffe, die ebenfalls schon bedeutend weniger Sauerstoff enthalten, bei gleichzeitiger trockener Destillation die Bildung der aromatischen Kohlenwasserstoffe im Steinkohlenteer veranlassen. Ich kann also nicht umhin, zum Schlusse die Vermutung auszusprechen, daß wenn man Zellulose in einem gewissen Verkohlungsgrade mit entsprechenden Mengen von Proteinsubstanzen, ebenfalls in einem bestimmten Verkohlungsgrade mischen und das Gemisch der trockenen Destillation unterwerfen würde, man Destillationsprodukte bekäme, welche hinsichtlich ihrer Zusammensetzung sich dem Steinkohlenteer sehr nähern würden. Es wäre also die Möglichkeit gegeben, solche Gemische in bestimmten Verkohlungsgraden zur Erzeugung steinkohlenteerartiger Produkte durch trockene Destillation verwenden zu können.

Zur Kenntnis der Arsenerzlagerstätten Bosniens.

Von Dr. Friedrich Katzer.

(Schluß von S. 270.)

Die Arsenerze sind an die Kontaktzone des Porphyres gebunden. Sie treten 5 km nordöstlich von Kreševo an drei voneinander kaum 1 km entfernten Stellen auf: im Hrmzatala, im Banjakwalde und im Einschnitt des Gača potok bei Crkvenjak, welche alle drei Fundorte am südlichen Rande des Porphyregusses auf einer fast ostwestlichen Linie liegen. Im Hrmzatala (vgl. Fig. 1) steht der Porphyr teils mit Verrucano und Quarzsandstein, teils mit Schiefen, bei Crkvenjak, besonders in dem vom Gača-Bache durchzogenen Gelände, hauptsächlich mit Werfener Schichten, Sandsteinen und Schiefen im Kontakt, ohne daß die Verschiedenheit der Sedimente einen bemerkbaren Einfluß auf die Art des Auftretens

der Arsenerze ausüben würde. Immer — und das ist wichtig — wird nicht nur das metamorphosierte Sedimentgestein, sondern vorwiegend der in Sericitschiefer umgewandelte Porphyr vom Arsenerz auf Gängen und Adern durchschwärmt. Schon hieraus geht hervor, daß die Arsenerzbildung keine unmittelbare Begleiterscheinung des Porphyregusses sein kann, sondern daß sie jünger ist.

Das Arsenerz ist teils Realgar, teils Auripigment, von welchen bald das eine, bald das andere vorherrscht, ohne daß sich in den bisherigen Aufschlüssen eine bestimmte Ursache dafür feststellen ließe, ebensowenig als man einen Anhalt dafür gewinnen kann, daß etwa das eine Erz aus dem anderen hervorgegangen wäre.