

# Berg- und Hüttenwesen.

Redaction:

Hans Höfer,

o. ö. Professor der k. k. Bergakademie in Leoben.

C. v. Ernst,

k. k. Oberbergrath und Commercialrath in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Dr. Moriz Caspaar, Oberingenieur der österr.-alpinen Montan-Gesellschaft in Wien, Eduard Donath, Professor an der technischen Hochschule in Brünn, Willibald Foltz, Vice-Director der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direction in Wien, Karl Habermann, d. Z. Rector der Bergakademie Leoben, Julius Ritter von Hauer, k. k. Hofrath und Bergakademie-Professor i. R. in Leoben, Hanns Freiherrn von Jüptner, Chef-Chemiker der österr.-alpinen Montan-Gesellschaft in Donawitz, Adalbert Kás, k. k. o. ö. Professor der Bergakademie in Příbram, Franz Kupelwieser, k. k. Hofrath und Bergakademie-Professor i. R. in Leoben, Jonann Mayer, k. k. Bergrath und Central-Inspector der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Franz Poech, Oberbergrath, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien, Friedrich Toldt, Hüttdirector in Riga, und Friedrich Zechner, k. k. Ministerialrath im Ackerbauministerium.

Verlag der Manz'schen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. Pränumerationspreis jährlich mit franco Postversendung für Oesterreich-Ungarn 24 K ö. W., halbjährig 12 K, für Deutschland 24 Mark, resp. 12 Mark. — Reclamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Die Wärmeverhältnisse im Kohle führenden Gebirge. — Der auswärtige Handel des österreichisch-ungarischen Zollgebietes in Waaren der Montanindustrie im Jahre 1900. (Schluss.) — Oesterreichisch-alpine Montangesellschaft. — Brüxer Kohlenbergbau-Gesellschaft. — Nordböhmisches Kohlenwerks-Gesellschaft. — Notizen. — Literatur. — Amtliches. — Ankündigungen.

## Die Wärmeverhältnisse im Kohle führenden Gebirge.\*)

Von Prof. H. Höfer.

Zur Zeit, als die Erhebungen über die wiederholten Teplitzer Thermen-Katastrophen gepflogen wurden, rief die Thatsache, dass man in den Brucher Schächten, welche von Teplitz 13 km nach SW. liegen, in 350 m Tiefe im Braunkohlen-Flütze ein 32° C warmes Wasser erschrotten hat<sup>1)</sup>, arge Besorgnisse hervor, die dadurch noch erhöht wurden, dass einer der Geologen diese Erscheinung durch die Annahme einer unter dem Kohlenflütze durchstreichenden Thermalspalte erklärte. Es schien deshalb das Bestreben der Vertreter der Heilquellen, das Schutzgebiet derselben bis über die Brucher Schächte auszudehnen, gerechtfertigt. Damit wäre das ganze Dux-Ossegger Becken mit seinen vorzüglichen Kohlenmarken brach gelegt worden, und es wäre ein ganz immenser volkswirtschaftlicher Verlust davon die Folge gewesen. Ich will hier nicht die übrigen Schwierigkeiten, die bei der Begrenzung dieses Schutzfeldes aufgetaucht sind, besprechen, da dies bereits in meinem erwähnten Gutachten geschah, sondern bloß, und zwar mit Genugthuung, feststellen, dass mittlerweile die Auffahrungen im Brucher Flütze eine ganz bedeutende Ausdehnung gewonnen, ohne dass man eine

Thermalspalte angefahren hätte. Das Flötz selbst besitzt eine große Wärme, weshalb der Betrieb darin eine besondere Umsicht erheischt.

Berechnet man für die Brucher Schächte unter Zugrundelegung der Temperatur des Tages mit 12,5° C und des Flötzwassers mit 32° C jene Tiefe, bei welcher die Temperatur um 1° C zunimmt, die sogenannte geothermische Tiefenstufe, so ergibt sich dieselbe mit 16,8 m, also nur der Hälfte des Normalwerthes, wie derselbe aus mehreren Tiefbohrungen und auch anderen Messungen abgeleitet wurde.

Als ich die Ehre hatte, in der hochwichtigen Teplitz-Duxer Wasserfrage als Sachverständiger mitzuwirken, musste ich mich mit den früher erwähnten bedenklichen Wärmeverhältnissen der Brucher Schächte eingehender beschäftigen und mir über die Wärmequelle volle Klarheit schaffen, da ja hiemit die Frage der Schutzmaßnahmen, ja der ganzen Sanirung innigst zusammenhing.

Nach eingehendem Studium kam ich zu dem Ergebniss, dass die hohe Temperatur des Flötzes dessen Eigenwärme sei und nicht von einem aufsteigenden Thermalwasser herrühre. Ich habe dies einerseits damit begründet, dass ich darauf verwies, dass die in die Döllinger- und Victoria-Grube eingebrochenen Inundationswasser nur 17° R = 21° C Temperatur besaßen, somit das Flötz nicht auf 32° C erwärmen können, andererseits auch damit bewiesen, dass

\*) Vortrag, gehalten in der Fachgruppe für Berg- und Hüttenwesen des Oesterr. Ing. u. Arch.-Vereines in Wien am 28. Februar 1901.

<sup>1)</sup> H. Höfer, Gutachten über die Hintanhaltung von Thermenkatastrophen in Teplitz und Schönau. Als Manuscript gedruckt 1894.

ich an einer Reihe von Beobachtungen über die Temperatur der Kohlenflötze, insbesondere jener der Braunkohle, nachwies, dass diesen fast durchwegs eine ungewöhnlich niedrige Tiefenstufe entspricht, die sich überdies auch bei verschiedenen Bitumenvorkommen wieder findet.

Diese Frage, deren große Tragweite schon durch ihre Bedeutung in der Sicherung der Teplitzer Thermen angedeutet ist, habe ich weiter verfolgt und freue mich, dass ich hiebei meine Anschauungen bestätigen konnte.

Es ist jetzt eine widerspruchslose Theorie, dass die in Flötzen vorkommende Kohle umgewandelte Pflanzensubstanz, also Cellulose ist. Die hiefür gegebenen Beweise haben seit Jahren diese Theorie fast zur Thatsache erhoben.

Dass sich die Cellulose in Torf, Braunkohle und durch die Schwarzkohle in Anthracit umwandle, erkannte bereits 1778 Baron Beroldingen, der Domherr von Hildesheim.

Und nun wird diese Metamorphose und ihr Verlauf ebenso wie der pflanzliche Ursprung der Kohlen allgemein als eine Wahrheit hingenommen.

Jene Umwandlung heißen wir den Kohlungsprocess, von welchem wir wissen, dass er durch die Gegenwart von Wasser und Wärme befördert wird. Wir wissen ferner, dass bei diesem Prozesse die drei wesentlichen Bestandtheile der Kohle (d. s. C, H und O)  $H_2O$ ,  $CO_2$  und  $CH_4$  ausscheiden, wobei infolge stärkeren Austrittes von O und H eine relative Anreicherung von C stattfindet, was wir die Kohlung nennen. Die ausgeschiedenen Gase, beziehungsweise Dämpfe, finden wir in der Grubenluft. Es scheint ferner sicher zu sein, dass in dem ersten Stadium der Celluloseumwandlung mehr  $CO_2$  als  $CH_4$  austritt, und dass letzterer Gehalt im Verlaufe des Processes allmählich relativ zunimmt, wie dies aus den Analysen der frisch austretenden Gase gefolgert werden kann.

Die thermischen Vorgänge, welche bei dem Kohlungsprocess auftreten, wurden meines Wissens bisher nicht weiter verfolgt. Sie wurden jedoch für mich von dem Momente ab sehr wichtig, als ich die Ueberzeugung gewann, dass die hohen Temperaturen in dem Brucher Flötze durch den Kohlungsprocess bedingt seien und ich damit einer für die Praxis hochwichtigen und für die Theorie sehr interessanten Frage gegenüberstand.

Es ist sofort einleuchtend, dass bei der Bildung der  $CO_2$  im Flötze Wärme frei werden müsse, da ja alle unsere Verbrennungsprocessse auf der Umwandlung des C in  $CO_2$  beruhen. Ferner ist es, wenn auch nicht so allgemein bekannt, dass bei der Bildung von  $CH_4$  aus seinen Elementen größere Wärmemengen frei werden. Daraus schloss ich, dass der Kohlungsprocess eine bedeutende Wärmequelle sein müsse; es handelte sich mir nun weiters darum, diese Wärmemenge in Zahlen ausgedrückt zu wissen, weshalb ich diese interessante und praktisch wichtige Frage speciellen Fachmännern, und zwar den Herren Director F. Toldt, (Chefchemiker

II. Baron v. Jüptner und Prof. Dr. Ferd. Fischer in Göttingen vorlegte.

Zu meiner größten Genugthuung und Freude bestätigten diese Herren die Richtigkeit meiner Theorie. Es ist dies umso interessanter und wichtiger, als jeder dieser drei Forscher einen andern Weg ging, der jedoch immer zu demselben Ergebniss führte: „Durch den Kohlungsprocess werden ganz bedeutende Wärmemengen frei.“

Die gefundenen Zahlenwerthe weichen jedoch von einander nicht unwesentlich ab, da einerseits jeder der drei genannten Herren andere Kohlen als quasi Normaltypen in Betracht zog, und da andererseits bei der Berechnung der einzelnen Kohlungsstadien nicht mit voller Sicherheit angegeben werden kann, welche Gase und in welcher Menge diese hiebei abgeschieden werden. Wollte man demnach übereinstimmendere Werthe erzielen, so müssten systematische Analysen der verschiedenen Kohlen und der sie begleitenden Gase vorgenommen, gleichsam ein natürlich zusammenhängendes Beispiel aus der Praxis durchgeführt werden, eine Arbeit, die der Wichtigkeit der in Rede stehenden Frage werth wäre.

Zwei der eingeholten Gutachten veröffentliche ich anhangsweise.

