

145 (1902); siehe auch Zeitschr. f. Elektrochemie, VIII, 852].

Die Qualität der in Darfo erhaltenen Produkte soll eine besonders gute sein. Es werden folgende Verhältnisse der Beschickung und Analysenresultate angegeben:

Eisenerz	1000 g		
Kalk	125 "		
Kohle	160 "		
Pech	120 "		
Erz: Fe ₂ O ₃ = 93,02 %		Kalk: CaO = 51,21%	
MnO = 0,619%		MgO = 3,11%	
SiO ₂ = 3,790%		SiO ₂ = 0,90%	
S = 0,058%		Al ₂ O ₃ } = 0,50%	
P = 0,056%		Fe ₂ O ₃ }	
		CO ₂ = 43,43%	
Kohle: C = 90,42%		Pech: fester C = 59,20%	
Asche = 3,88%		Kohlenwasserstoffe = 40,50%	
Feuchtigkeit = 5,70%		Asche = 0,27%	

Lucchini spricht sich dahin aus, dass der Stassano-Process in Italien eine Zukunft haben müsse.

Das metallische Natrium wird in Deutschland von der elektrochemischen Fabrik Natron in Rheinfelden und von den Farbwerken vorm. Meister Lucius und Brüning in Höchst nach dem Verfahren von Kaster (ausgeschmolzenem Aetznatron) dargestellt und von den elektrochemischen Werken in Bitterfeld, die sich mit der chemischen Fabrik Griesheim Elektron vereinigt haben, nach dem Verfahren von Rathenau und Sutter

(„Ztschr. f. Elektrochem.“, V., 44) gewonnen; an dieser Gesellschaft sind die Castner Kellner Alkali Co. in London und die Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt beteiligt.

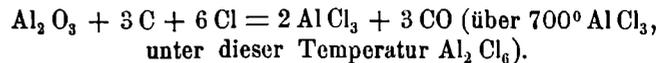
Interessant ist die Verwendung des Natriums zur Gewinnung von Aluminium nach Taddei in Turin, welches Verfahren auf die Firma Società Italiana di Applicazioni Elettriche in Turin übertragen wurde. (Nach der im österr. k. k. Patentamt gegenwärtig ausgelegten Patentanmeldung.)

Der Prozess sei kurz skizziert:

1. Phase. Rohstoff, z. B. Bauxit (Al₂O₃), wird durch Rösten entwässert und mit Teer (6 T. C auf 9 T. Al) gemengt.

2. Phase. NaCl wird bei 1000° C geschmolzen und mit 4¹/₃ V elektrolysiert.

3. Phase. In einem Raum, der auf 1300—1500° C erhitzt wird, wird das mit Teer gemengte Al₂O₃ eingeschüttet und mit dem von der 2. Phase gelangenden Cl zur Reaktion gebracht.



4. Phase. In einen kalten Raum wird das von der 3. Phase gelangende AlCl₃ + CO als Dampf eingelassen und mit dem von der 2. Phase gelangenden Natriumdampf behandelt.



Das hierbei gebildete Natriumchlorid wird wieder in der 2. Phase der Elektrolyse unterworfen, so dass es einen Kreislauf durchmacht.

(Schluss folgt.)

Einiges Neue über die Entstehung der Mineralkohlen und ihre Selbstentzündung, sowie über die Schlagwetterexplosionen.

Mitgeteilt von F. Janda, k. k. Oberhüttenverwalter.

Die Fossilkohlen gehören den organogenen Gesteinen an und enthalten im wesentlichen außer C und H, die bei ihrer Oxydation Licht und Wärme produzieren, auch noch O, der an und für sich nicht dazu beiträgt, die Heizkraft oder den pyrometrischen Wärmeeffekt des Brennstoffes zu erhöhen; auch finden sich noch N und S darin geringhaltig beigelegt, ferner hygroskopisches Wasser und Asche aus den Mineralstoffen. Die Asche besteht aus SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, SO₃, P₂O₅ und CO₂; in der Steinkohlenscheite tritt CaO zurück und überwiegt dafür in der Regel Fe₂O₃. Jene Grundstoffe sind nun aber zu vielerlei außerordentlich mannigfaltigen Kohlenwasserstoff- und anderen Verbindungen gruppiert. Die eigentliche chemische Konstitution der Kohlen ist bekanntermaßen bisher unerforscht, da die zu lösenden Probleme zu den schwierigsten der organischen Chemie gehören. ¹⁾ Im Allgemeinen zeigen

die vorerwähnten Verbindungen eine umso größere Dichte, je mehr C und je weniger H darin ist und sind um so flammiger, je weniger C, hingegen je mehr H sie enthalten.

Pflanzliche Substanzen nehmen bei Luftzutritt in der Hitze O auf und verbrennen, verwandeln sich in oxydische Gase, Kohlensäure, Wasserdampf u. s. w., es tritt eine Vergasung ein. ¹⁾ Ganz anders ist der Vorgang bei der Erhitzung der Pflanzensubstanz bei Abschluss der atmosphärischen Luft, also wenn etwa Holz in einer Retorte erhitzt wird: Zuerst wird der Wasserhalt schwinden, dann werden durch stärkere Erhitzung leichter flüchtige H- und O-Verbindungen, die aber zumeist auch etwas kohlenstoffhaltig sind, verdampfen und entweichen; der C wird also weniger vermindert, H und O werden bis fast auf den letzten Rest ausgetrieben, bis der verkohlte Rückstand dann fast reiner, amorpher C ist. Unter den ausgetriebenen Stoffen finden wir auch etwas H₂O und

¹⁾ „Neue Theorie über die Entstehung der Steinkohlen und Lösung des Mars-Rätsels“ von Ludwig Kann, 1901.

¹⁾ „Das Mineralreich“ von Dr. Georg Gürich, Neudamm, S. 617 und 618.

CO_2 , wie bei der Vergasung, mehr noch aber andere Gase und Dämpfe, die fast ausschließlich Kohlenwasserstoff-Verbindungen darstellen. Wir bezeichnen diesen Prozess als trockene Destillation und den Vorgang selbst als Entgasung. Die Vergasung steht also im Gegensatz zu der Entgasung: Bei der Vergasung wird sämtlicher C in CO_2 und CO übergeführt, bei der Entgasung bleibt der größte Teil des C resistent.

Aus diesen Ausführungen ist zu ersehen, dass für die Entstehung der Fossilkohlen zweierlei Umstände in Betracht kommen: 1. die Anhäufung pflanzlicher Substanzen und 2. die beginnende, nur bei Luftabschluss mögliche Entgasung derselben. Das zur Entstehung der Steinkohlen notwendige Materiale lieferten urweltliche Sumpf- und Landpflanzen. Die ersteren sind diejenigen Pflanzen, die vorwiegend die Sümpfe mit stagnierendem Wasser lieben, dabei eine starke Entwicklung nach oben zeigen, also viel Nahrung brauchen.

Die Hauptmasse des Pflanzenkörpers besteht vorzugsweise aus organischen Verbindungen der Elemente C, H, O, N und S; H und O kommen in den Pflanzen-substanzen in demselben Gewichtsverhältnisse, wie im H_2O , vor, woraus man folgern kann, dass die Pflanze diese zwei Elemente als H_2O aufnimmt. Einige Pflanzenteile enthalten jedoch bloß H, O wenig oder nichts, weshalb es nicht unwahrscheinlich ist, dass ein Teil des H_2O in den Pflanzenorganen dissoziiert wird, H bleibt zurück und O entweicht durch die Spaltöffnungen der Blätter in die Luft. Durch Versuche wurde bewiesen, dass C und O aus der Atmosphäre und H, N, sowie S aus dem Nährboden aufgenommen werden. Die Pflanze entnimmt ihren Gesamtbedarf an C der atmosphärischen Luft, die derzeit im Mittel 0,3 Volumteile pro mille an CO_2 enthält; diese wird dabei unter Abspaltung eines gleichen Volumens O zersetzt, während der C in Form einer noch unbekanntem Verbindung von der Pflanze assimiliert wird.

Die glimmerreichen und insbesondere kalihaltigen Tonschiefer, die den Boden der produktiven Steinkohlengebirge infolge ihrer Verwitterung bildeten, gaben der Pflanzenwelt einen günstigen Nährboden, deren Wachstum durch die große Feuchtigkeit des Bodens und der Luft sehr befördert wurde. Zu allererst waren es die Kryptogamen, d. i. die aphyllischen und chlorophyllosen Pilze, dann Flechten und Süßwasseralgen, welche letztere schon so weit organisiert sind, dass sie CO_2 und H_2O im Licht mittels Chlorophylls dissoziieren. Indes findet man in der Steinkohlenformation verhältnismäßig wenig fossile Exemplare dieser drei Pflanzenarten, weil sie aus zarter, leicht zerdrückbarer Masse bestehen; der Abdruck der Pflanzenform erhielt sich nur dann, wenn die Individuen in Schlamm eingehüllt wurden, der ebenso weich war, wie sie selbst und langsam, sowie ohne große Temperaturerhöhung trocknete und ungestört in seiner Lage verblieb.

Alle diese Pflanzenarten waren der Anfang von Pflanzen höherer Organisation, denen sie durch Verwesung einen zu ihrer Existenz erforderlichen Nährboden

bereiteten. In solchem stickstoffreichen Boden fanden sich nach und nach die zur Ernährung einer mit assimilationsfähigen Blättern und Holzstamm versehenen Pflanze unentbehrlichen Nährstofflösungen ein, als K_2O , das vermöge seiner Hygroskopizität die notwendige Feuchtigkeit erhielt, ferner P_2O_5 , SO_3 , Fe_2Cl_6 u. s. w. Zu den weichen, belaubten Moosen gesellten sich die Gefäßkryptogamen, unter welche die Farne, Equisetaceen, beide mit Spiralgefäßen, und Lycopodiaceen gehören. Die Familie der Lycopodiaceen, die sich durch die Treppengefäße und ihren chlorophyllosen Vorkeim charakterisieren, umfasst nachfolgende Abarten: Lycopodien, Sigillarien, welche die höchstentwickelte Form der Gefäßkryptogamen darstellen, ferner Stigmarien, Lepidodendren und Sphenophylleen.

Die Hauptpflanzen, bezw. Bäume, aus denen die Kohlenflöze entstanden, sind die Sigillarien oder Siegelbäume nebst ihren Wurzelstöcken, die Stigmarien und die Lepidodendren oder Schuppenbäume, von welchen einige Geschlechter in staunhaft großer Individuenanzahl und in später nie wieder erreichten Dimensionen auftreten, ferner schon der Menge nach untergeordnet, die Kalamiten von fast baumartigem Wuchse (manche Rußkohlen) und noch seltener Farne; zum Teil gehören hiezu aber auch Pflanzen mit dünnen Stengeln und großen Blattwirteln, wie die Sphenophylleen, die wohl in seichtem Wasser emporwuchsen und an der Oberfläche desselben die breiten Blätter ausbreiteten, während die schmälere unteren Blätter im Wasser eingetaucht waren. Neben den Gefäßkryptogamen treten auch Reste problematischer, aber höher organisierter Pflanzen, die unseren Gymnospermen, also den Koniferen und den Cykadeen, näher verwandt sind.

Ein exakter Nachweis dieser Annahme wurde erst von v. Gümbel auf Grund mikroskopischer Untersuchungen geführt.¹⁾ Es stellt sich hiebei heraus, dass sich in der Kohle am häufigsten Bruchstücke von Treppengefäßen finden, die an leiterförmigen Verdickungen der Zellwand leicht zu erkennen sind. Von den lebenden Pflanzen enthalten die Gefäßkryptogamen Treppengefäße derselben Art und folglich sind es hauptsächlich Gefäßkryptogamen, deren Reste sich in den die Kohlen begleitenden Schiefen finden. So ließ sich also sicher nachweisen, dass die Steinkohlen einer üppigen Sumpf- und Landflora ihre Entstehung verdanken und zwar höchstwahrscheinlich derselben, deren Reste wir aus den benachbarten Tonschiefern kennen.

Der Haupttypus der Kohlenflora weist auf eine Mitteltemperatur von 20—25° hin und der Umstand, dass selbst hochnordische Kohlenbecken einen tropischen Charakter tragende Pflanzen geliefert haben, scheidet die Annahme zu rechtfertigen, es sei diese hohe Mitteltemperatur damals eine allgemein herrschende gewesen. Indem die Einflüsse einer um vieles höheren, dichteren und mit CO_2 nebst Wasserdämpfen übersättigten Atmosphäre disponibel waren, ist es ohne Annahme eines

¹⁾ „Das Mineralreich“ von Dr. Georg Gürich, Neudamm, S. 630.

tropischen oder eines halbtropischen Klimas erklärlich, warum so ungleichartige und in der Jetztzeit ein so verschiedenes Klima fordernde Pflanzen nebeneinander fortkommen konnten, wenn auch ohne viel geblüht und daher auch Früchte und Samen zur Reife gebracht zu haben.

Betreffend den Einfluss wechselnder Mengen von Kohlendioxyd in der Luft auf das Wachstum der Pflanzen und auf den photosynthetischen Prozess der Blätter veröffentlichten Horace Brown und F. Escombe in „Royal Society 1902“ eine Abhandlung. Die Verfasser haben eine Versuchsreihe mit vollständigen Pflanzen und mit Pflanzen mit abgebrochenen Blättern ausgeführt, welche in Versuchsgewächshäusern in gewöhnlicher Luft und in Luft mit einem Gehalte an größeren Mengen von CO_2 wuchsen. Bei der einen Versuchsreihe wurden 68 Pflanzen von 9 verschiedenen Arten zu einer Hälfte in das Gewächshaus mit gewöhnlicher Luft gebracht, die 3,29 Vol. Proz. CO_2 auf 10 000 enthielt, zur anderen Hälfte in Luft mit einem Gehalte von 11,47 Teilen CO_2 auf 10 000 Teile. Der durch 77 Tage fortgesetzte Versuch und dessen Resultate waren beachtenswert, denn in Luft mit einem größeren CO_2 -Halt brachten die Pflanzen nicht eine Blüte oder Frucht hervor, ihre Blätter waren kleiner und von dunklerer Farbe und viel größerer Menge und Stärke, die als erstes sichtbares Produkt der Assimilation angesehen wird. Gelegentlich wird erwähnt, dass in London der CO_2 -Halt in der Luft während eines starken Nebels bis auf 16 in 10 000 Teilen steigt.

Man kann der Annahme, dass eine nicht allzuhohe Wärme auf der ganzen Erdoberfläche gleichmäßig verteilt war, auch auf Grund der nachstehenden bestrittenen Hypothese Glauben schenken, dass einst in den Anfangszuständen des organischen Lebens das Klima der für Pflanzen und Tiere bewohnbar gewordenen Erde unabhängig von ihrer Stellung gegen die Sonne gewesen, dass die Neigung der Erdrotationsachse, die den Zonenunterschied verursacht, damals keinen solchen Unterschied hervorbrachte, vielleicht weil die Sonnenmasse noch nicht so dicht war und somit sich das Licht sowie die Wärme noch mehr als jetzt durch den Weltraum zerstreuten und die Atmosphäre der Erde zu dicht, zu sehr mit Kohlensäure und Wasserdunst gesättigt war, um den Sonnenstrahlen Durchgang zu gestatten.

Nach Sv. Arrhenius erscheinen von den Bestandteilen der atmosphärischen Luft O und N als sehr stark diatherman (wärmedurchlassend), während der Wasserdampf und noch mehr die CO_2 die dunkle Wärme erheblich absorbieren. Eine zeitweise Steigerung oder Verminderung des Gehaltes dieser zwei letztgenannten Atmosphärenbestandteile muss eine Erhöhung bzw. Erniedrigung der mittleren Temperatur der Erdoberfläche bewirken. Die Temperatur der äußeren Erdrinde ist abhängig von der Sonnenbestrahlung oder Insolation und von der Wärmeausstrahlung an der Erdoberfläche oder Radiation. Auch die Seewärme, d. i. die Wärme in abgeschlossenen Wasserbecken, an deren Ufern die Karbonpflanzen vegetierten, war für das Pflanzenleben wirkungsvoll.

Die pflanzlichen Reste der Steinkohlenformation sind hauptsächlich auf die Kohlenflötze und die sie begleitenden Kohlenschiefer, die tierischen Reste auf den Kulm oder den Kohlenkalk beschränkt. Die Fauna der Steinkohlenperiode widerspricht der Annahme einer kohlenäurereichen Atmosphäre nicht; es fehlt ja an allen Warmblütlern, während Fische und Amphibien, die während der Oberkarbonperiode sich entwickelten, sowie die nunmehr letztvorkommenden Trilobiten, Goniatiten und Ammoniten nachgewiesenermaßen in kohlenäurereicher Luft leben können.

Also aus all diesen Stammpflanzen sind die Steinkohlenflötze entstanden. Die Stämme sind aber selten Riesenbäume gewesen, wie wir sie unter unseren Eichen kennen oder wie sie in den Tropen so häufig sind. Auch scheinen sie nicht reich verzweigt gewesen zu sein, sondern höchstens einige Gabelungen getragen zu haben, ähnlich etwa wie die afrikanische Doumpalme. Endlich verjüngte sich auch der Durchmesser sehr schnell. Auch hatten sie sämtlich einen für ihre Dimensionen geringen Holzkörper; ihr Körperbau bestand vielmehr überwiegend aus parenchymatischem, weichem, saftreichem Gewebe, wie dies auch einer Sumpfflora entspricht. In dieser Richtung hatten die Kohlenpflanzen eine Ähnlichkeit mit den Monocotyledonen, z. B. Palmen, bei welchen die Jahresringe nicht kenntlich sind, da die Gefäßbündel unregelmäßig zerstreut sind; sobald die Gefäßbündel ein bestimmtes Volum erreichen, werden sie nicht mehr dick, die Zunahme neuer Teile geschieht bloß am Ende der Gefäßbündel und deshalb wachsen die Monocotyledonen nur in die Höhe.

Es scheint, dass jene vorweltlichen Kohlenpflanzen mehr Proteinkörper enthielten, die sich hauptsächlich in dem pflanzlichen Protoplasma befinden; in der Holzmasse kam Stärke, in der Rinde, sowie in den Blättern kamen stickstofffreie Pflanzensäuren, darunter auch Gerbstoff mehr vor. Die Equisetaceen mit der Abart Kalamiten enthielten viel SiO_2 und die unterirdischen Stämme der Farne oft fettes oder ätherisches Öl. In den Nadelhölzern sammelte sich Stärke, in ihrer Rinde Gerbstoff und in den übrigen Bestandteilen Harz und ätherisches Öl.

Was die eigentliche Ortslage der Steinkohlenflötze belangt, so sind die Pflanzenreste entweder an Ort und Stelle gewachsene Pflanzen oder es können die Pflanzenreste von anderwärts her an ihren endgiltigen Ablagerungsort gelangt sein. Für die erste Annahme spricht die bereits erwähnte Tatsache, dass alle jene Pflanzen nicht holzreich, sondern vorwiegend weicherer Konsistenz gewesen sind; ferner hat man sehr oft die Stigmarienstümpfe in ursprünglicher Lagerung mit völlig erhaltener Form im Liegenden unmittelbar unter dem Kohlenflötz aufgefunden. Für diese „autochthone“ Entstehung der Kohlenflötze spricht auch ihre allgemeine über große Flächen hin aushaltende Gleichförmigkeit. Hingegen kann die Anschwemmungshypothese oder die „allochthone“ Entstehung höchstens bei kleineren Kohlenschmitzen oder stockförmigen, im Streichen unbedeutend entwickelten Vorkommen gelten. Will man für irgend ein Kohlen-

revier eine andere Bildungsweise annehmen, wird man dieselbe eigens begründen müssen.

In der Sekundärära mit Keuper und Lias, die den Übergang von der Primärära mit dem Steinkohlensystem zu der Tertiärära mit dem Braunkohlensystem bildet, bestimmen eigentlich die Nadelhölzer den Charakter der Fossilflora. Die Koniferen, eine Ordnung der Gymnospermen, gehören einer höheren Entwicklungsstufe der wenn auch noch sehr unvollkommene Blüten tragenden Pflanzen mit meist immergrünen Blättern, sogen. Nadeln an, die Gefäße aber fehlen und so erscheint das scharf abgegrenzte Jahresringe zeigende Holz auf dem Querschnitte homogen. Unter den Pinusarten ist die ungemein schön geformte vorweltliche Pflanzengattung der Araucarites oder Araucarioxylon besonders häufig, die den lebenden Araukarien, einer Nadelholz-Unterfamilie aus Südamerika und Australien, ihrer Struktur nach sehr ähnelt; diese erfordern einen trockenen Boden und ein kälteres Klima. Es geht also der bis dahin herrschende entschiedene Charakter einer Sumpf- und Inselwelt verloren, das Land hebt sich, wird trocken, gestaltet sich

zu Hügeln und Bergen und wenn wir die Früchte und die ganzen Stämme der zapfentragenden Pflanzen mit Zycasarten, den kurzstämmigen Palmen, gleichzeitig vorkommen sehen und diese letzteren Nässe und Hitze, die ersteren aber Trockenheit und einen kühleren Standboden begehren, so werden wir von Hügeln und Bergen zu Gebirgen geführt, auf denen auch noch jetzt in den Tropenregionen die Nadelbäume wachsen.