Prof. Dr. F. Fischer hat die von mir angeregte Frage bereits öffentlich<sup>2)</sup> besprochen; er kommt am Schlusse seiner Studie zu dem Resultate, „dass die Methanbildung in den Kohlengruben immer mit Wärmeentwicklung verbunden ist, und dass hiedurch die Wärmezunahme in den Kohlenschichten zu erklären ist“.

Sehr interessant sind die Rechnungsergebnisse des Directors Herrn Fritz Toldt: Sie sagen, dass bei der Bildung von 1 kg Braunkohle aus Holz 4048 Cal., von 1 kg Schwarzkohle aus Braunkohle jedoch 1407 Cal. frei werden. Seine Rechnungen lehren auch, dass bei der ersteren Umwandlung 46,4 Vol. %  $CH_4$  und 52,4 Vol. %  $CO_2$ , bei der letzteren jedoch 71,2, beziehungsweise 26,3 Vol. % frei werden, womit die bisher bekannt gewordenen Kohlengasanalysen im ganzen Großen übereinstimmen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf eine mir von Berginspector Herrn A. Padour zugekommene Mittheilung, nach welcher im Plutoschacht bei Bruch die aus dem Flötze stammenden Gase eines zum Theil noch unverritzten Kohlenfeldes 6,8  $m^3$   $CH_4$  und 5,7  $m^3$   $CO_2$  in der Tonne geförderter Kohle enthielten; die nicht bedeutende Differenz mit Toldt's Zahlen ist damit befriedigend erklärt, dass es sich hier um die weitere Umwandlung der Braunkohle, die sich von der Zusammensetzung des Holzes schon bedeutend entfernte, handelt.

Dass bei dem Kohlungsprocess in Braunkohle etwa dreimal mehr Calorien frei werden als bei dem Fortschreiten der Umwandlung in Steinkohle, ist insofern interessant und wichtig, als daraus bewiesen wird, dass der Process nicht gleichförmig fortschreitet, sondern in irgend einer Phase ein Maximum der Wärmeentwicklung haben muss. In diesem Zustand, oder diesem nahe,

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. angew. Chemie, 1898. Heft 14.

scheint sich die Braunkohle in der Brucher Gegend zu befinden.

Berücksichtigt man überdies noch, dass die Zeit von der Gegenwart bis zum Oligocän, bis wohin sich die Braunkohlen vorwiegend finden, gewiss viel kleiner ist, als die Zeit, welche das Oligocän vom Carbon trennt, so ergibt sich für das Braunkohlenstadium für die Zeiteinheit eine unvergleichlich größere Wärmemenge als für das Schwarzkohlenstadium.

Die geothermischen Thatsachen bestätigen die chemisch-rechnerischen Ergebnisse vollständig, da die Abnormitäten in der Tiefenstufe sich nicht so sehr in den Schwarz-, als in den Braunkohlenbecken vorfinden.

Man könnte die Beobachtungen in den Brucher Schächten immerhin als eine vereinzelte Erscheinung betrachten, die zwar auch ihre Erklärung fordert, aber nicht zu weitergehenden Schlussfolgerungen berechtigen würde. Ich habe deshalb in dieser Gegend andere Beobachtungsdaten von Bohrlöchern und Schächten gesammelt und sie in meinem Gutachten über die Hintanhaltung von Thermenkatastrophen in Teplitz-Schönau (S. 41—43) zusammengestellt. Da ergab sich mit Bezug auf die Temperatur der erschrotenen Wasser, dass in den Bohrlöchern Nr. VIII und IX auf den Nelsonschächten und im Giselaschachte, welche den unter dem Flötze liegenden Sandstein anführen, die Tiefenstufe 11,7, beziehungsweise 12,7 und 12,0 ist, während sie sich in dem bis in das Grundgebirge oder nahe bis zu demselben (Gneis?) vorgedrungenen Fortschrittschachte mit 16,3 *m* berechnete. Diese auf den östlichen Theil des Ossegger Beckens bezüglichen Werthe lehnen nicht nur die Uebereinstimmung mit den Erfahrungen in den Brucher Schächten, die ungewöhnlich kleine Tiefenstufe, sondern sie zeigen auch, dass im Fortschrittschachte zwischen dem Grundgebirge und dem Tage ein Wärmespeicher eingeschaltet sein muss, womit die Zunahme der Größe der Tiefenstufe bei der Annäherung zum Grundgebirge erklärt wird.

Seit der Abgabe meines Gutachtens erhielt ich durch die Güte des Herrn k. k. Oberbergrathes Dr. Gattnar hochwerthvolle Messungen, welche beim Teufen der Alexanderschächte bei Ossegg durch Herrn Director Woschachlik mittels 1,5 *m* langer Stangen thermometer sorgfältigst durchgeführt wurden.<sup>3)</sup> Er fand

Teufe <i>m</i>	Temperatur C°
100	15°
200	20°
300	25°
332	31—31,2° Kohle,

Letten (weicher Schieferthon)

bei einer Wassertemperatur im Flötze von 29,8—30° C.

Während bis 300 *m* die Temperatur ganz regelmäßig für 100 *m* Teufe um 5° C, also für 20 *m* (Tiefenstufe) um 1° C zunimmt, so steigt die Temperatur mit der Annäherung zum Flötze rapid, innerhalb 32 *m* um 6,1° C, woraus für dieses unterste Schachtstück die

<sup>3)</sup> Dieselben sind auch in den Berichten der k. k. Bergbehörden 1892, S. 76 veröffentlicht.

Tiefenstufe sich mit 5,2 *m* ergibt, d. i. der kleinste Werth, der überhaupt bisher bekannt wurde.

Sollte noch ein Zweifel bestanden haben, dass ein Kohlenflötz eine ausgiebige Wärmequelle ist, so muss derselbe vor den soeben mitgetheilten Thatsachen gänzlich schwinden, umso mehr als jetzt in den Alexander-, wie auch in den Brucher Schächten das Flötz nach allen Richtungen durchfahren wurde, ohne dass man auf eine Thermalspalte oder damit verwandte Erscheinungen stieß. Hingegen zeigt in der Alexandergrube das Kohlenflötz fast durchwegs 31,5° C beim frischen Auffahren.

Würde man die geothermische Tiefenstufe für die Alexanderschächte von 30 *m* Tiefe (normale Schicht<sup>4)</sup> ab bis zum Füllorte, also im großen Durchschnitt rechnen, so würde sie sich mit 302 : 19,6 *m* = 15,4 *m*, also noch um 1,4 *m* geringer ergeben, als für den Wasseraufschluss in den Brucher Schächten.

Es geht aus den genannten Beobachtungen in voller Uebereinstimmung mit den Rechnungen der Chemie hervor, dass thatsächlich das Kohlenflötz in der Umgebung von Dux, Ossegg und Brüx eine reichliche Wärmequelle ist, in welcher vorwiegend durch den Kohlungsprocess Temperaturen bis zu 32° C erzeugt und die Tiefenstufen bei der Annäherung zum Flötze bis auf 5,2 *m* herabgedrückt werden.

In neuester Zeit wurde das Ossegger Flötz auch in einem Luftschachte im Walde westlich von Ossegg in 444 *m* angeteuft und in demselben bei 453 *m* Tiefe eine Flötztemperatur von 30,42° und bei 463 *m* von 31,5° C gemessen. Es ist doch in hohem Maße bezeichnend, dass im Brucher- (350 *m*), Alexander- (332 *m*) und im Luftschachte (463 *m* tief) trotz der verschiedenen Tiefen die Flötztemperatur stets mit 31,5° C gefunden wurde, was sich am ungezwungensten damit erklärt, dass man in dem überall gleichmäßig vor sich gehenden Kohlungsprocess die Wärmequelle erkennt.

Derartige Erscheinungen finden sich jedoch nicht nur in dem besprochenen Kohlengebiete, sondern sind bei Braunkohlen und bituminösen Schichten häufiger, als man bisher glaubte. Ich will nur einige wenige Fälle aus der Literatur herausgreifen, in welcher jedoch der Grund der niederen Tiefenstufe stets irgendwo anders gesucht wurde, als in der Kohle oder dem Bitumen.

Bisher galt als der niederste Tiefenstufenwerth jener in der Braunkohlengrube am Fuße des Monte Massi in den Maremmen. Leopold Pilla berichtete 1843<sup>5)</sup> an Ellice de Beaumont, dass er in 116 *m* Tiefe in einer kurzen Strecke erdiger Kohle 25°, und Bunsen in 348 *m* im Hauptflötze 41,7° maß. Die durchteuften Schichten waren Thone und feste Arkose. Pilla nimmt die Mitteltemperatur des Tages mit 16° an. Legt man hier die normale Schicht in 25 *m*, so findet man die Tiefenstufe

<sup>4)</sup> Es ist mir bekannt, dass in neuester Zeit einige Physiker die Tiefenstufe vom Tage ab berechnen.

<sup>5)</sup> Comptes rendus de l'Academie de sciences 1843, S. 1319.

für 116 *m* mit  $91:9 = 10,9$  *m* und für 348 *m* mit  $323:25,7 = 12,5$  *m*, also ebenfalls ganz ungewöhnlich nieder.

Pilla sagt ausdrücklich, dass die hohe Temperatur nicht der Effect plutonischer Erscheinungen ist (S. 1326), und auch nicht die Folge von Thermen (S. 1324), trotzdem wurden später in der compilatorischen Literatur diese beiden Factoren zur Erklärung ganz unbegründet herangezogen, — Schablonenarbeit.

Eine andere in der Literatur längst bekannte ungewöhnlich niedere Tiefenstufe fand Graf M a n d e l s l o h im Bohrloche von Neuffen (Württemberg), ohne hiefür eine Erklärung zu geben. Der Geheime Bergrath D u n c k e r<sup>6)</sup> rechnet diese Messungen zu den sichersten, da das Bohrloch mit Schlamm gefüllt und dadurch eine Wassercirculation verhindert war.

Das Bohrloch bei Neuffen durchteufte die bituminösen Schiefer des oberen Lias, die mit Kalkbänken wechsellagerten. Die Temperatur nimmt vom Tage bis zum unteren Ende (1180 württ. Fuß = 337,5 *m*)<sup>7)</sup> fast ganz gleichförmig mit einer Tiefenstufe von 11,1 *m* zu, was auch in Uebereinstimmung steht mit der gleichförmigen Vertheilung des bituminösen Schiefers, der Wärmequelle.