Der Unterschied zwischen den die Kohlenflötze zusammensetzenden Pflanzen und der Flora der späteren triassischen Periode ist überaus deutlich ausgeprägt. Die Kalamiten sind verschwunden, von den Lepidodendren ist keine Spur mehr zu entdecken und aus den vielen Sigillarien kennt man bloß einzelne Arten. Man findet wohl auch zahlreiche Farne, viele den Equisetaceen ähnelnde Formen, jedoch Nadelhölzer fangen an weitaus öfter aufzutreten, und besonders häufig werden Formen aus dem weiteren Verwandtschaftskreise von Koniferen und Cykadeen.

(Fortsetzung folgt.)

Beitrag zur Kenntnis der Erze der Insel Elba.

Dr. Vieri Sevieri, Chemiker der „Alti forni e fonderia di Piombino“ in Portovecchio, hat in der „Rassegna Mineraria“ vol. XIV, Nr. 7 eine Reihe von Analysen veröffentlicht, welche er im Laboratorium der „Alti forni“ in Portovecchio mit verschiedenen Erzen der Insel Elba durchführte. Während die meisten der bisher veröffentlichten Analysen über Erze der Insel Elba nur den Zweck hatten, diese für den Export zu empfehlen, sind oben erwähnte Analysen für das Hüttenwerk selbst zum Zwecke der Bestimmung der Möllierung angefertigt und können daher größeren Anspruch auf Richtigkeit machen. Aus diesem Grunde dürften sie vielleicht auch für weitere Kreise von Interesse sein.

Bei der Entnahme der Proben für diese Analysen wurde Bedacht darauf genommen, dem Durchschnittswerte der Erze möglichst nahe zu kommen. Den zur Anlieferung gelangenden Erzmengen bis zu 200 t wurden jeweils Probestücke von Nussgröße entnommen bis zu einem Gesamtgewichte von ungefähr 100 kg. Diese Erzproben wurden nun gut durchgemischt und daraus neuerdings ungefähr die Hälfte des Gewichtes an Erzen als Probe entnommen. Unter Wiederholung dieses Vorganges bei gleichzeitiger Zerkleinerung des Erzes erhielt man endlich eine als durchschnittlich anzunehmende Erzprobe von wenigen Kilogramm, welche nun in einem Gusseisenmörser zu Pulver zerstoßen wurde.

Das so erhaltene Pulver passierte ein Seidensieb, wurde nochmals in einer Achatschale zerrieben und gelangte nun in einem Glasgefäß mit eingeriebenem Stöpsel zur Aufbewahrung. Diese Erzprobe im Gewichte von etwa 300 g diente der analytischen Untersuchung. Zunächst wurde ein Teil dieses Pulvers, genauer gewogen, in einem kleinen Ofen auf 100° erhitzt und damit der

Feuchtigkeitsgehalt bestimmt, welcher bei den folgenden Bestimmungen in Rechnung gezogen wurde.

Von einer eingehenden Beschreibung der nun folgenden analytischen Bestimmungen der einzelnen Bestandteile soll abgesehen werden. Es sei nur bemerkt, dass Kieselsäure, Tonerde, Mangan und Kalk aus einer einzigen Wägung bestimmt, dagegen für Eisen, Phosphor, Schwefel und Arsen getrennte Wägungen vorgenommen wurden.

Nachstehend einige Analysen; die Prozente beziehen sich auf die bei 100° getrockneten Erzproben.

Zu bemerken ist, dass in der Tabelle mit dem Namen „Capo-Pero“ alle Erze bezeichnet sind, die in der Verladestelle „Capo-Pero“ verladen werden, während die anderen Namen die Abbaustellen bezeichnen. Die Feuchtigkeit der Erze in den Lagerhaufen wurde bestimmt, indem man ungefähr 5 kg des Erzes rasch zerkleinerte und in einem Ofen auf 100° erhitzte. Der Nässegehalt schwankt bei normalen Verhältnissen zwischen 2 und 5%.

Der Gehalt an Magnesium wurde nicht bestimmt, obgleich man in den Erzen manchmal Asbestfäden bemerken kann; ebenso auch Titan, welches in einigen Analysen von Erzen der Insel Elba (mitgeteilt von Wagner) nur in Spuren vorhanden bezeichnet wird und auf dessen Vorhandensein ab und zu die vom Hochofen fallende Schlacke hinweist, deren schöne Türkisfarbe von einigen Metallurgen dem Gehalte an Titan zugeschrieben wird.

Die Erze, denen die Proben für die Analysen entnommen wurden, waren gut geschieden und meist großstückig, ausgenommen das Klein- und Wascherz; sie waren daher umsoweniger durch erdige Bestandteile verunreinigt, als die Erze aus dem Bergbaue schon wenig feucht mit wenig anhaftenden erdigen Teilen

zur Aufgabe machen, dann ist dies sicher ein Weg zur Erhaltung ihrer Selbständigkeit.

In diesem Falle geht es aber nicht an, die Elektrochemie nur anhangsweise vorzutragen, wie es bei der Metallhüttenkunde oder Chemie der Fall wäre, weil ja die Elektrochemie für den Hüttenmann ebenso wichtig ist wie die genannten Fächer.

Noch mehr ist es begründet, eine eigene Lehrkanzel für Elektrochemie zu errichten, sobald dieser Vorzug der Elektrotechnik zugesprochen wird, welche nur den Zweck hat, die Hörer der Bergakademien über die Anwendungen der Elektrizität auf ihre Fächer zu orientieren, nicht aber sie zu Elektrotechnikern heranzubilden, deren Vortrag mithin enzyklopädisch genügt, während die Elektrochemie dem Umfange und der Bedeutung nach mit zu den Hauptfächern der hüttenmännischen Technik gehört.

Der Vortragende hat folgende für den Elektrometallurgen wichtige Werke aus der elektrochemischen Literatur jüngster Zeit zur Einsichtnahme angelegt:

„Elektrometallurgie.“ 1. Abtheilung von Prof. Dr. W. Borchers, 3. vermehrte und völlig umgearbeitete Auflage. Leipzig, Hirzel, 1902.

„Bergbau, Hüttenwesen, Metallindustrie auf der Düsseldorfer Ausstellung.“ Chemische Plaudereien von Dr. Richard Escapes. München, Th. Riedel, 1902.

„The Electroplating and Electro-Refining of Metals.“ Being a New Edition of Alexander Watt's „Electro-Deposition“ revised and largely rewritten by Arnold Philip. London, Crosby Lockwood & Son, 1902.

„Die Gewinnung des Aluminium und dessen Bedeutung für Handel und Industrie.“ Von Adolphe Minet, ins Deutsche übertragen von Dr. Emil Abel, Halle a. S., W. Knapp, 1902.

„Die Darstellung des Chroms und seiner Verbindungen mit Hilfe des elektrischen Stromes.“ Von Prof. Dr. Max Le Blanc. Halle a. S., W. Knapp, 1902.

„Die Elektrolyse des Wassers.“ Von Oeringen. V. Engelhardt. Halle a. S., W. Knapp, 1902.

„Zur Verwerthung speciell der Wiedergewinnung des Zinns von Weissblechabfällen.“ Von Dr. Hans Mennicke. Stuttgart, F. Enke, 1902.

„Elektromagnetische Aufbereitung.“ Von Berging. F. Langguth. Halle a. S., W. Knapp, 1903.

„Die Cyankaliumlaugung von Golderzen.“ Von dipl. Ing. Ernst Victor. Wien, A. Hartleben, 1902.

„Jahrbuch der Elektrochemie.“ Herausgegeben von Dr. Heinrich Danneel, VIII. Jahrg., Halle a. S., W. Knapp, 1902.

„Specielle Elektrochemie.“ Von Dr. Heinrich Danneel. 1. Lieferung. Halle a. S., W. Knapp, 1903.

„Lehrbuch der Elektrochemie.“ Von Svante Arrhenius. Aus dem Schwedischen übersetzt von Hans Euler. Leipzig, Quandt & Händel, 1901.

„Einführung in die Elektrochemie.“ Von Peter Gerdes. Halle a. S., W. Knapp, 1902.

„Acht Vorträge über Physikalische Chemie.“ Gehalten auf Einladung der Universität Chicago, 20. bis 24. August 1901 von J. H. van't Hoff. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1902.

„Die Theorie der elektrolytischen Dissociation.“ Von Dr. Max Roloff. Berlin, J. Springer, 1902.

„Über die Bedeutung elektrischer Methoden und Theorien für die Chemie.“ Vortrag, gehalten am 27. September 1901 auf der 73. Naturforscherversammlung zu Hamburg von Prof. Dr. W. Nernst. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht, 1901.

„Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie.“ Von W. Ostwald. 3. Auflage, Leipzig, W. Engelmann, 1901.

„Kalender für Elektrochemiker, sowie technische Chemiker und Physiker für das Jahr 1903.“ Von Dr. A. Neuburger. Berlin, M. Krayn, 1903.

Einiges Neue über die Entstehung der Mineralkohlen und ihre Selbstentzündung, sowie über die Schlagwetterexplosionen.

Mitgeteilt von **F. Janda**, k. k. Oberhüttenverwalter.

(Fortsetzung von S. 329.)

Die geologische Verbreitung der Kohlenflöze in der mesozoischen Ära ist relativ keine große. Möglicherweise wurden die Waldbestände infolge der Lokalbrände vernichtet; denn die Atmosphäre war mit Sumpfgas, Sauerstoff genügend gesättigt und konnte sich durch den elektrischen Funken, den Blitz oder die Eigenhitze der Erde, der Lava, leicht entzünden. Falls sich der durch solch einen Brand erzeugte Ruß an kahlen Granit- und Syenitgesteinen sammelte, wo er keinen Boden von Pflanzenwesen fand, vermochte er sich nicht zu karbonifizieren und es fand mit Hilfe geologischer Agentien seine Umbildung in Graphit statt. Die an der Brandstätte verbliebene, alkalibaltige Asche wurde durch die atmosphärischen Riesenniederschläge ausgelaugt und dies veranlasste die Bildung von Meerwasser, aus welchem das triassische Salzgebirge entstand. Hiedurch heiterte sich die Lufthülle aus und nahm in dem Weltraume eine gewisse Begrenzung an, wobei die Insolation und Radiation mehr denn je zur Wirkung kamen.

Da, wie schon erwähnt, in der paläozoischen Epoche eine nicht zu hohe Wärme auf der ganzen Erdoberfläche

gleichmäßig verteilt war, war auch der Vegetationscharakter überall gleich; in der mesozoischen Ära unterschied er sich schon deutlich nach dem trockenen oder nassen Standorte; in der känozoischen Periode sind örtliche klimatische Unterschiede unverkennbar.

Die Sand- und Thonschichten der tertiären Formation, zwischen denen die Braunkohle, häufig mit ihnen abwechselnd, zu liegen pflegt, vortraten, so wie diese Kohle selbst, ein jugendliches Alter im Vergleich mit den früheren Gebilden ähnlicher Art. Wo man ehemals Sandstein und Schieferthon antraf, da findet man in der tertiären Formation mehr oder minder feine Sande an den Plateaux und fette oder sandige Thone (Kohlenletten) an den Abhängen.

Die Laubbölzer, welche in der Braunkohlenformation vorwalten, beweisen eine bedeutend höhere Entwicklungsstufe als die Pflanzen ehemaliger Formationen; ihr anatomischer Bau ist komplizierter als der von Nadelhölzern, ihr Holz zeigt in der Masse größere Poren, die von den weiten Gefäßen herrühren; sie haben Jahresringe und eigentliche Blätter, welche in nördlichen

Klimaten im Herbst abfallen und im Süden immergrün bleiben; sie sind öl- und harzführend und zwar in den Früchten und Samen. Es erscheinen zwar noch Nadelhölzer in manchen Species als zypressenartige Bäume und Sträucher, aber häufiger treten die Blattpflanzen auf, wie Weiden, Buchen, Erlen, Pappeln, Hasel- und Walnüsse, immergrüne Eichen, Ahorne und Ulmen. Obgleich diese Pflanzen auf ein Klima schließen lassen, das unserem jetzigen ähnlich und von den Jahreszeiten abhängig ist, so ist doch nicht zu verkennen, dass es wärmer oder dass die Temperatur gleichmäßiger verteilt gewesen sein musste; denn man findet in den Braunkohlen Mittel-Frankreichs — in der Auvergne — Myrten, immergrüne Lorbeeren, Zimt- und Kampferbäume, Baumwollstauden, Kreuzdorne, Storaxbäume, kleine Fächerpalmen, sogar einige Kakteen neben Brombeeren, Peebnelken und anderen ähnlichen Pflanzen.

In Bezug auf die Lebewelt schließt sich das Tertiär der Neuzeit ziemlich eng an; man merkt die Entwicklung der mono- und dikotyledonen Pflanzen, das Verschwinden der Brachiopoden, Goniatiten, Ammoniten und Belemniten, die Verminderung der Amphibien und Reptilien (Krinoiden), die Vermehrung der Fische, sowie die Entwicklung der Vögel und der Säugetiere.

Bei all diesen geologisch jüngeren Kohlen gilt die Theorie von der autochthonen Entstehung der Flöze natürlich nur mit Einschränkung. Man wird von Fall zu Fall Lokaluntersuchungen vornehmen müssen, in welcher Weise solche Flöze entstanden seien. Bei sämtlichen stockförmig angeschwemmten Flötzen, die sich sonst unter ungestörten Lagerungsverhältnissen befinden, liegt der Gedanke nahe, dass man es mit Schwemmhölzern zu tun habe. Das Vorkommen der Braunkohle fast immer in muldenförmigen Vertiefungen deutet wohl darauf hin, dass ihre Substanz zusammengeschwemmt wurde; der Ablagerungsort war eine natürliche Bodensenkung, welche die Gewässer wiederholt überfluteten und in welcher sie die mittransportierten Holzmassen absetzten. Es waren wohl stets Binnengewässerströme, nicht Meeresfluten, welche die Pflanzenreste in so ungeheuren Massen anschopten; dies sieht man an den aufgefundenen wenigen tierischen Überbleibseln, namentlich Muschelschalen; sie sind immer solche, die den zum Teil noch lebenden oder verwandten Gattungen der Bäche und Seen entsprechen, nirgends aber findet man Spuren von Meerestieren.

Als Ausgangsmaterial bei der Entstehung der Fossilkohlen betrachtet man die sklerotische Substanz der Wandung der pflanzlichen Zelle, d. i. Zellulose $C_6 H_{10} O_5$; bezeichnenderweise haben die Kohlenhydrate Stärkemehl und Gummi, genau dieselbe prozentuale Zusammensetzung, und doch zeigen sie bei der trockenen Destillation ein abweichendes Verhalten.¹⁾ Die Pflanzen, besonders ihre holzigen Teile enthalten aber innerhalb der Zellen noch Verdickungen der Zellwand, welche

¹⁾ „Betrachtungen über das Backen und über die Bildung der Steinkohle“ von Ed. Donath, „Österr. Ztschr. f. B. u. H.“, 1902, Nr. 2, S. 16.

aus anderem Stoffe bestehen, der reicher an C und ärmer an H ist als Zellulose, nämlich aus Holzstoff (sogenanntes Lignin oder Xylogen), welcher anscheinend kein einheitlicher Körper ist und welchem man die Formel $C_{10} H_{24} O_{10}$ zuschreibt; deswegen erhalten wir für Hölzer einen höheren Kohlenstoffgehalt als für Zellulose. Dieselbe, sowie Lignin sind bekanntlich in den Hölzern mitunter zu gleichen Teilen enthalten, ja häufig ist sogar Lignin vorherrschend.

Nach Tollen²⁾ sind in den verholzten Zellen drei Bestandteile anzunehmen, welche mehr oder minder miteinander verbunden sind: 1. Zellulose bzw. Zellulosen, 2. Holzgummi oder Xylan und 3. ein Stoff oder Stoffe, welche der aromatischen Gruppe (Anthracen, Phenantren, Chrysen u. s. w.) angehören. Letztere beiden werden gemeinschaftlich als Lignin beschrieben. A. Ihl³⁾ reiht das Lignin in die Klasse der sogenannten Gummiharze ein, die sich durch Behandlung mit Alkalien und Säuren, aber auch schon durch bloßes Kochen mit Wasser in ihre Komponenten, ein Gummi und ein Harz mit dem Charakter aromatischer Substanzen, spalten.

Sowie nun die Pflanze der verschiedensten Familien in lebendem Zustande bei gelegentlicher Verletzung den Normalbestand des Zellinhaltes anstatt zur Verstärkung der Zellwand dazu verwendet, durch Aufnahme des eindringenden Sauerstoffes und chemischer Metamorphose sich in Harz umzubilden, welches die Wundfläche überdecken und schützen soll, so entstehen in ähnlicher Weise beim Luftzutritt in der Pflanze aus dem Zellinhalte und Zellwandung, wenn dieselben dem Lebensprozesse nicht mehr dienen, also während der Sklerose, und sich auch nicht durch Oxydation vergasen können, eigenartige Stoffe von ähnlicher Zusammensetzung, die sich jedoch durch schwarze Färbung auszeichnen und die wir mit dem Ausdruck Humus bezeichnen. Bei mikroskopischer Untersuchung solcher Pflanzen findet man diese schwarze Substanz innerhalb der Zelle abgelagert, die Zellhaut selbst geschrumpft und geschwunden.

In manchen Torfen scheidet sich eine harzähnliche, schwarze Substanz in größeren Knollen mitten unter den Moosresten aus; größere Vorkommen dieser Art aus bayerischen Torfmooren hat man Dopplerit benannt; derselbe enthält mehr C im Verhältnis zu H und O als in der Zellulose und zugleich etwas Kalk; man sieht ihn als das Kalksalz einer bei der Zersetzung der Pflanzen entstehenden Säure, der sogenannten Huminsäure, an.

Das pflanzliche Protoplasma, eine albuminöse Materie, vergrößert sich durch Assimilation passender Nahrung, wobei sich auch die organische Substanz vermehrt. Die Proteinkörper enthalten bekanntlich 50,4—54,8% C, 6,8—7,3% H, 22,8—24,1% O, 15,4—18,2% N und 0,4—1,8% S. An der Luft unterliegen sie bald der Fäulnis, wobei, sowie bei tiefer greifender Zersetzung, Schwefelwasserstoff und Ammoniak auftreten; bei trockener Destillation geben die Proteinkörper empyreumatische Öle

²⁾ „Handbuch der Kohlenhydrate“ von Tollen, II. Band.
³⁾ „Chem. Ztg.“, 1881, S. 201.

und kohlen-saures Ammoniak neben brennbaren Gasen. Pflanzenalbumin ist ein Proteinkörper, gelöst in fast allen Pflanzensäften, der gerinnt oder trübe wird beim Erhitzen der Säfte.

Wir können uns die Entstehung der Kohlenflöze im allgemeinen ganz ähnlich vorstellen, wie wir das Wachsen des Torfes vor sich gehen sehen. Dass bei der Torfbildung wirklich eine Entgasung im Spiel ist, erkennt man an der Entwicklung der aus dem Moor und Sumpf entweichenden Gase. Diese sind das Sumpfgas, die Kohlensäure und andere, die in Form großer Blasen zur Oberfläche steigen und zerplatzen. Die Vertorfung ist also der erste Schritt der Entgasung der Torfmoorpflanzen. Ähnlich wird der Vorgang sein, der sich in versengten Holzstämmen, sowie in angehäuftem Pflanzenmoder abspielt.

Den chemischen Prozess der Naturkarbonifikation können wir uns auf Grund der eingangs erwähnten Vorgänge in nachstehend angeführter Sukzession oder auch parallel stattfindend erklären. Zunächst verbindet sich der O mit dem H zu Wassergas, dann mit einem Teile des C zu CO_2 und endlich der C mit dem H zu Kohlenwasserstoffen; diese Gase entweichen von Schicht zu Schicht nach der Oberfläche. Die Karbonifikation ist also eine Folge der allmählichen Abnahme von O und H und diese Grundstoffe selbst eine Folge der eben erwähnten chemischen Prozesse. Bei dieser Zersetzung und Entmischung wurden andere Verbindungen aus C,

H und O eingeleitet und die Pflanzenfasern machten nach und nach Übergänge in die gedachte Kohlenmetamorphose durch. Eine Bestätigung dieses Vorstellungsmodus finden wir darin, dass in Kohlenbergwerken noch heutzutage die Bildung solcher Verbindungen vor sich geht und Gase entwickelt werden, und zwar in den geologisch jüngeren Braunkohlenflötzen vorwiegend CO_2 , in den geologisch älteren Steinkohlenflötzen dagegen Kohlenwasserstoffe. Auch vermittelt chemischer Analysen wurde die für manche Reviere angenommene Hypothese des vom Boden des Beckens nach oben hin wachsenden Gasgehaltes der Kohlen verschiedener Flöze begründet.⁴⁾ Denken wir uns ein Lager von aufgestapeltem Pflanzenmoder mit z. B. thonigem Schlamm überdeckt; ohne Zweifel werden starke innere Erhitzung und hoher Druck darauf wirken, dass das Wasser viel schneller daraus ausgetrieben werde; auch kompliziertere Verbindungen erleiden eine Zersetzung und gasförmige Kohlenwasserstoffe entweichen, wodurch die Kohlen-substanz konzentriert wird. Also die Austreibung der flüchtigen CH-Verbindungen einerseits und Konzentrierung des C andererseits sind als Erfolg einer trockenen Druckdestillation anzusehen, welche in langsamerer Weise mit Hilfe geologischer Agentien erreicht wird.