Prof. Branco<sup>8)</sup> erklärte jüngst diese geringe Tiefenstufe durch die Annahme, dass dort in der Tiefe eine nicht bis zutage reichende vulcanische Eruption (Laccolith) in jüngerer Zeit erfolgte, ohne hiefür einen Beweis zu erbringen. In derselben Abhandlung werden auch die Bemerkungen Prof. S. Schmidt's über diese Messungen veröffentlicht, welche sagen: „Aus der localen Verminderung des Betrages der Tiefenstufe, also z. B. aus deren Verminderung auf den dritten Theil im Bohrloch von Neuffen, werden wir wohl den Schluss ziehen dürfen, dass unterhalb dieses Gebietes großer Temperaturzunahmen ein mächtiges Gebiet kleiner Temperaturzunahmen, vielleicht großer Wärmeleitfähigkeit und deshalb großer Tiefenstufe folge.“ Dies scheint mir geradezu im Widerspruche mit Branco's Hypothese zu sein.

Kehren wir in das nordwestböhmisches Braunkohlengebiet zurück.

Jener bedauerliche Conflict zwischen dem nordwestböhmischem Braunkohlenbergbau und den Thermalquellen, der sich in Teplitz abspielte, schien auch Karlsbad bevorzuzustehen. Mit Rücksicht auf die eminente Bedeutung des dortigen Sprudelsystems, für welches Oesterreich der ganzen Welt verantwortlich ist, erforderte dieser Fall die peinlichste Sorgfalt und die größte Gewissenhaftigkeit. Dies rechtfertigt auch im vollsten Maße den Vorgang, den das k. k. Revierbergamt in Falkenau bei den ersten Anzeichen der Möglichkeit einer Gefährdung des Karlsbader Sprudelsystems einschlug. Es ist selbstver-

ständlich, dass der zu besprechende Vorfall nicht früher öffentlich erläutert werden konnte, so lange über ihn nicht volle Klarheit herrschte. Nachdem dies nun zur vollsten Beruhigung Karlsbads und der dort Heilung Suchenden eintrat, so möge diese hochinteressante Episode hier erörtert werden.

Im Marienschachte II der Britannia-Gewerkschaft etwa 3 *km* nordwestlich von Falkenau und 16 *km* westlich von Karlsbad gelegen, wurde von 86 *m* Tiefe ab das obere sogenannte Lignitflötz mit 25 *m* Mächtigkeit durchteuft und der Schacht im vollen Querschnitte bis auf 170 *m* Gesammtteufe gebracht. Vom Sumpfe desselben wurde im Sommer 1898 ein Bohrloch abgestoßen, das nach 12 *m* das werthvolle Liegend- oder Josefiflötz anfuhr und dieses 3 *m* mächtig constatirte. Die durchsunkenen Schichten waren: im Hangenden des Lignitflötzes der Cyprisschieferthon, im Liegenden Schieferthon, der nahe dem Josefiflöze bunt gefärbt ist (Basaltuff). Das Bohrloch erschroth mit dem Flöze auch Warmwasser von 30,8° C und einer Ergiebigkeit von anfangs (Juli 1898) 100 *l*, die jedoch bis zum 16. September bis auf 864 *l* und bis zum 8. November 1898 bis auf 1052 *l* pro Minute stieg. Das k. k. Revieramt stellte in vollends gerechtfertigter Obsorge um Karlsbad das Weiterteufen des Schachtes ein und berief eine Commission zur Begutachtung dieses Falles, welche aus folgenden Herren bestand: Als bergmännische Sachverständige den bergbehördlich autorisirten Bergingenieuren J. Pollak und W. Urban, als geologische Sachverständige den Professoren Dr. Laube, Dr. Uhlig und mir. Die k. k. Bezirkshauptmannschaft hatte Herrn A. Rosiwal, Sectionsgeologen der k. k. geologischen Reichsanstalt, und die Stadt Karlsbad ihren ständigen Geologen Ingenieur J. K n e t t, nebst Technikern als Beiräthe, entsendet.

Die gesammte Commission einschließlich der Bergwerksbesitzer war sofort darin einig, dass unter allen Umständen die Karlsbader Thermen vollständig intact bleiben müssen.

Doch während die Vertreter Karlsbads anfänglich gegen jedes Weiterteufen entschieden protestirten und Herr Rosiwal den Zusammenhang des erschrotenen Warmwassers mit Karlsbad insbesondere auf Grund vorläufiger Analysen als erwiesen ansah, welche chemischen Untersuchungen sich jedoch im Laufe der Commission als unbrauchbar herausstellten, so hatten wir officiellen Sachverständigen andererseits auch zu berücksichtigen, dass die riesigen noch ungehobenen Kohlenflöze, die zwischen Karlsbad und Falkenau unterhalb des Niveaus des Sprudelmundes liegen und Milliarden von Kronen repräsentiren, nur dann geopfert werden dürfen, wenn es der Schutz der Karlsbader Thermen erheische, d. h. wenn zwischen diesen und dem Warmwasser des Marienschachtes ein Zusammenhang besteht.

So verlockend es für mich auch ist, weitere Details dieser hochinteressanten und an Aufregung nicht freien Commission zu besprechen, so will ich dennoch bei dem mir gestellten Thema verbleiben.

<sup>6)</sup> Ueber die Wärme im Innern der Erde.

<sup>7)</sup> 1 *m* = 3,491 württ. Fuß.

<sup>8)</sup> „Jahreshefte des Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg“ 1897, S. 28.

Es war mir aus den früher mitgetheilten Erfahrungen bekannt, dass man in dem Kohlenflötz der Ossegger Gegend 32gradiges Wasser anfuhr, das der Temperatur der Kohle entsprach, die im ganzen Baue gleich hoch war; deshalb konnte die Wärme nicht einen Herd, zum Beispiele eine mit Thermalwasser erfüllte Spalte im Flötzliegenden haben, sondern die Wärmequelle musste das Kohlenflötz selbst sein. Aus diesen Gründen fasste ich in Uebereinstimmung mit den übrigen Sachverständigen die Marienschächter Frage dahin auf: Wurde Flötzwasser oder Karlsbader Thermalwasser erhohrt?

500 m westlich vom Marienschachte liegt der Luftschacht des Bernhard-Schachtes, in welchem beim Anbauen des Liegendflötzes im August 1876 ebenfalls Warmwasser von 26,2° C erschlossen wurde. Die Commission ließ ferner 700 m nordöstlich vom erstgenannten Schachte ein Bohrloch bis in das Liegendflötz abteufen, das in 21 m Tiefe in einem Mergelkalk das 1. Wasser mit 11° C, in 138,4 m das Liegendflötz erhohrte, das eine Temperatur von 22—23° C hatte, und nach Durchsickern grauer Letten, in welchen bei 174 m Gesamttiefe das 2. Wasser erhohrt wurde, in 203,95 m Tiefe das Josefflötz antraf; in 213,3 m Tiefe wurde die Bohrung eingestellt, woselbst das Wasser mit 34,6° C bei +4,75° Lufttemperatur befunden wurde.

Nachdem in allen 3 Punkten Wasser von höherer Temperatur im Flötze erschlossen war, so wäre es doch ein eigenthümlicher Zufall gewesen, wenn alle diese Punkte, welche nicht in einer Geraden liegen, Thermalspalten angefahren hätten. Dies bestärkte mich in meiner, aus früher mitgetheilten Erfahrungen abgeleiteten Auffassung, dass im Marienschachte II Flötzwasser und nicht Thermalwasser fließe.

Es wurde der Commission bekannt, dass in dem 3,8 km ONO vom Marienschachte II entfernten Unionschacht I der Dux-Bodenbacher Eisenbahn-Gesellschaft ebenfalls höhere Temperaturen vorhanden seien, weshalb er von der Commission befahren wurde. Hierbei konnten Grubenwasser bis zu 28,8° C und Grubenwetter bis zu 31,8° C gemessen werden; ferner wurden zwei Granitrücken, über welche sich das Flötz hinanzieht, durchfahren, und konnte in diesen trotz allen Suchens keine Spur einer Thermalpalte aufgefunden werden.

Das Grubenfeld des Unionschachtes I, zwischen den Marienschächten und Karlsbad gelegen, war damals schon fast gänzlich verhaut, und nirgends zeigte sich, trotzdem Verwerfungen durchörtert wurden, ein aufsteigendes Thermalwasser; die Wasser kamen aus dem Flötze oder aus dem Hangenden. In dem östlicher liegenden Helenschacht sind die Temperaturen geringer, doch wurde auch hier Wasser von 22,5° C bei 21,8° C Wettertemperatur vorgefunden. Ich war mir nun vollends klar, dass

auch in der Gegend von Falkenau, wie von Ossegg, die Kohle des Liegendflötzes in jenem Umwandlungsstadium sich befindet, in welchem die größte Wärme erzeugt wird, dass also im Marienschachte II Flötzwasser erhohrt wurde, und sein Weiterteufen für die Karlsbader Thermen keine Gefahr bringen könne. Beachtenswerther Weise ist hier wie dort die Temperatur des Flötzes, beziehungsweise des Wassers in ihm, die gleiche, nämlich circa 31—32° C, obzwar der Marienschacht nur 182 m tief ist.

In diesem Schlusse befand ich mich erfreulicher Weise in Uebereinstimmung mit mehreren officiellen Sachverständigen. Trotz dieser festen Ueberzeugung wurden, in dem Bewusstsein der großen Verantwortung, auch noch vollkommen ausreichende Schutzmaßregeln beim Weiter-teufen getroffen, falls wider alles Erwarten das Anbauen des Liegendflötzes sich in den Karlsbader Thermen spiegeln würde.

Das Weiterteufen des Marienschachtes II wurde behördlich gestattet.

Das Flötz ist nun bis in den liegenden Altsatteler oligocänen Sandstein, der auch die bekannten Blätterabdrücke führt, durchteuft. Der Schachtsumpf liegt 185,55 m unter dem Tagkranze.

„Die Warmwasserzuflüsse stammen aus dem Flötze, das Liegend und der Verwurf — eine in der Liegendpartie des Flötzes auftretende Ueberschiebung mit 0,3 m Sprunghöhe — sind trocken“, sagt der Befund des k. k. Revierbergamtes in Falkenau, ferner: „Die Temperatur des Wassers beträgt von 32,0° (nördlicher Stoß) bis 30,2° C, ein schwacher Zufluss nahe der Sohle zeigt 28,8°.“

Im Verlaufe der Commission wurde von geologischer Seite wiederholt darauf hingewiesen, dass der Liegendsandstein zur Wasseraufnahme besonders geeignet ist, und dass sich an der Südgrenze der Karlsbad-Elbogen-Falkenauer-Tertiärmulde ein Spaltensystem hinziehe, welches mit jenem der Karlsbader Thermen im Zusammenhange sein könne. Es würde dann das Thermalwasser in dem südlich vom Marienschachte ausbeißenden Sandstein eindringen und so zum Liegendflötze gelangen. Der Befund im Schachte hat das Irrige dieser Hypothese und das Gegentheil dieser Voraussetzung ergeben, denn der Sandstein ist trocken, und das wärmste Wasser tritt nicht am Süd-, sondern am Nordstoß auf, das kälteste Wasser ist in der Unterbank des Flötzes.

Damit ist eine hochwichtige Frage zur Entscheidung gelangt; denn Karlsbad kann bezüglich des Marienschachtes der Britannia-Gewerkschaft beruhigt der Zukunft entgegensehen, und unserem Oesterreich werden Milliarden Metercentner sehr guter, gasreicher Kohle gerettet, welche vielen Menschen durch Jahrzehnte Arbeit und Lohn bieten werden.

(Fortsetzung folgt.)

## Die Wärmeverhältnisse im Kohle führenden Gebirge.

Von Prof. H. Höfer.

(Fortsetzung von S. 253.)

### Abfluss der Wärme.

Die durch den Kohlungsprocess allmählich frei werdende Wärme wird im Flötze um so mehr fühlbar werden, je weniger von ihr abgegeben wird. Diese Wärmeabgabe kann sowohl innerhalb als auch außerhalb des Flötzes stattfinden. Ersteres tritt z. B. ein, wenn im Flötze Wasser circulirt. Je größer die Wassermenge ist, die in einer Zeiteinheit durch eine Querschnittseinheit durchfließt, desto mehr wird die Flötztemperatur herabgesetzt. Hingegen kann ein gestautes Flötzwasser ganz bedeutende Wärmegrade zeigen.

Von der Leitungsfähigkeit des Nebengesteines des Flötzes wird dessen Wärme ebenfalls in hohem Maße beeinflusst. Die hohe Temperatur, die man im nordwestböhmisches Kohlenrevier so häufig insbesondere im Liegendflötze begegnet, ist wesentlich auch darin bedingt, dass das Nebengestein zumeist trockener Letten (weicher Schieferthon) ist, dessen Wärmeleitungsvermögen etwa nur  $\frac{1}{3}$  von dem eines feuchten Sandsteines ist (0,250 : 0,760), womit auch die vom k. k. Revierbergamte Falkenau constatirte Thatsache übereinstimmt, dass in der dem Liegend-sandstein zunächst liegenden Kohlenbank das Thermometer um etwa  $3^{\circ}\text{C}$  weniger als in den Hangendbänken zeigt, was zwar auf andere Weise ebenfalls erklärt werden könnte.

Wenn, wie bei Ossegg und Falkenau, der Kohlungsprocess in das Stadium intensivster Wärmeentbindung eingetreten ist, so kann derselben die Fortleitung nicht gleichmäßig folgen, und die Flötztemperatur wird bedeutend steigen. Ist jenes Maximum überschritten, d. h. wird in der Zeiteinheit weniger Wärme als früher entwickelt, so findet die Ueberhitze Zeit, sich dem Nebengesteine allmählich mitzutheilen. Und in dem Maße, als die Kohlungsenergie zurückweicht, wird das Flötz kühler und die locale Wärmequelle weniger bemerkbar werden. In diesem Zustande befinden sich die meisten Schwarzkohlen- und Anthracitflötze.

### Brühwärme.

Die Wärme, welche ein Kohlenflötz unmittelbar nach seinem Anhauen zeigt, ist seine Eigenwärme. Werden in ihm Strecken oder Abbauorte ausgefahren, so pflegt sich die Temperatur der Kohlenstöße zu erhöhen, um so mehr, wenn die Menge der vorbeiziehenden Wetter gering und deren Temperatur hoch ist, wenn also die äußerlich energisch abkühlenden Einwirkungen fehlen.

Die nachträglich eintretende Erhöhung der Kohlen-temperatur heiße ich die Brühwärme, weil der Kohlenbergmann die allmählich eintretende Erwärmung der aufgeschlossenen Kohle das „Brühen“ nennt. Es setzt sich hierbei nicht etwa der auf dem Flötze lastende Gebirgsdruck in Wärme um, wie vielfach geglaubt wird,

da ja derselbe Druck bereits auf dem unausgefahrenen Flötze lastete, sondern der Druck bewirkt ein Zerklüften der Kohle; dadurch werden dem Sauerstoffe der Luft viel mehr Berührungsflächen mit der Kohle geboten und die Oxydation der letzteren wird deshalb auch eine viel energischere sein, um so mehr, als in diesen feinen Klüften der abkühlende Einfluss der lebhaft circulirenden Wetter fehlt. Es ist ja allgemein bekannt, dass diese Oxydationsbrühwärme bis zur Selbstentzündung der Kohle sich steigert und Grubenbrände veranlasst.

Temperaturmessungen im Kohlenflötze haben für die Geothermik deshalb nur dann einen Werth, wenn sie unmittelbar nach der rasch vorschreitenden Auffahrung unter Abhaltung aller störenden Einflüsse vorgenommen werden. Aus diesem Grunde sind viele mir vorliegende Messungen für die wissenschaftliche Berechnung der geothermischen Tiefenstufe ungeeignet, obzwar ich ihren Werth für die Praxis und in mancher Hinsicht auch für die Theorie anerkenne. Doch habe ich über Brühwärme wenig Erfahrung und muss mich mit der Anregung, solche durch intelligente Bergingenieure zu sammeln und zu verarbeiten, begnügen. Vielleicht tragen dieselben bei, einen tieferen Einblick in das Entstehen der Grubenbrände und in die Vorbeugungsmaßregeln gegen dieselben zu erhalten.

Die Wärmeverhältnisse in den Schwarzkohle führenden Schichten werden später besprochen werden, wie ich denn überhaupt die Absicht habe, diese geothermische Frage noch weiter zu verfolgen, und deshalb für die Zuwendung verlässlichen Beobachtungsmaterialies jedermann sehr dankbar sein würde.

Auch eine Vermuthung möchte ich hier wenigstens andeuten; aus meinen bisherigen Untersuchungen scheint es in hohem Maße wahrscheinlich, dass im kohleführenden Gebirge die Gefahr der Selbstentzündung, des Flötzbrandes, in dem Maße steigt, als die geothermische Tiefenstufe fällt.

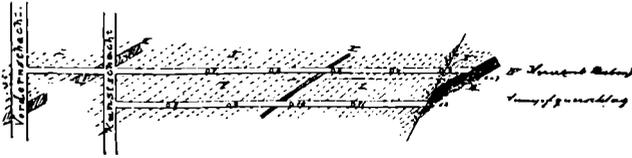
### Braunkohle zu Fohnsdorf (Steiermark).

Mein sehr geehrter Freund, Herr k. k. Bergrath L. von Hess, Bergdirector in Fohnsdorf, hatte die besondere Güte, auf meine Anregung hin mit größter Bereitwilligkeit geothermische Messungen in den Braunkohlenwerken zu Fohnsdorf durch Herrn Ingenieur J. Rottenbacher ausführen zu lassen, wofür ich beiden genannten Herren zu besonderem Danke verpflichtet bin.

Die momentanen Verhältnisse waren insofern günstig, als im Wodzicki-Revier sowohl vom Förderals auch vom Kunstschachte je ein Querschlag gegen das Flötz vorgetrieben wurde, wie dies die beifolgende Skizze zeigt.

Die folgende Tabelle gibt die Messungen, wozu bemerkt sei, dass die fortlaufenden Nummern der ersten

Profil durch den IV. Horizont-Zubau u. d. Sumpfquerschlag in Wodzicki.



- I Mergelschiefer z. Th. glimmerig, feinkörnig.
- II Feuerfester Thon (Seifenschiefer).
- III Liegendkohle.
- 1—12 Geothermische Messungspunkte.

Rubrik sich auf die in obiger Skizze eingeschriebenen Zahlen beziehen.

Nr.	Horizontale Entfernung des Bohrloches von der Kohle in m	Tiefe des Bohrloches	Temperatur in Graden Celsius			Beschaffenheit des Bohrloches
			Wetter im Querschlage	im Bohrloche		
				Abläsungen	Mittel	
a)						
1	82	2,1	24,1	26,1 25,9 26,4	26,0	trocken
2	62	2,1	23,8	26,4 26,65	26,4	
3	42	2,1	24,3	26,7	26,67	"
4	23	2,15	25,3	26,85	26,85	"
5	8	1,75	24,6	26,9	26,9	Auf d. Grunde feucht
6	Kohle	2,05	23,7	26,8 26,7 26,7 27,0	26,75	nass
7	"	2,20	23,5	26,8	26,83	trocken
b)						
8	83	2,1	24,4	24,5 26,1	24,5	nass
9	63	2,1	24,2	26,0 26,4	26,05	trocken
10	43	2,1	26,0	26,6 26,6	26,5	
11	23	2,1	24,8	27,0	26,8	"
12	Kohle	1,5	25,2	28,3	28,3	"
	"	1,5	25,2	27,3	27,3	nass

Es sei ferner constatirt, dass in dem nachbarlichen Judenburg auf Grund vieljähriger meteorologischer Beobachtungen die durchschnittliche Lufttemperatur mit + 6,2° C, in Fohnsdorf jedoch auf Basis dreijähriger Beobachtungen um 0,2 bis 0,3° C höher bestimmt wurde, so dass sie für unsere Rechnungen mit 6,45° C eingestellt werden darf.