⁴⁾ „Bg. u. Httm. Ztg.“, 1902, Nr. 29, S. 364, „Das Kohlenbecken von Holländisch-Limburg“.

(Fortsetzung folgt.)

Die Produktion der Welt an nutzbaren Mineralien.*)

Im amtlichen Berichte des Prof. Le Neve Fosters, welcher eine wertvolle und mit aller Sorgfalt verfasste Arbeit bildet, findet man einige Tabellen von allgemeinem Interesse, die vornehmlich dazu dienen sollen, die Mineralstatistik englischer Kolonien und der fremden Länder mit der des Königreiches Großbritannien zu vergleichen. Selbstredend sind die in den Zusammenstellungen enthaltenen Angaben immer noch lückenhaft, weil einerseits einige mit großen Mineralschätzen gesegnete Länder, wie China mit seinen großen Kohlenlagern, Persien, die Türkei, die Argentinische Republik u. a. m., keine statistischen Daten veröffentlichen, andererseits einige europäische Staaten mit der Publikation der diesbezüglichen Statistik sehr saumselig sind. Die folgende Zusammenstellung gibt die Summe der in den einzelnen Ländern des Britischen Reiches in der Montanindustrie beschäftigten Personen an. Aus der Gegenüberstellung der Summe dieser Zusammenstellung und der in der Tabelle II angeführten Bergarbeiteranzahl der übrigen bergbautreibenden Länder ersieht man, daß das britische Reich bedeutend mehr Arbeiter beschäftigt.

Mit Bezug auf die nachstehende und die folgende Tabelle muss erwähnt werden, dass in einigen Fällen sich die Angaben auf das Jahr 1899 und in zwei Fällen sogar auf die Jahre 1897 und 1898 beziehen, weil neuere

Tabelle I.

Bergarbeiterstand im Britischen Reiche im Jahre 1900 und 1901.

L a n d	Jahr 1900	Jahr 1901
1. Großbritannien und Irland	908 412	933 366
Britische Kolonien (Schutzgebiet und ausländischer Besitz)		
2. Australien	118 055	110 724
3. Bahamas	400	423
4. Barbados	100	100
5. Britisch-Guiana	5 616	13 602
6. Britisch-Guinea	325	325
7. Kanada	31 332	33 308
8. Kapkolonie	14 645	15 844
9. Ceylon	160 803	160 803
10. Kanalinseln	1 200	1 200
11. Weihnachtsinsel	550	550
12. Vereinigte Malay-Staaten	168 000	162 577
13. Goldküste	2 913	2 913
14. Indien	133 128	142 491
15. Natal inklus. Zululand	1 602	3 397
16. Neufundland	1 352	1 421
17. Neu-Seeland	15 962	15 486
18. Rhodesia	—	6 555
19. Transvaal	—	19 538
Summe des britischen Reiches	1 564 451	1 624 623

Zahlen nicht zu erhalten waren. Auch sind bei einigen Ländern die Angaben unvollständig, indem z. B. der Arbeiterstand in Canada nur Britisch-Kolumbia, Nova Skotia (Neuschottland), Ontario und Quebec umfasst. Auch für die unter englischem Protektorate stehenden:

*) „The Iron and Coal Trades Review.“ (April 1903.)

gleichzeitig drei Seelsorger gewesen sein, woraus auf größere Seelenzahl in der Gemeinde zu schließen ist; doch kann diese auch durch den benachbarten ehemaligen Silberbergbau bei St. Martin in Kärnten veranlasst worden sein.

Was nun den dritten der erwähnten Bergbaue in der Umgebung Neumarkts betrifft, jenen der Frauenlacke unterhalb des Zirbitzkogels, so war dieser im 16. Jahrhundert im Besitze der Stadt Judenburg, welche sich durch die Erhebung eines Eisenbergwerkes „auf der Alm bei der Stadt“ aus finanziellen Nöten zu helfen suchte; gegenwärtig gehört er zum Besitze des ehemaligen Hammergewerkes Forcher in St. Peter bei Judenburg. Die Erze wurden früher in der Nähe — einige Kilometer unterhalb des Bergbaues — in einem Hochofen verschmolzen, dessen Überreste „auf der Schmelz“ noch jetzt zu sehen sind und der hoch über der jetzigen Waldgrenze steht. Wahrscheinlich des mangelnden Holzes zur Koblung wegen kam dieser in 1500 m Meereshöhe gelegene Hochofen außer Betrieb; die Erze sollen zuletzt einem Schmelzwerk in der Nähe von Obdach zugeführt worden sein, wobei jedenfalls die Fuhrkosten recht hoch gewesen sein mussten.

Schluss.

Aus vorstehenden Mitteilungen ergibt sich, dass die von Nord nach Süd verlaufende Neumarkter Schiefermulde am östlichen wie westlichen Rande von Eisensteinvorkommen begleitet ist, welche in charakteristischer

Weise an die Berührung von Kalk und Schiefer gebunden sind und in deren Fortsetzung auf dem östlichen Flügel der Hüttenberger Erzberg, auf dem westlichen Flügel die aufgelassenen Baue von St. Salvator und Olsa bei Friesach sich befinden. Auf diese Eisensteine wurde bereits vor mehreren Jahrhunderten gebaut, ohne dass sie ausgebaut wären. Die schwierige Gewinnung der festen Erze, die damalige Unkenntnis in der Verschmelzung von Magnet- und Roteisenstein, sowie ungünstige Transportverhältnisse haben diese Baue zum Stillstand gebracht, sie damit aber möglicherweise gleichzeitig vor der Erschöpfung bewahrt.

Nun haben sich die Verhältnisse derart geändert, dass durch Anwendung von Dynamit die Gewinnung billiger geworden ist, die Verschmelzung von Magnet- und Roheisenstein ebenso anstandslos gelingt wie jene der Spateisensteine, und dass moderne Transportmittel den Versand reichhaltiger Erze auf weite Strecken ermöglichen.

Dazu kommt, dass sich bereits vor einigen Jahren zufolge gesteigerter Nachfrage nach Eisen ein Mangel an Erzen fühlbar machte und dass dieser Mangel stärker zunehmen wird als jener an Brennstoff. Daher werden manche Eisensteinbaue, welche im vorigen Jahrhundert verlassen und stillgesetzt wurden, im neuen Jahrhundert wieder aufgesucht und in Betrieb gebracht werden, und für diesen Fall soll hiemit das Eisensteinvorkommen bei Neumarkt der Vergessenheit entzogen und fachmännischer Beachtung empfohlen werden.

Einiges Neue über die Entstehung der Mineralkohlen und ihre Selbstentzündung, sowie über die Schlagwetterexplosionen.

Mitgeteilt von **F. Janda**, k. k. Oberhüttenverwalter.

(Fortsetzung von S. 346.)

Die vorweltlichen Waldbestände starben entweder infolge der Sklerose ab, oder periodische Einbrüche des Sees vernichteten vorübergehend dieselben und führten thonigen Schlamm und Sand herbei, welche nach Rückzug des Sees für eine neue Vegetation den Boden darboten. Auf dem feuchten Boden oder in stagnierendem Wasser vegetierten Schimmelpilze, Moose und wasservollgesogene Schwämme, trockneten den Boden einigermaßen aus und bereiteten den gehörigen Boden der höher entwickelten Pflanzenwelt vor. Am Sumpfe entwickelte sich abermals Methan, das entwichen ist oder von den vertorften Pflanzenfasern zum Teil absorbiert wurde. Die Kohle wird sich in großen Massen oder in mehr oder minder starken Bänken übereinander liegend und mit Schieferthon und Sandstein oder mit Kohlenletten und Sand abwechselnd zeigen, wenn die Anhäufungen nicht auf einmal, sondern in fern voneinander liegenden Zeitperioden stattfanden und sich vor jeder neuen Vermehrung der Pflanzenreste auch noch Sedimente bildeten, vielleicht

die Mulde selbst zu einem See wurde, der, über den Kohlen stehend, auf diese Weise seinen suspendierten Thon und Sand niederließ; es dürften auch Sanddünen darübergerweht worden sein. Ging ferner die Umwandlung der angehäuften Pflanzen rasch von statten, so musste man wohl an vielen Stellen noch die Holzstruktur, so konnte man Blätter, Nadeln, Zweige und Früchte erkennen; war dagegen vor dem Anhäufen der Pflanzen von ihrer nassen Fäulnis, ihrer teilweisen Dörrung bis zu ihrer beginnenden Destillation ein bedeutender Zeitraum vergangen, so musste begreiflicherweise eine Zersetzung der Pflanzen, d. i. die Karbonifikation vor sich gehen, die wieder mehr oder minder vollständig war, je nachdem die Umstände günstig, Feuchtigkeit, Wärme, Trockenheit und wieder Nässe u. s. w. miteinander abwechselten. Sodann wird die Holzstruktur makroskopisch weniger oder gar nicht mehr erkennbar und die Kohlenmasse wird gleichartig. Wo geologische Faktoren, z. B. der Druck im Laufe der geologischen Perioden am intensivsten tätig waren, je länger der

Prozess der trockenen Druckdestillation gedauert hat, desto ärmer an O und H und demgemäß umso reicher an C müsse die Kohle sein.

Durch Wachstum an Ort und Stelle wurden Pflanzenreste angehäuft, durch Verrottung der Verwesung entzogen und durch Naturkarbonifikation infolge beginnender trockener Destillation auf ihren jetzigen Grad der Entgasung gebracht. Bei einer solchen Entstehung muss naturgemäß ein fortwährender Wechsel der Entstehungsbedingungen auch eine Änderung des Produktes bewirkt haben. Durch ein voraussichtlich periodisches Wachstum verschiedener Pflanzenformen, durch den Wechsel der atmosphärischen Niederschläge, durch Überdeckung mit Windschutt, durch Überschwemmung mit feinstem Schlamm sand (0,2 mm Korngröße, aber oft nur 0,03 bis 0,01 mm ohne Bindemittel) entstanden in den Flötzen selbst abwechselnde Schichten von verschiedenem Materiale und von verschiedenem Aschenhalt.