In dem 438,0 m tiefen Förderquerschlag (Nr. 1 bis 7 der Tabelle) wurde die Gesteinstemperatur mit durchschnittlich 26,63° C gefunden, wozu bemerkt sei, dass

die Tagesoberfläche fast horizontal ist. Legt man die neutrale Schicht in 25 m Tiefe, womit ich, schon des Vergleiches halber, der bisher in der Geothermik üblich gewesen Annahme entsprechen will, so findet man die geothermische Tiefenstufe für das Fohnsdorfer Braunkohlenbecken mit  $(438 - 25) : (26,63 - 6,45) = 413 : 20,18 = 20,46 m$ . Dieser Werth ist also kaum zwei Drittel des normalen (33 m). Da hier weit und breit kein känozoisches Eruptivgestein vorkommt, so ist diese Wärmequelle ausgeschlossen und wir müssen als solche den Kohlungsprocess annehmen.

Aus den Messungen in dem um 9,5 m tieferen Sumpfquerschlage muss die Beobachtung Nr. 8 ausgeschaltet werden, da sie in die ganze Zahlenreihe nicht hineinpasst und augenscheinlich durch einen local abkühlenden Factor bedingt ist. Dann ergibt sich die durchschnittliche Gesteinstemperatur mit 26,99° C. Hieraus findet man die geothermische Tiefenstufe mit 20,57 m, welcher Werth den früher berechneten bestätigt, da die Differenz nur 0,11 m beträgt.

Aus der Beobachtungstabelle geht ferner hervor, dass durchwegs die nassen Bohrlöcher niedrigere Temperaturen aufweisen als die trockenen, was ein Beweis dafür ist, dass man sich in diesen Querschlägen in der Zone der absteigenden Wasser bewegt, wodurch es wenigstens theilweise erklärlich wird, dass die Tiefenstufe in Fohnsdorf größer ist als jene in den früher erwähnten Schächten des nordwestböhmisches Braunkohlenreviers.

Die Beobachtungen in den beiden Querschlägen zeigen, dass in ihnen die Temperatur fast durchwegs gleich, also von der bis 82 m betragenden söhligigen Entfernung vom Kohlenflötze fast unabhängig ist; nur im großen Ganzen kann man eine einige Zehntelgrade betragende Zunahme gegen das Flötz hin beobachten. Es hat sich also die durch den Kohlungsprocess entstandene Wärme schon fast ganz dem Nebengesteine durch Leitung übertragen, so dass schon nahezu das Gleichgewicht hergestellt ist. Nur zwischen den Beobachtungen Nr. 11 und 12 ergibt sich eine rasche Zunahme der Wärme gegen das Flötz, welche innerhalb 23 m, söhlig gemessen, um 1,5° C steigt.

Dass sich die Brühwärme viel weiter erstreckt, als angenommen wird, beweisen die geothermischen Messungen, welche die Herren k. k. Bergrath L. Hess von Hesselthal und Bergingenieur Rottenbacher im Braunkohlenflötze des Wodzicki-Revieres zu Fohnsdorf vorzunehmen die große Güte hatten. Aus diesen Messungen berechnete ich unter Zugrundelegung der Lufttemperatur mit 6,45° C und der Tiefe der neutralen Schicht mit 25 m die geothermischen Tiefenstufen.

Die letzte Reihe der nachstehenden Tabelle gibt die geothermische Tiefenstufe, welche in 111,8 m Teufe den ungewöhnlich kleinen Werth von 7,03 m hat, der jedoch ganz regelmäßig mit der zunehmenden Tiefe bis auf 16,74 m wächst. Ich kann mir dies nur damit erklären, dass die oberen Felder früher als die unteren aufgefahren wurden, somit länger unter Druck stehen

und die die Brühung bedingenden Factors dadurch befördert wurden. Ich wendete mich deshalb an meinen Freund Herrn Bergrath v. Hess und erhielt eine zustimmende Aufklärung: „Nr. 1 bis 8 (der nachstehenden Tabelle) sind in älteren Bauen, 9 bis 17 in frischen Ausschlägen. Bei Nr. 1 bis 8 sind die alten Baue in Entfernungen von ca. 20—50 m von der Messstation.“

Nr.	Ortsbezeichnung	Tiefe unter dem Tackranz des Sillweger-Sch. m	Temperat.		Anmerkung	Geothermische Tiefenstufe m
			Wetter in der Strecke in Grad. C	im Bohrloche		
1	Sillweg II. Horiz. Grundstrecke .	111,8	—	18,8	2 Messungen mit Ablesen	7,03
2	Sillweg III. Horiz. Grundstrecke .	161,3	—	23,5	2 Mess. 23,3, 23,2	7,99
3	Strecke E. 0,8	167,6	—	21,8	2 20,7, 22,0	9,28
4	" E. 0,7	172,3	24,4	21,5		9,78
5	" J. W. 11	217,7	26,2	24,8	2 24,8, 24,9	} 10,73
6	" J. O. 11	217,7	24,9	24,0	2 23,7, 24,4	
7	" J. W. 10	221,5	27,2	23,6		11,39
8	" J. O. 7	235,7	25,8	24,1	2 23,9, 24,3	11,93
9	" J. O. 3	257,7	25,6	22,9		13,53
10	Wodzicki, I. Horiz. Feldort O .	272,7	25,7	23,5		14,52
11	Strecke IV 0,7	282,1	24,8	23,4		15,17
12	" IV 0,4	301,7	24,5	24,1		15,67
13	" IV 0,2	316,2	25,7	24,8		15,83*
14	II. Horiz. Feldort in Ost . . .	332,2	23,2	24,8		16,74
15	Strecke VII W. 8	283,2	27,3	22,9		15,69
16	VII W. 5	298,9	25,0	22,8		16,75
17	" VII W. 2	316,4	24,1	24,9		15,83*

Die Fohnsdorfer Tabelle lehrt einerseits, dass Messungen in den schon seit einiger Zeit aufgefahrenen Braunkohlenflötzen zur Ableitung eines allgemein giltigen Werthes der geothermischen Tiefenstufe unbrauchbar sind, andererseits dass die Temperaturerhöhung durch die Brühung eine ganz bedeutende ist. Denn die normale Tiefenstufe wurde für das Fohnsdorfer Braunkohlenbecken mit 20,5 m gefunden; es sollte deswegen im Sillweger II. Horizont (Nr. 1 der Tabelle) in 111,8 m Tiefe eine Flötzttemperatur von  $4,23 + 6,45 = 10,68^\circ \text{C}$  herrschen; thatsächlich wurde sie jedoch mit 18,8 m gefunden, weshalb die Differenz  $= 8,12^\circ \text{C}$  auf die Brühwärme entfällt. Dieser Betrag ist jedoch noch zu erhöhen, da einerseits durch die Fortleitung im Nebengesteine, andererseits durch anderweitige Abkühlung Wärme verloren ging.

In der größten Tiefe von 332,2 m (Nr. 14 der Tabelle) betrug die Flötzttemperatur  $24,8^\circ \text{C}$ ; der normalen Tiefenstufe würden jedoch  $14,98 + 6,45 = 21,43^\circ \text{C}$  entsprechen. Es sind somit bisher auf Brühwärme  $3,37^\circ \text{C}$  zu rechnen, die sich also in dieser jüngsten Auffahrung in viel geringerem Grade fühlbar macht als in den oberen Horizonten. Mit der Zeit wird in  $332,2^\circ$  die Flötzttemperatur auf  $21,43 + 8,12 = 29,55^\circ \text{C}$  steigen,

\*) Durchschnitt mit Nr. 17, beziehungsweise 13.

gen, da auch hier die Brühwärme der oberen Horizonte erreicht werden wird.

Je mehr die Kohle zur Brühung neigt, um so mehr muss die Streckenauffahrung auf das Allernothwendigste beschränkt werden und der Abbau rasch der Aus- und Vorrichtung folgen, um hohen Flötz- und Wettertemperaturen und Grubenbränden zu entgehen.

Vielleicht genügen diese Studien aus den Braunkohlengebieten, um ihre praktische Bedeutung würdigen zu können, andererseits haben sie auch ein wissenschaftliches Interesse, indem sie auf eine Wärmequelle verweisen, die bisher in der Geothermik unbeachtet blieb und die ungewöhnlich niedrigen Werthe der Tiefenstufe ungezwungen aufklärt.

Ich bin mir wohl bewusst, dass die besprochene Frage bisher nur in ihren Contouren beantwortet wurde, und dass noch viele wissenschaftliche, insbesondere chemische Arbeit nothwendig ist, um alle beim Kohlungsprocesse abspielenden Acte und Scenen vollständig zu verstehen. Es läge im Interesse der Wissenschaft, diese Studien fortzusetzen; welchen Nutzen hieraus die Praxis weiters noch zu ziehen vermag, kann erst beurtheilt werden, wenn die Forschung neue Thatsachen geschaffen haben wird.

Ich erlaube mir unsere hohe Regierung auf die bisherigen Ergebnisse im nordwestböhmischen Braunkohlengebirge aufmerksam zu machen, um es ihrem Ermessen anheimzustellen, wie sie dieselben fördern will.

Sollte es mir gelungen sein, sie neuerdings von der Wichtigkeit der Geologie für den Bergmann überzeugt zu haben, so wäre mir dieses ein kostbarer Lohn.

**Berechnungen des Herrn Director Fr. Toldt über die Wärmeverhältnisse beim Kohlungsprocesse.**

Die Zusammensetzung der Holzfaser bei jüngeren Pflanzen entspricht wahrscheinlich der Zusammensetzung der Cellulose ( $\text{C}_6 \text{H}_{10} \text{O}_5$ ).

Nach Dammer (III, S. 200) besitzen Cellulose, Holzfaser und Holz folgende procentische Zusammensetzung:

	Cellulose	Holzfaser	Holz
C	44,44%	52,65%	49,2%
H	6,17%	5,25%	6,1%
O	49,39%	42,10%	44,7%

Es ist bekannt, dass die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende organische Substanz in ihrer Zusammensetzung sehr verwickelt ist, dass sich jedoch bei Erwärmung die Bestandtheile zu immer einfacheren Gruppen verbinden. Befindet sich die Pflanzenfaser lange Zeit unter Luftabschluss, so entstehen daraus immer kohlenstoffreichere Producte. Man nennt diesen Vorgang „Kohlung“.

Die in größeren Mengen in der Natur unter Luft oder Wasser absperrenden Schichten (Thon) angehäuft Pflanzen sind durch Kohlung in Torf, Braunkohle und Steinkohle überführt worden.

Dammer sagt: Die Art und Weise, wie diese Pflanzenanhäufungen zustande kommen und durch die

langsam vor sich gehende Zersetzung unter vermindertem Luftzutritt zu Braunkohlenflötzen sich umbildeten, dürfte eine sehr mannigfaltige und in verschiedenen Fällen wechselnde gewesen sein.

Bei dieser Umbildung (Kohlung) geht Sauerstoff in größter, Wasserstoff in geringerer, Kohlenstoff in geringster Menge fort, so dass die dadurch entstandenen Kohlen umsomehr Kohlenstoff enthalten werden, je älter sie sind. Im großen Durchschnitte ergibt sich die Zusammensetzung der natürlichen Brennstoffe ihrem Alter nach wie folgt:

	C	chem. geb. H <sub>2</sub> O	freier H
Holz	50%	50%	—
Torf	54%	45%	1%
Braunkohle	70%	28%	2%
Steinkohle	83%	13%	4%
Anthracit . . .	95%	—	—

Außerdem findet sich noch bis zu 2% Stickstoff. In Fischer's Technologie sind folgende Durchschnittswerte mitgetheilt:

	C	H	N	O
Holz	50	6	0,08	43,92
Torf	60,5	6	1,50	32,00
Braunkohle	67	5,4	1,95	15,65
Steinkohle	85	5,1	2,40	7,50
Anthracit	94,09	1,8	2,85	1,25

Wenn somit Holz in Torf übergeht, so verliert, beziehungsweise gewinnt es in seiner procentarischen Zusammensetzung

	C	Gewinn	10,5 Th.	Verlust	—
H	"	—	"	"	—
N	"	1,42	"	"	—
O	"	—	"	"	11,92 Th.

Die verloren gehende Sauerstoffmenge dürfte als CO<sub>2</sub> entwichen sein, wofür der Umstand spricht, dass in den aus Braunkohlenflötzen austretenden Gasen die Kohlensäure vorherrscht, während in den Steinkohlengasen Kohlenwasserstoffe überwiegen. Bei dieser Annahme muss demnach ein Theil des Kohlenstoffes der Holzfasern verbrannt sein. Nimmt man ferner an, dass der Sauerstoff an Wasserstoff gebunden gewesen wäre, so wird durch die Entfernung des Sauerstoffes der Wasserstoff frei, welcher letzterer wahrscheinlich mit Kohlenstoff in Verbindung treten und Kohlenwasserstoffe bilden wird. Auch dafür spricht die Thatsache, dass die Gase älterer Kohlen reich an Kohlenwasserstoffen sind, ja sogar mitunter nur aus Kohlenwasserstoffen bestehen.

Dr. Brookmann (Bochum) fand in Bläsern westfälischer Gruben:

99%	CH <sub>4</sub>
Rest	CO <sub>2</sub>
—	N <sub>2</sub>
—	O <sub>2</sub>

In Esskohlen der Grube „Präsident“ in Bochum:

CH <sub>4</sub>	96%
CO <sub>2</sub>	2%
N <sub>2</sub>	2%

Die Bildung von Grubengas durch Verbindung von Kohlenstoff mit Wasserstoff hat aber eine Wärmeentwicklung zur Folge, und muss deshalb auch die Methanbildung in Kohlengruben immer mit einer Wärmeentwicklung verbunden sein, womit die Wärmezunahme in Kohlenschichten erklärt werden kann.

Der Stickstoff kann von Thierresten herrühren, doch ist auffallend, dass er mit dem Alter der Kohle zunimmt. Diese Zunahme ist möglicherweise eingeschlossener Luft zu verdanken. Der mit der Stickstoffmenge zu Luft gemengt gewesene Sauerstoff verbrannte zu CO<sub>2</sub> und verschwand in dieser Form, die Kohlenmenge wurde infolge Verbrennung von C zu CO<sub>2</sub> und Verbindung mit H zu Kohlenwasserstoffen mit dem Alter kleiner und die unverändert gebliebene Stickstoffmenge relativ größer. Die Wärmemengen, welche bei Umwandlung der Holzfasern in Braunkohle frei werden, lassen sich beiläufig berechnen.

100 kg Braunkohle bestehen nach Vorigem aus:

67 kg	Kohlenstoff
5,4 "	Wasserstoff
1,95 "	Stickstoff
15,65 "	Sauerstoff

Da 100 kg Holz nur 50 kg Kohlenstoff enthalten, so müssen zur Bildung von 100 kg Braunkohle wenigstens (67 : 50) 100 = 134 kg Holz verwendet worden sein.

134 kg Holz bestehen aus:

67 kg	Kohlenstoff
8,04 "	Wasserstoff
0,11 "	Stickstoff
58,85 "	Sauerstoff

Da in der Braunkohle um 2,64 kg weniger H als im Holze enthalten sind, wäre anzunehmen, dass diese „H“-Differenz als CH<sub>4</sub> vorhanden sein wird, wozu noch 7,92 kg Kohlenstoff aus dem Holze genommen worden sein werden. Der Stickstoffgehalt des Holzes ist um 1,84 kg kleiner als jener der Braunkohle. Nehmen wir an, der Stickstoff stamme von eingeschlossener Luft, so müssten noch 0,58 kg Sauerstoff aufgebraucht werden. Die Differenz in der Sauerstoffmenge ist 58,85 — 15,65 = 43,20 kg, und zwar zu Gunsten des Holzes. Diese Sauerstoffmenge muss daher ebenfalls an C gebunden als CO<sub>2</sub> aus dem Flötz austreten, beziehungsweise in demselben vorhanden sein.

Da 0,55 kg Sauerstoff der eingeschlossenen Luft entstammen, ferner 43,20 „ Sauerstoffüberschuss im Holze zu finden ist, wären 43,75 kg Sauerstoff an C gebunden anzutreffen.

Der C wird zu CO<sub>2</sub> verbrannt, und deshalb werden an vorige Sauerstoffmenge 14,6 kg C zu 58,35 kg CO<sub>2</sub> gebunden sein.

7,92 kg C wurden zur Methanbildung verwendet und müssen daher im Ganzen: 22,52 kg C vom Holze separat geliefert worden sein, welche neben obiger Kohlensäuremenge noch 10,56 kg CH<sub>4</sub> ergeben werden.

Mit den 22,52 kg C im Holze werden  
 2,72 " H  
 0,04 " N  
 19,90 " O verbunden sein.

Um diese beigemengten Gase in CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub> zu überführen, würde man neuerdings benöthigen:

8,16 kg C zur Bildung von 10,88 kg CH<sub>4</sub>  
 und 7,45 " " " " " 27,35 " CO<sub>2</sub>

Mit diesen 15,61 kg C werden wieder  
 1,87 " H  
 0,03 " N  
 13,7 " O verbunden sein.

Man wird daher neuerdings benöthigen:

8,61 kg C zur Bildung von 10,48 kg CH<sub>4</sub>  
 und 5,12 " " " " " 18,82 " CO<sub>2</sub>

Mit diesen 13,73 kg C werden wieder  
 1,64 " H  
 0,02 " N  
 12,10 " O verbunden sein,

für welche man wieder

zur Bildung von 6,56 kg CH<sub>4</sub> 4,92 kg C und  
 " " " 16,53 " CO<sub>2</sub> 4,53 " C

benöthigen wird.

Mit diesen 9,45 kg C werden

wieder 1,14 H  
 0,02 " N  
 8,35 " O verbunden sein.

1,14 kg H wird mit 3,42 kg C 4,36 kg CH<sub>4</sub>  
 8,35 " O " " 3,14 " " 11,49 " CO<sub>2</sub>

ergeben. Die 6,56 kg C werden

wieder mit 0,78 " H  
 0,01 " N  
 5,70 " O verbunden sein und

mit weiteren 2,34 kg C 3,12 kg CH<sub>4</sub>  
 2,13 " " 7,83 " CO<sub>2</sub> ergeben.

Die 4,47 kg C sind wieder gebunden mit:

0,53 " H  
 0,01 " N  
 3,93 " O, welche wieder

1,59 kg C zur Bildung von 2,12 kg CH<sub>4</sub> und  
 1,47 " " " " " 5,40 " CO<sub>2</sub> benöthigen.

Die 3,06 kg C sind wieder mit:

0,37 " H  
 0,01 " N  
 2,70 " O verbunden, welche:

1,11 kg C zur Bildung von 1,48 kg CH<sub>4</sub> und  
 1,01 " " " " " 3,71 " CO<sub>2</sub> benöthigen.

Die 2,12 kg C sind wieder verbunden mit:

0,25 " H  
 0,00 " N  
 1,87 " O, welche zur Bildung

von 1,00 kg CH<sub>4</sub>, 0,75 kg C  
 " 2,57 " CO<sub>2</sub>, 0,70 " " benöthigen.

Die 1,45 kg C sind wieder verbunden mit:

0,17 " H  
 0,00 " N  
 1,28 " O, welche zur Bildung

von 0,68 kg CH<sub>4</sub>, 0,51 kg C

" 1,76 " CO<sub>2</sub>, 0,48 " " benöthigen.

Die weiteren Zahlen werden das Resultat nicht mehr wesentlich beeinflussen.