Auch ist bei den geologischen Vorgängen in der Erdkruste, bei den Faltungen und Biegungen, Druckwirkungen und Verwerfungen, Stauchungen und Lockerungen die Karbonifikation oft innerhalb desselben Flötzes sehr verschiedenartig vorgeschritten. An den Stellen höchsten Druckes hat die stärkste Vorgasung stattgefunden, die Steinkohle ist hier nicht selten bis zu Anthrazit umgewandelt.

Der Karbonifikationsprozess der Pflanzenreste in der tertiären Formation ist ein unvollkommener; die Substanzen sind nicht schwarz, wie die Steinkohlen, nicht ganz oder beinahe bitumenfrei, wie diese, sondern im Gegenteil sehr reich daran, ja das Bitumen findet sich fest und flüssig in den Gebilden dieser Periode. Die Bitumina sind verdichtete anorganische Kohlenwasserstoffe, die durch die trockene Druckdestillation harziger Substanzen, ätherischer, sowie fetter Öle und tierischer Organismen entstanden sind. Unter dem Begriff „Bitumen“ bezeichnet der Berg- und Hüttenmann diejenigen organischen Bestandteile, die sich durch verhüttungsmäßige Destillation als Gas bzw. Teer gewinnen lassen. In der bergbaulichen Praxis ist jedoch schlechthin diese Bezeichnung auch für solche organische, zum Teil nicht direkt in organischen Solventien, als in Benzol, bzw. frisch rektifiziertem, sauerstofffreiem Terpentinöl lösliche Substanzen längst eingebürgert. Die löslichen bezeichnet der Chemiker mit dem Namen Asphaltbitumen; durch dieselbe wird die Brennkraft oder der quantitative Wärmeeffekt der Kohle erhöht. Die Bitumina werden unter Luftabschluss und bei Gegenwart von Wasser zersetzt und scheiden Kohlenwasserstoffgase aus, wobei Wärme frei wird.

Als eine ganz merkwürdige Besonderheit der Braunkohlen erscheint auf den ersten Blick ihre große Verschiedenheit untereinander; jede damit angefüllte Sammelmulde zeigt eine andere Beschaffenheit, da diese Kohlen sich in relativ verschiedenen Karbonifikationsstadien befinden. Rückt das Alter der Steinkohlen in viele Millionen Jahre zurück, so machen etliche Tausend auf oder ab sehr wenig aus; ganz anders ist es mit den Braun-

kohlen, deren Alter selbst nur nach zwanzig, fünfzig, wenn auch mehr Jahrtausenden, nicht nach Millionen gezählt werden muss.

Das Alter der Braunkohlen hat auf ihre Beschaffenheit sehr großen Einfluss. Viel stärker karbonifiziert, also bitumenärmer sind die Braunkohlen der unteren Schichten der älteren Epoche; weniger kompakt und mehr mit Pflanzenresten durchsetzt sind die späteren Gebilde. Die Braunkohlen sind noch immer ziemlich arm an C, enthalten viel hygroskopisches Wasser und auch mineralische Verunreinigungen. Bemerkenswert ist, dass ziemlich strukturlöse Glanzkohlen oder Stangenkohlen von rein schwarzer Farbe vielfach vorkommen, die an die Dopplerit-Ausscheidungen in den Torfmooren erinnern. Bei den Braunkohlen sind mehrfach Fälle von Durchbrechungen und Überdeckungen durch Basaltgänge und Basaltlavadecken bekannt. Die Braunkohlen wechseln in ihren Eigenschaften, in Zusammensetzung und Heizeffekt außerordentlich und übertreffen diesbezüglich die Steinkohlen. Sie enthalten mehr flüchtiges Bitumen, sind daher leichter entzündlich und verbrennen mit rauchender Flamme und brenzlichem Geruch. Die Braunkohlen an den Ausbissen werden entgast und es wird dadurch der Wert solcher Kohlen bedeutend verringert.

Die Braunkohlen, die zumeist braune Farbe haben, sind ihrer Beschaffenheit nach bald erdig, wie fester Torf, bald speckig wie der hellfarbige Pyropissit, bald harzartig wie Glanzkohle oder massige Pechkohle von schwarzer Farbe; wo die Kohle vorzugsweise von Blättern herrührt, hat sie ein dieser Entstehungsart entsprechend blättriges Gefüge und heißt auch Blätterkohle oder Dysodil (Stinkkohle), der hellbraunfarbig und dünnstiefriig ist und unter allen Kohlen die meiste Asche hinterlässt; ähnlich verhält sich Nadelkohle und Schilfkohle. Stellenweise haben die Braunkohlen das Aussehen von Holzfragmenten bzw. deutliche Holzstruktur erhalten, wie der eigentliche Lignit oder bituminöses Holz; diese jüngste, holzige Braunkohle lässt die Jahresringe genau unterscheiden.

Über die Umstände, unter welchen der Karbonifikationsprozess erfolgte, bestehen abweichende Anschauungen:⁵⁾ Während einerseits angenommen wird, dass sich jener Prozess ohne Zutritt der Luft vollzogen hat, sind andere und speziell auch v. Gümbel der Ansicht, dass die durch Zerreißen entstandene Zugänglichkeit der Gesteinsmassen für Luft und Wasser die Fortsetzung des Karbonifikationsprozesses und speziell die Bildung von Anthrazit begünstigt haben. Es ist jedoch wohl anzunehmen, dass der Karbonifikationsprozess sich mindestens während einer sehr langen Zeitdauer tatsächlich unter Luftabschluss vollzogen hat und ebenso dass derselbe zumeist nicht bei relativ höheren Destillationstemperaturen von 35—100° erfolgt ist, im Maximum bei solchen Temperaturen, bei denen noch keine Zersetzung durch trockene Destillation erfolgte. Bezüglich

⁵⁾ „Betrachtungen über das Backen und über die Bildung der Steinkohle“ von Prof. Ed. Donath, „Österr. Zeitschr. f. B. u. H.“, 1902, Nr. 2, 3 u. 4.

der Entstehung der Steinkohle wird als aktives Agens der Wasserdampf bei hohem Drucke und relativ niedriger Temperatur angenommen; der naszierende H und H_2S , der sich auch durch Desoxydation von Sulfaten in Gegenwart von faulender organischer Materie bildete, wirkten reduzierend. Ferner dürfte die in den Pflanzensäften anwesende Schwefelsäure die unlöslichen Pflanzenzellen mazeriert und durch Wärme und Nässe in kohlige Masse umgebildet haben. Dieser letztere Faktor spielte namentlich bei den Steinkohlen eine gewisse Rolle, bei deren Entstehung das Wasser als solches nicht so viel, sondern vorwiegend als Dampf oder warmer Dunst mitwirkte; das SO_2 ging mit C, H und O in eine bestimmte Verbindung über.

Selbst wenn man die Anschauung teilt, dass die Steinkohlenbildung⁶⁾ ein ganz analog der Braunkohlenbildung verlaufender Prozess sei und nur in der Zeitdauer des Verlaufes sich unterscheidet, so ist es ausgeschlossen, dass aus Braunkohle durch eine weitere Fortsetzung der Karbonifikation ein Körper entstehe, der bei trockener Destillation vorwiegend Körper der aromatischen Reihe liefern würde. Die basischen Destillationsprodukte können wohl mit zunehmendem Alter der Braunkohle insofern anscheinend zunehmen, als infolge des geringen Sauerstoffgehaltes die Menge der sauren Destillationsprodukte abnimmt. Diese Anschauung, dass das Materiale der Stein- und Braunkohlen in naturhistorischer und chemischer Hinsicht ein ganz verschiedenes war, und dass demnach entgegen den herrschenden Ansichten aus Braunkohle auch durch eine entsprechende Verlängerung der Karbonifikation keine Steinkohle entstehen würde, ist umso weniger zu bekämpfen, als v. Gümbel⁷⁾ in seinem Original „Beiträge zur Kenntnis der Texturverhältnisse der Mineralkohlen“ die große Ungleichartigkeit der Bestandteile mancher Flötze präzis charakterisiert.

Die Umbildung der Pflanzen in Stein- oder Braunkohlen wurde örtlich noch dadurch modifiziert, dass hohe Temperaturen plötzlich kurze Zeit oder dauernd eingetreten, schneller und energischer eingeschritten sind.

Für die mikroskopische Nachweisung mehrerer Kohlenarten besitzen wir eine wertvolle Arbeit von dem Altmeister der technischen Mikroskopie Hofrat J. Wiesner.⁸⁾ Auch Ed. Donath und B. M. Margosches veröffentlichten eine vortreffliche Studie: „Beitrag zur Unterscheidung von Kohlenstoff- und Kohlenarten“.⁹⁾

Wir können die Humifikation als den ersten Schritt der Oxydation der abgestorbenen Pflanzensubstanz ansehen. Die in den modrigen Grund geratenen Pflanzenfragmente sind von der völligen Vergasung geschützt und treten nunmehr in den schon eingangs geschilderten Entgasungsprozess ein. Diesem folgte sodann die Naturkarbonifikation, die wohl den größten Teil der

zur Bildung erforderlichen Zeit beanspruchte und in manchen wenigen Fällen, bei denen besondere geologische Agentien dies ermöglichten, in eine schwache trockene Destillation überging und nachträgliche Veränderung der entstandenen sekundären Produktion verursachte, was nach Prof. Ed. Donath als Bitumenifikation bezeichnet werden möge.

Bereits vor längerer Zeit wurde von anderer Seite die Entstehung der Kohle sowohl als auch des Torfes durch eine Art von Gährung darzulegen versucht. M. Lemièr¹⁰⁾ befasste sich mit dem Studium der Umbildung von Pflanzen in fossile Brennstoffe und weist in einem kurzen Berichte auf die Ähnlichkeit hin, welche zwischen dem Bildungsprozess des Alkohols und dem der Steinkohle zu bestehen scheint. Er stellt der geistigen oder Alkoholgährung die Steinkohlengährung gegenüber und vergleicht die beiden Vorgänge in verschiedenen Entwicklungsstufen. Sein Vergleich wird jedenfalls unter Heranziehung der Ergebnisse der Arbeiten B. Renaults¹¹⁾ getan, welcher Naturforscher die Kohlen aller geologischen Alter in Dünnschliffen untersuchte und überall eine große Menge kleinster Lebewesen entdeckte. Der Vergleich stellt sich nachstehend dar:

1. Das Ausgangsprodukt: a) Beim Alkohol: Zerealien und Kartoffeln, welche Kohlenhydrate von der Formel $C_m(OH)_n$ (Stärke, Zellulose) enthalten, ferner Stickstoffverbindungen und pflanzliche Salze (Nitrate, Phosphate u. s. w.), alles in Wasser gelöst; b) bei der Kohle: Verschiedenartige Pflanzen, die ebenfalls Kohlenhydrate der Formel $C_m(OH)_n$ einschließen, wie Zellulose, Gummi, Harze, Chlorophyll, Stickstoffverbindungen und Pflanzensalze; dazu Früchte und Samen, die häufig Diastase und Mikroorganismen enthalten.