Die Zusammensetzung der Gase wird demnach sein:

10,56 kg CH <sub>4</sub> ,	58,35 kg CO <sub>2</sub> ,	— kg N
10,88 " " "	27,35 " " "	0,04 " "
10,48 " " "	18,82 " " "	0,03 " "
6,56 " " "	16,63 " " "	0,02 " "
4,56 " " "	11,49 " " "	0,02 " "
3,12 " " "	7,83 " " "	0,01 " "
2,12 " " "	5,40 " " "	0,01 " "
1,48 " " "	3,71 " " "	0,01 " "
1,00 " " "	2,57 " " "	— " "
0,68 " " "	1,76 " " "	— " "
<hr/>		
51,44 kg CH <sub>4</sub> ,	153,91 kg CO <sub>2</sub> ,	0,14 kg N

In Procenten ausgedrückt:

CH<sub>4</sub> = 24,9%  
 CO<sub>2</sub> = 75,0%  
 N<sub>2</sub> = 0,1%

In Volumprocenten:

CH<sub>4</sub> = 46,4%  
 CO<sub>2</sub> = 52,4%  
 N = 0,2%

Die österreichische Schlagwettercommission fand in den Gasen eines Firstbohrloches des Julius-Schachtes in Brüx

CO<sub>2</sub> 37,62% 35,13%  
 CH<sub>4</sub> 33,34% 36,06%  
 N 29,04% 28,81%

Dr. Brookmann hat die Zusammensetzung der Gase aus der Rossitzer Kohle gefunden:

CO<sub>2</sub> 31%  
 CH<sub>4</sub> 30%  
 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 19%  
 N<sub>2</sub> 20%

während er die Gase der Braunkohle von Habichtswald wie folgt zusammengesetzt fand:

CH<sub>4</sub> —  
 CO<sub>2</sub> 91%  
 CO 9%  
 N<sub>2</sub> —

Die gerechnete Zusammensetzung passt für alle Fälle in die analytisch ermittelten Gaszusammensetzungen ein, und kann man daher die bei der Bildung der Kohle entwickelte Wärme darauf basirt rechnen.

Wenn 1 kg C in CH<sub>4</sub> umgewandelt wird, so werden 1680 Cal. entwickelt, beim Verbrennen von 1 kg C zu CO<sub>2</sub> 8080 Cal.

$$51,44 \text{ kg CH}_4 \left( \frac{51,44}{4} \times 3 \right) 1680 = 64\ 800 \text{ Cal.}$$

$$153,91 \text{ " CO}_2 \left( \frac{153,91}{11} \times 3 \right) 8080 = 340\ 000 \text{ "}$$

Die bei der Bildung von 100 kg Braunkohle aus Holz freiwerdende Wärmemenge beträgt 404,800 Cal. oder pro 1 kg Braunkohle 4048 Cal.

Anders stellen sich die Verhältnisse, wenn Braunkohle in Steinkohle übergeht. Es werden in diesem Falle entwickelt werden:

38,92 *ky* CH<sub>4</sub>  
40,10 „ CO<sub>2</sub>  
1,23 „ N<sub>2</sub>

Die procentische Zusammensetzung dieser Gase wird sein:

	Gew. %	Vol. %
CH <sub>4</sub>	48,7	71,2
CO <sub>2</sub>	49,8	26,2
N <sub>2</sub>	1,5	2,5

Bekanntlich ist in Braunkohlengasen die Kohlensäure, in Steinkohlengasen hingegen Kohlenwasserstoff im Ueberschuss.

Die berechneten Gaszusammensetzungen sind mit dieser Thatsache in Einklang.

Die Wärmemenge, welche bei Umwandlung von Braunkohle in Steinkohle entwickelt wird, stellt sich auf:

pro 100 *ky* Steinkohle 140,700 Cal.  
" 1 " " 1,407 "

Es wird demnach bei der Umwandlung von Holz in Braunkohle nahezu 3mal so viel Wärme entwickelt werden, als bei der Umwandlung von Braunkohle in Steinkohle.

(Schluss folgt.)

### Statistik der Schachtförderseile.

Dem soeben von dem Oberbergamtsbezirke Breslau versendeten umfangreichen Hefte über die Statistik der im Jahre 1900 abgelegten Schachtförderseile in diesem Oberbergamtsbezirke ist Nachstehendes zu entnehmen<sup>1)</sup>:

Die seit dem Jahre 1882 (im Oberbergamtsbezirke Dortmund seit dem Jahre 1872) zur Vermehrung der Sicherheit des Schachtbetriebes im Allgemeinen und der Seilfahrt im Besonderen durch Veröffentlichung der Seilleistungen ins Leben gerufene Statistik der Schachtförderseile hat bis jetzt folgende Seile umfasst:

Jahrgang	Zahl der Bergbaue, die Zahlkarten geliefert haben	Rundseile aus		Bandseile aus		Zusammen Stück Schachtförderseile
		Tiegelgussstahldraht	Eisendraht	Tiegelgussstahldraht	Eisendraht	
1882	20	33	16	3	—	52
1883	33	45	23	6	—	74
1884	35	67	19	7	—	93
1885	40	70	25	16	—	111
1886	39	84	7	11	—	102
1887	35	95	5	4	—	104
1888	32	87	5	7	—	99
1889	39	81	2	9	—	92
1890	50	109	7	15	—	131
1891	44	110	2	9	—	121
1892	44	108	—	13	—	121
1893	44	109	5	12	—	126
1894	42	121	—	13	—	134
1895	41	126	1	10	—	137
1896	53	134	—	11	—	145
1897	50	154	2	8	—	164
1898	51	149	1	10	—	160
1899	54	158	—	10	—	168
1900	49	140	—	3	—	143
Zus. i. d. Jahr. 1882—1900	94	1980	120	177	—	2277

Aus dieser Tabelle ist zunächst zu entnehmen, dass die früher fast durchwegs benützten Rundseile aus

<sup>1)</sup> Die bezüglichen statistischen Daten dieses Oberbergamtsbezirkes in den beiden Vorjahren siehe „Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen“, Jahrgang 1900, Nr. 19 u. 49.

Eisendraht seit 2 Jahren aus diesem Reviere total verschwunden sind und gegenwärtig hier nur ausschließlich Tiegelgussstahlseile verwendet werden.

Von den obigen, während der 19 Jahre (1882—1900) abgelegten Schachtförderseilen sind während des Betriebes plötzlich gerissen:

von 1980 Tiegelgussstahl-Rundseilen 38 = 1,92%  
" 177 " - Bandseilen 10 = 5,65%  
" 120 Eisen-Rundseilen . . . 11 = 9,17%

zus. v. 2277 Schachtförderseilen 59 = 2,59%

Diese Seilrisse vertheilen sich auf die einzelnen Jahre wie folgt:

im Jahre 1882	von 52 abgelegten Schachtförderseilen	5 St.	= 9,62%
" " 1883	" 74	5 "	= 6,76%
" " 1884	" 93	5 "	= 5,38%
" " 1885	" 111	2 "	= 1,80%
" " 1886	" 102	2 "	= 1,96%
" " 1887	" 104	1 "	= 0,96%
" " 1888	" 99	1 "	= 1,01%
" " 1889	" 92	1 "	= 1,09%
" " 1890	" 131	3 "	= 2,29%
" " 1891	" 121	3 "	= 2,48%
" " 1892	" 121	1 "	= 0,83%
" " 1893	" 126	2 "	= 1,59%
" " 1894	" 134	2 "	= 1,49%
" " 1895	" 137	4 "	= 2,92%
" " 1896	" 145	3 "	= 2,07%
" " 1897	" 164	3 "	= 1,83%
" " 1898	" 160	4 "	= 2,50%
" " 1899	" 168	8 "	= 4,76%
" " 1900	" 143	4 "	= 2,80%

Die vorstehende Zusammenstellung zeigt, dass die Zahl der Seilbrüche in dem genannten Oberbergamtsbezirke vom Jahre 1882 bis 1900 von 9,62% auf 2,80% zurückgegangen ist. Dieser bedeutende Rückgang in der jährlichen Anzahl der Seilbrüche ist theils auf den Umstand zurückzuführen, dass gegenwärtig in diesem Reviere Förderseile aus Eisendraht nicht mehr benützt werden, theils darauf, dass die Bandseilconstructions in verhältnissmäßig sehr beschränkter Zahl (im Jahre 1882 wurden hier circa 6%, im Jahre 1900 aber nur mehr circa 2% Bandseile) verwendet wurden.

aber zuverlässig, ihr Kraftverbrauch ist verhältnissmäßig gering und in engeren Grenzen gehalten.

3. Die neueste Siemens-type mit verdoppelter Motorstärke wird zweifellos viele Nachteile der alten Type nicht mehr besitzen, in ihrer Leistungsfähigkeit sich der Unionmaschine nähern und bei der anerkannten Zweckmäßigkeit ihrer sorgfältig durchdachten Construction auch ihr Verwendungsgebiet erweitern.

Es steht zu hoffen, dass auch die U. E. G. mit ihrer am Prüffelde befindlichen jüngsten Type gleich günstige Resultate erziele.

Von der schwerfälligen hydraulischen Drehbohrmaschine von Stanek & Reska bis zur gracilen Siemens-type neuester Construction ist in der Technik der maschinellen Drehbohrung ein gewaltiger Schritt nach vorwärts geschehen; viel Arbeit liegt dazwischen und das angestrebte Ziel ist noch immer nicht erreicht. Der Wettkampf der einzelnen Systeme hat vor Allem der Bohrtechnik Vortheil und Nutzen gebracht; er hat immer

neue, einwandfreiere Constructionen geschaffen und wird gewiss auch in Zukunft noch fördernd und ausgestaltend einwirken, insolange die Bohr- und Maschinentechniker untereinander in Fühlung bleiben und den thatsächlichen Erfordernissen des praktischen Bohrbetriebes Rechnung getragen wird.

Es war der Zweck dieser Zeilen, die Entwicklung, die die Gesteinsdrehbohrmaschinen mit elektrischem Antriebe in den letzten Jahren erfahren haben, in ihren einzelnen Phasen zu schildern und durch die Veröffentlichung der abgeführten Bohrversuche einiges zur Kenntniss der Drehbohrung beizutragen. Bei dem Wandlungsproccesse, in welchem sich diese Maschinen derzeit noch immer befinden, steht zu erwarten, dass es in einigen Jahren wieder möglich sein wird, weitere Fortschritte wahrzunehmen, und vielleicht ganz neue Erscheinungen zu besprechen. Dann wird man auch in der Lage sein, die heute noch unerprobten Typen auf ihr Verhalten in der Praxis zu beurtheilen.