2. Der Vorbereitungsprozess zur Gährung. a) Beim Alkohol: Durchs Kochen in verschlossenem Gefäß wird das Ausgangsmateriale in einen Brei übergeführt, der mit Malz behandelt wird; die Diastase wirkt einige Stunden auf die stärkehaltigen Substanzen, löst sie und verwandelt sie in Zucker; b) bei der Kohle: Die in und an den Früchten und Samen enthaltene oder durch die Mikroben erzeugte Diastase wirkt im Verlaufe der Zeit derart auf die Kohlenhydrate ein, dass eine aus Humusstoffen bestehende Gallerte entsteht, welche die Grundmasse aller fossilen Brennstoffe bildet; die Wirkung der Diastase war in den einzelnen geologischen Zeiträumen verschieden.

3. Der eigentliche Gährungsprozess. a) Beim Alkohol: Die in den zuckerhaltigen Saft eingebrachte Hefe als Gährungserreger beginnt sich zu entwickeln und zerlegt bei diesem Prozess den Stärkezucker in CO_2 und C_2H_6O . Die Gährung hört auf, wenn der Zuckerstoff in der Flüssigkeit aufgezehrt wird; b) bei der Kohle: Die

¹⁰⁾ Transformation des végétaux en combustibles fossiles. „Comptes rendus de la Société de l'industrie minière“, Juni 1900, S. 89—93, durch „Ztschr. f. prakt. Geologie“, 1902, II. 8, S. 272 als Referat.

¹¹⁾ „Österr. Ztschr. f. B. u. H.“: „Die Mikroorganismen der Mineralkohlen“, 1899, Nr. 17, S. 209.

⁶⁾ Op. cit. S. 32.

⁷⁾ Mucks „Chemie der Steinkohle“, Leipzig 1891, S. 170.

⁸⁾ „Monatshefte für Chemie“, 1892, S. 371.

⁹⁾ „Österr. Zeitschr. f. B. u. H.“, 1902, Nr. 41 u. 42.

zahlreichen aus den Pflanzen stammenden Fermente nehmen zu und zerstören bei ihrem Lebensprozess die Kohlenhydrate derart, dass CO_2 und gasförmige Kohlenwasserstoffe (Schlagwetter) einerseits und andererseits feste Kohlenwasserstoffe entstehen, aus denen sich überall die eigentlichen Brennstoffe zusammensetzen. Der Gärung wird hier durch die Anhäufung fäulniswidriger Stoffe Einhalt getan.

Schließlich werden noch 4. die trockene Destillation und 5. die Restprodukte bei a) Alkohol und b) bei der Steinkohle untereinander verglichen.

Zu dieser „Kleines mit Großem“ vergleichenden Erklärungsweise des komplizierten, nach einer allgemeinen fundamentalen Gesetzmäßigkeit seine Funktionen auslösenden Naturprozesses der Entstehung von Fossilkohlen möge bemerkt werden, dass ein der fauligen Selbstgärung ähnelnder Vorgang bloß in der ersten Phase der Kohlenbildung, d. i. während der Vertorfung vor sich gehen konnte, wobei bloß die Proteinsubstanzen und Stärke mitinbegriffen wurden, wodurch bereits ein Teil des Stickstoffes sich unter Wärmeerniedrigung verflüchtigte und die Hydrothionsäure sich durch den O zu S beziehungsweise zu SO_3 unter Wärmeerhöhung oxydierte oder aber durch den vorhandenen Gehalt an Eisenoxyhydraten des überlagernden, schlammigen Wassers unter Bildung von Eisenmonosulfuret und S zersetzt wurde, welch ersteres in späteren Phasen in Eisenbisulfuret überging. Bekanntlich ist zur Einleitung einer alkoholischen Gärung O nötig, weil die Hefe zu ihrer Entwicklung des Sauerstoffs bedarf; die Gärung selbst muss dagegen bei möglichstem Luftabschluss, nur bei Gegenwart von bestimmter, kräftig entwickelter Hefe vor sich gehen; die äußersten Temperaturgrenzen der Gährfähigkeit sind $0-60^\circ$ und dieselbe verlangt die Anwesenheit von ammoniakalischen und phosphorsauren Körpern. Kohlensäure und organische Fermente verzögern die Gärung; Alkohol tötet etwa vorhandene Pilze, während Kohlensäure das Entstehen neuer Keime verhütet. Es konnte nur die durch den Fermentationsprozess leichter ausschlämbare Stärke, welche beim Kochen mit Wasser hydrolytisch unter Bildung von Dextrin gespalten wird, in ihrer Wasserlösung eine beschleunigte faulige Selbstgärung durchgemacht haben. Die fest zusammengehäuften Pflanzenreste erreichten vermöge ihrer Selbsterhitzung eine Wärme von 80° und noch mehr Graden, wodurch sich die unentbehrlichen Sprosspilze nicht entwickeln und vermehren konnten, hingegen haben die verschiedenen parasitischen Mikroorganismen den angedeuteten, der Alkoholgärung ähnelnden chemischen Prozess hintertrieben; die Sprosspilze wuchern bekanntermaßen an und in den glykosehaltigen Früchten, die jedoch in der Steinkohlenperiode nur äußerst sporadisch vorgekommen sind. Die Zellulose oder die Holzfaser, welche die organischen Fäulnisgase zum Teil in ihren Poren absorbierten, machten unter der alternierenden Einwirkung von Luft und Wasser als Verflüssigungsmittel den Humifikationsprozess durch.

Im Verlaufe der Zeit¹²⁾ wurde das humifizierte Material jedoch — darin stimmen wohl die Anschauungen der Geologen überein — von mehr oder minder kompakten und hohen Schlammsschichten überdeckt und nun befand sich das gedachte Kohlenmaterial einem immer steigenden Druck unter Abschluss von äußerem Wasserzutritt und der Atmosphäre ausgesetzt. Hiebei mögen zu allererst bei dem anfänglich höheren Wassergehalte noch weiter bakterielle Wirkungen die Prozesse der aeroben fauligen Gärung zu Ende geführt haben, also einer normalen Gärung unter Oxydierung von Kohlenstoffverbindungen, wobei Kohlensäure Endprodukt ist.

In Anbetracht der Hypothesen, welche die Entstehung der Fossilkohlen aufklären sollen, möge noch die von Prof. Radziszewski in Lemberg¹³⁾ aufgestellte Behauptung berührt werden: Wenn Zellulose in Anwesenheit von Meersalzen (Chloriden) in faulige Gärung übergeht, so entsteht Erdöl, bei Abwesenheit von Meersalzen und in Anwesenheit von Süßgewässern dagegen Kohle oder Kohlendampf.

Neuere Arbeiten über die Gärungsprodukte der Zellulose unternahmen Popow, Hoppe-Seyler, Omelianski u. A.¹⁴⁾

Die vorangeführten Ansichten der Kohlenbildung können keine allgemeine Giltigkeit besitzen. In einzelnen Vorfällen wurde überdies theoretisch erläutert, dass die Kohlen auch im Wege durch Asphalt oder anderswie recht gut aus Kohlenwasserstoff und Bitumen entstehen können, wie beispielsweise dies ganze Kohlenlager in Nord- und Südamerika beweisen.¹⁵⁾ Das Erscheinen von Anthrazit in einzelnen Erzgängen hat also gar nichts Auffallendes. In jurassischen Silbererzergängen in Caracoles in Chile findet sich Anthrazit von der Zusammensetzung $\text{C } 52,4$, $(\text{Ca}, \text{Mg}) \text{CO}_3 \text{ } 42,4$, $\text{SiO}_2 \text{ } 4,8$ und $\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ } 0,4\%$. Auch in anderen Erzgängen und -Lagern ist ein sporadisches Anthrazit-Vorkommen in ganz geringen Mengen bekannt. Anthrazit leidet nicht durch Liegen an der Luft, er zerfällt hiebei nicht und nimmt keinen O auf. Übrigens sind nur die Kohlen in den dem appalachischen Faltengebirge eingefalteten kleineren Becken anthrazitisch.

Zum Vergleich der in unsere Betrachtung gefassten Fossilkohlen diene folgende Tabelle, in der mittlere prozentuelle Hälte einer größeren Analysenanzahl angegeben werden.¹⁶⁾

¹²⁾ „Österr. Ztschr. f. B. u. H.“: „Betrachtungen üb. d. Backen u. üb. d. Bildung d. Steinkohle“ von Prof. Ed. Donath, 1902, Nr. 4, S. 47.

¹³⁾ Bg. u. Httm. Jahrb. d. k. k. Bergakad. zu Leoben, Pörsch und Chemnitz: „Über Erdöl im 19. Jahrhundert“ von Josef Muck, 1902, H. 2, S. 137.

¹⁴⁾ „Ztschr. f. prakt. Geologie“, 1898, S. 84.

¹⁵⁾ „Ztschr. f. prakt. Geologie“: „Methan, Bitumen, Asphalt, Anthrazit, Graphit, Diamant“ von C. Ochsenius, 1898, H. 5, S. 156.

¹⁶⁾ „Die Kohlen Österreich-Ungarns u. Preussisch-Schlesiens“ von Franz Schwackhöfer, Wien, 1901, 2. Aufl., S. 108—231.

Post-Nr.	Bezeichnung	Elementarzusammensetzung bezogen auf wasser- und aschenfreie Kohle				Disponibler H		Gesamt-S	Flüchtige Bestandteile	Strich	Färbung durch heiße Kalilauge	Wässrige Produkte der trockenen Destillation	Charakteristikon der zugehörigen vorweltlichen Flora
		C	H	O	N	Mittel-Halt	Grenz-Halt						
P r o z e n t													
1	Anthrazit . .	93,6	2	3	1,4	1,6	0,8 bis 3,2	1,5	8	schwarz	indifferent	ammoniakalisch	reich an Proteinkörper
2	Steinkohle . .	84,5	4,8	9,5	1,2	3,6	3 bis 5,5	1,9 bis 4	25 bis 40	"	indifferent oder schwach gelblich	ammoniakalisch, basischer Natur, überwiegend der aromatischen Reihe angehörig	reich an Proteinkörper, Lignin und Gummiharze
3	Braunkohle . .	73,1	5,3	20,6	1	2,7	1 bis 3	1 bis 1,8	20 bis 35	braun	tiefbraun	in der Regel sauer, Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe treten zurück	ärmer an Proteinkörper
4	Lignit . .	68	5	26,5	0,5	1,7	—	1 bis 4	15 bis 25	licht braun	intensiv braun	sauer	ärmer an Proteinkörper

(Fortsetzung folgt.)