## Die Wärmeverhältnisse im Kohle führenden Gebirge.

Von Prof. H. Höfer.

(Schluss von S. 272.)

### Berechnungen des Herrn Docenten und Chefchemikers Hanns Freiherrn v. Jüptner über die Wärmeentwicklung in Kohlenlagern.

Um die Richtigkeit der Vermuthung, dass beim Kohlungsproccesse beträchtliche Wärmemengen frei werden, zu prüfen, wollen wir von allen geologischen Hypothesen über die Kohlenbildung absehen und die Frage nur vom chemisch-physikalischen Standpunkte aus betrachten. Wir wollen hiebei die Mittelwerthe für die einzelnen Brennstoffsorten (im wasser- und aschefreien Zustande) zugrunde legen, müssen aber erinnern, dass sich dieselben — wenigstens für einzelne Sorten, wie z. B. Torf — auf nur wenige Einzelwerthe beziehen, also nur annäherungsweise Geltung haben. Für die hier in Betracht kommenden Substanzen haben wir:

#### A. Mittlere Zusammensetzung (nach E. Muck).

Holz	50% C,	6 % H,	43 % O,	1 % N
Torf	59% „	6 % „	33 % „	2 % „
Braunkohle	69% „	5,5% „	25 % „	0,8% „
Steinkohle	82% „	5 % „	13 % „	0,8% „
Anthracit	95% „	2,5% „	2,5% „	Spur „

#### B. Mittlerer Brennwerth.

Holz	4800 Calorien	(Gottlieb)
Torf	6000	„ (Fischer)
Braunkohle	6800	„ „
Steinkohle	7900	„ „
Anthracit	8300	„ „

#### C. Brennwerth der Elementarbestandtheile.

Holz	0,5 × 8080 + 0,06 × 34000 = 6080 Cal.
Torf	0,59 × 8080 + 0,06 × 34000 = 6807 „
Braunkohle	0,69 × 8080 + 0,055 × 34000 = 7445 „
Steinkohle	0,82 × 8080 + 0,05 × 34000 = 8326 „
Anthracit	0,95 × 8080 + 0,025 × 34000 = 8526

#### D. Mittlere Bildungswärme (pro 1 kg).

Holz	6080 — 4800 = 1280 Calorien
Torf	6807 — 6000 = 807 „
Braunkohle	7445 — 6800 = 645 „
Steinkohle	8326 — 7900 = 426 „
Anthracit	8526 — 8300 = 226 „

Hier ist es auffallend; dass mit fortschreitendem Kohlungsproccesse der Brennwerth steigt, die Bildungswärme aber fällt.

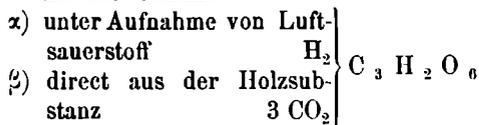
#### E. In der Kohle eingeschlossene Gase.

Die wichtigsten Bestandtheile derselben sind Methan, Kohlensäure und Stickstoff. Letzterer beweist den Zutritt von Luft zu den Kohlenflötzen; von ersteren beiden dominirt die CO<sub>2</sub> hauptsächlich in den jüngeren (Braunkohlen), während das Methan in den älteren Kohlen (Steinkohlen) vorherrscht. Wir haben es somit in den jüngeren Kohlen hauptsächlich mit der Bildung von CO<sub>2</sub> (Bildungswärme = 8080 Cal. pro 1 kg C), in den älteren mit der Entstehung von CH<sub>4</sub> (Bildungswärme = 1833 Cal. pro 1 kg C) zu thun. Daneben kann noch die Bildung von Wasser (34000 Cal. pro 1 kg H) und von geringen Mengen schwerer Kohlenwasserstoffe (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) stattfinden.

Um nun von den quantitativen Veränderungen, welche die Holzsubstanz während des Kohlenprocesses erleidet, ein ungefähres Bild zu erhalten, wollen wir dieselben aus der durchschnittlichen Zusammensetzung der verschiedenen Brennstoffe ableiten und uns hiebei an eine in Muspratt's Chemie (3. Auflage, Bd. III, S. 955) gegebene Zusammenstellung anlehnen; die Zusammensetzung ist hiebei in Atomen C, H und O ausgedrückt. Hienach erfolgt die Bildung von bituminösem Holz etwa nach dem Schema:

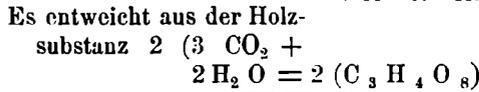


Es entweichen:



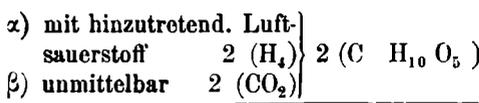
und es verbleibt  $C_{33} H_{42} O_{16} = \text{bituminös. Holz.}$

Für die übrigen Kohlensorten kann man sich den Kohlungsprocess in folgender Weise verlaufend denken:  
 $2 (C_{36} H_{44} O_{22}) = \text{Holz.}$



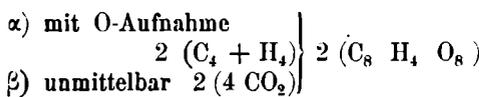
und es verbleibt  $2 (C_{33} H_{40} O_{14}) = \text{Torf.}$

Es entweichen:



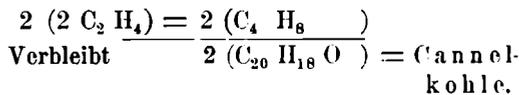
und es verbleibt  $2 (C_{32} H_{30} O_9) = \text{erdige Braunkohle.}$

Hievon entweichen:

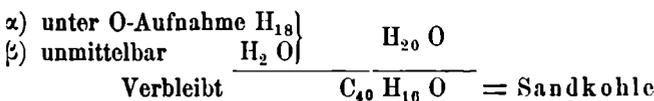


Verbleibt  $2 (C_{24} H_{26} O) = \text{Splintkohle.}$

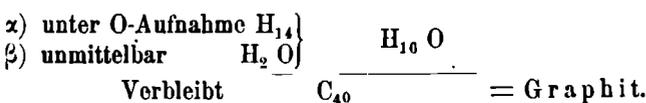
Hievon entweicht unmittelbar



Hievon entweichen:



Hievon entweichen:



Hieraus lassen sich annähernd die Gewichtsmengen der Umwandlungsproducte des Holzes berechnen:

Name	festes Substanz:	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O
Holz	828	—	—	—
Torf	660	132	—	36
Erdige Braunkohle	558	44	—	90
Splintkohle	330	352	—	36
Cannelkohle	274	—	56	—
Sandkohle	256	—	—	90
Graphit	240	—	—	72
Bituminöses Holz	694	132	—	18

oder auf 1 Gewichtstheil Holz berechnet:

Name	festes Substanz:	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O
Holz	1	—	—	—
Torf	0,797	0,159	—	0,043
Erdige Braunkohle	0,674	0,053	—	0,109
Splintkohle	0,398	0,425	—	0,043
Cannelkohle	0,331	—	0,067	—
Sandkohle	0,309	—	—	0,109
Graphit	0,290	—	—	0,086
Bituminöses Holz	0,838	0,159	—	0,022

Nach dieser Zusammenstellung lassen sich die ungefähren Wärmebilanzen für die einzelnen Kohlensorten in folgender Weise berechnen:

#### I. Holz.

Bildungswärme des Holzes 1280 Cal.

#### II. Torf.

Bildungswärme von 0,797 kg Torf 643 Cal.

" " 0,159 " CO<sub>2</sub> = 347 Cal. } 517 "

" " 0,043 " H<sub>2</sub>O = 170 " }

Bildungswärme Holz — Bildungswärme (Torf + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>) = 120 "

Die Umsetzung muss somit unter Aufwand fremder Energien erfolgen.

#### III. Braunkohlen.

Bildungswärme von 0,674 kg Braunkohle 435 Cal.

" " 0,053 " CO<sub>2</sub> = 113 Cal. } 521 "

" " 0,109 " H<sub>2</sub>O = 408 " }

Bildungswärme von Torf — Bildungswärme (Braunkohle + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O) = 313 "

Die Braunkohlenbildung aus Torf kann sich somit ohne Inanspruchnahme fremder Energien vollziehen, und die dabei frei werdende Wärme würde — bei Ausschluss von Leitungs- und Strahlungsverlusten — die entstandene Braunkohle wesentlich erwärmen.

#### IV. Steinkohle (Mittelwerthe).

Bildungswärme von 0,346 kg Steinkohle 147 Cal.

" " 0,425 " CO<sub>2</sub> = 937 Cal. } 1206 "

" " 0,041 " C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> = 27 " }

" " 0,079 " H<sub>2</sub>O = 296 " }

Ueberschuss der Wärmeproduction über die Differenz der Bildungswärmen von Braun- und Steinkohle = 1206 — 288 = 918 "

Sehen wir vom bituminösen Holze ab, bei dem die Verhältnisse ganz ähnlich wie beim Torfe liegen, so haben wir für den Wärmeüberschuss bei der Umwandlung von

1 kg Holz	in 0,797 kg Torf	— 120 Cal.
0,797 " Torf	" 0,674 " Braunkohle	+ 313
0,674 " Braunkohle	" 0,346 " Steinkohle	+ 918
0,797 " Torf	" 0,346 " "	+ 1231 "

Diese Werthe sind allerdings nicht strenge richtig, da wir ja von der Annahme ausgingen, dass nur CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> und H<sub>2</sub>O gebildet werde, während nach den Analysen der in den Kohlen eingeschlossenen Gase CH<sub>4</sub> eine hervorragende Rolle spielt. Allein die geringe Menge des oben in Rechnung gestellten C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, dessen Bildungswärme nur — 27 Cal. beträgt, ändert die Zahlenwerthe