Die elektrische Kraftübertragungsanlage an den Cauveryfällen in Meissore, Vorderindien.

Meissore ist einer jener indischen Staaten, welche noch unter der Regierung eingeborener Fürsten, wenn auch unter englischer Oberherrschaft stehen. Umso beachtenswerter ist der Entschluss der Regierung dieses Landes, ein Werk zu schaffen, welches dem fortgeschrittensten Staate zur Ehre gereichen würde.

Das „Mining Journal“ berichtet darüber wie folgt:

Im Staate Meissore im südlichen Indien befinden sich die Kola-Goldfelder, welche im letzten Jahre eine Ausbeute von 9 422 000 Dollars Gold lieferten. Der Staatsingenieur der Regierung von Meissore, Kapitän A. J. de Lotbiniere, fand auf Grund von Erhebungen, dass der Aufwand für die Erzeugung der benötigten mechanischen Energie ein ganz bedeutender ist und fasste den Plan, die zirka 140 km von den Goldfeldern entfernten Fälle des Cauveryflusses zur Erzeugung elektrischer Energie auszunützen und diese nach den Goldfeldern zu leiten.

Der Staatsminister von Meissore, Sir K. Sheshádrí Iyer, wurde für die Idee gewonnen und sandte Kapitän Lotbiniere zwecks Studien nach Amerika. Nachdem die Firma J. Tayler & Sons, die Haupteigentümer der Goldfelder, für einen zehnjährigen Vertrag betreffend Stromabnahme gewonnen und die Bewilligung des Vizekönigs von Indien, Lord Curzon, eingeholt worden war, schritt man zur Ausführung

Der elektrische Teil wurde der General Electric Comp. in Shenectedy und New-York, der hydraulische Teil Escher-Wyss & Comp. in Zürich übertragen.

Die Wasserbauten und Erdarbeiten führte das Bauamt des Staates Meissore in eigener Regie durch. Diese erforderten 22 Monate, wobei zeitweise 5000 Menschen beschäftigt waren.

Da die nächste Bahystation etwa 50 km entfernt ist, machten die Transporte der oft schweren, bis zu 14 000 kg wiegenden Stücke große Schwierigkeiten. Man verwendete Büffel und Elefanten als Zugtiere. Auch der Aberglaube der Bevölkerung, die die Rache des Flussgottes fürchtete, genährt durch unter den Arbeitern auftretende Malaria- und Choleraepidemien, bot schwer zu überwindende Hindernisse.

Der Cauveryfluss teilt sich bei Sivasamudram in zwei Arme, die Insel Hegoore bildend. Beide Arme bilden Fälle, den Burz-Chakki und den Gangan-Chakki, jeder mit etwa 42 m Höhe, auch sind stromauf und ab bedeutende Stromschnellen, so dass durch Ableitung des Wassers 2,4 km oberhalb der Fälle ein Rohgefälle von 120 m erzielt werden konnte.

Da man 5,3 m³ Wasser pro Sekunde in Anspruch nahm, standen 6250 PS zur Verfügung.

Um sich vor allen Zwischenfällen zu sichern und die Reinigung der Kanäle ohne Betriebsunterbrechung vornehmen zu können, entschloss man sich, zwei Kanäle anzulegen, von welchen jeder 7 m³ Wasser pro Sekunde fördern kann. Die Kanäle erhielten eine Länge von 5,6 km, eine Wassertiefe von 1,5 m, eine Sohlenbreite von 5,4 m und wurden der ganzen Länge nach mit grobem Schotter

ausdrücklichen Erklärung, dass die Arbeiter vollkömmlich acht Stunden an der Arbeit bleiben sollen.

Damit hätte ich so ziemlich das, was in Deucerus' Bergbuche und im „Ursprung und Ordnungen“ etc. über die nach den verschiedenen Bergordnungen übliche Handhabung der Schichten enthalten ist, angeführt. Ich will nur noch erwähnen, dass Adolf Beyer in seinem Buche *Otia metallica* oder *Bergmännische Nebestunden* (Schneeberg 1751 auf Seite 66 über die Schichtenverfahung auf dem Zinnwalder Bergwerke) folgendes bemerkt:

„Die Arbeiter fahren um vier Uhr an, beten bis fünf Uhr, fahren alsdann auf die Arbeit bis um 10 Uhr, zu welcher Stunde sie ausfahren und bis 11 Uhr essen, alsdann wieder ein und bis drei Uhr auf die Arbeit fahren und alsdann ohne Gebet heimgehen. Was fürmittags geschieht, heißt die Schicht, was nachmittags geschieht, heißt die Busse.“

Es sind also hier Abweichungen von allen bisher besprochenen Bergordnungen zu konstatieren, die sich im Laufe der Zeit entwickelt haben mögen und usuell geworden sind oder die man eventuell auch auf Rechnung nicht ganz korrekter Informationen von Seiten des Verfassers schreiben könnte.

Von den neueren Bergbaukundigen nenne ich zum Schlusse noch Delius, der in seiner „Anleitung zur Bergbaukunst“, Wien 1806, auf Seite 243 von der Schichteinteilung spricht. Er führt im § 201 die Einteilung in drei achtstündige Drittel an und empfiehlt zur Arbeit vor allem die Früh- und Tagschicht, die Nachtschicht nur für Fälle der Notwendigkeit. § 202

handelt von sechsständigen Schichten (vier Drittel) zum Zwecke der Forcierung der Arbeiten.

Wie sich die Frage der Schichteinteilung und Schichtdauer in der neuesten Zeit entwickelt und gestaltet hat, ist ja wohl jedermann bekannt und ginge auch übrigens eine Erörterung dessen über den Rahmen dieser Besprechung hinaus. Was die hier zitierten historischen Daten über den Gegenstand anbelangt, so glaube ich hievon schon so viel vorgebracht zu haben, dass ich die Leser mit weiteren Mitteilungen ermüden würde. Immerhin muss ich jedoch bemerken, dass der Gegenstand trotz des hier vorgelegten Materials — wie es sich von selbst versteht — bei weitem noch nicht erschöpft ist. Die Geschichte ist eben ein unermesslicher Schatz, ein unversiegbarer Quell, aus dem man immer und immer wieder nehmen kann, ohne ihn zu erschöpfen. Und wenn zwei über eine Sache streiten, sei es auf welchem Gebiete immer, die Geschichte, die die Dinge und ihre Vergangenheit, so wie sie sich in dem immerwährenden und mannigfaltigen Wechsel der Zeit jeweilig gestalten, treu und exakt notiert und aufbewahrt, liefert nicht nur dem Einen historische Daten und Fakten an die Hand, deren er zur Wahrung seines Rechtsstandpunktes bedarf, sondern sie bietet sie auch dem Anderen zu seiner Verteidigung. Und dass diese allgemeine Regel auch in unserem Falle eine Anwendung findet, wird wohl jeder unbefangene Leser bei manchem der hier vorgebrachten Zitate aus der Jahrhunderte alten Vergangenheit des Bergbauwesens gerne zugestehen und als ganz natürlich anerkennen müssen.

Einiges Neue über die Entstehung der Mineralkohlen und ihre Selbstentzündung, sowie über die Schlagwetterexplosionen.

Mitgeteilt von **F. Janda**, k. k. Oberhüttenverwalter.

(Fortsetzung von S. 346.)

Die Selbstentzündung der Fossilkohlen, auf die wir nun eingehen, setzt als notwendige Bedingung die Erzeugung von Wärme, beziehungsweise deren Aufnahme und die Gegenwart von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft voraus; nebstdem sind solche Vorgänge bei genauer Betrachtung den allgemeinen gültigen physikalischen Gesetzen unterworfen. Können wir die zwei Bedingungen beheben, so sind wir gegen die Selbstentzündung der Kohlen fast versichert. Wärmeaufnahme, beziehungsweise Gasabsorption oder Sauerstoffzufuhr und andererseits Wärmeabgabe beziehungsweise Gasentweichen oder Sauerstoffentziehung kennzeichnet die Chemie in typischer Weise durch den Oxydationsprozess und andererseits durch den Reduktionsprozess. Bei allen Oxydationsprozessen entsteht ein „Primäroxid“, das im allgemeinen den Charakter eines Peroxyds besitzt.¹⁾

Nach der Wärmetheorie ist die Wärme eine schwingende oder vielleicht rotierende Bewegung der kugel-

förmigen Körperatome und der Gasmoleküle, welche Bewegung wir in gewissen Grenzen beschleunigen beziehungsweise verringern können. Jene schwingende Bewegung wird durch die chemische Arbeit bei der Autoxydation, sowie durch die Reibung, d. i. durch die latente Arbeit bei dem tiefgehenden Zerklüften der Kohlen verursacht. Die erzeugte Wärme wird von der Kohle, ja vorzugsweise von ihren Aktivbestandteilen, von ihren Pyrophoren, aufgenommen und sukzessive gesteigert, bis die Entzündungstemperatur erreicht wird. Die Wärmezufuhr vergrößert die Entfernung der Moleküle und so dehnen sich dieselben aus und lösen den Stoffverband; dem Auseinanderweichen der Moleküle widersetzen sich aber die Molekularkräfte.

Zu einer Entzündung überhaupt sind prinzipiell nötig: Ein oxydabler Verbrennungsstoff und ein sauerstoffliefernder Körper als Oxydant.

Wie schon bemerkt, ist in den Poren der Kohlen, in ihren Haarrissen, Spalten und Klüften hauptsächlich das Grubengas eingeschlossen; in geringer Menge finden

¹⁾ Chem.-Ztg. 4: „Zur Theorie der Oxydationsprozesse“ von W. Mauchot, 1902, Nr. 104, S. 353.

sich auch andere Kohlenwasserstoffe, freier Wasserstoff und Sauerstoff, ferner Kohlensäure und Stickstoff. Die Menge der eingeschlossenen Gase beträgt 20—200 cm^3 pro 100 g Kohle. Nach Prof. H. Höfer werden bei dem Kohlungsprozesse Methylwasserstoff und Kohlenoxyd frei, wobei eine Art Verbrennung stattfindet.²⁾ Mit der Beobachtung des Kohlungsprozesses haben sich Prof. F. Fischer, Baron Jüptner und F. Toldt beschäftigt und letzterer berechnete, dass bei der Umbildung der Holzfaser in Braunkohle etwa viermal mehr Wärme frei wird, als bei jener der Braunkohle in Schwarzkohle. Prof. Hibsich pflichtet wohl bei, dass durch den Karbonifikationsprozess Wärme frei werde, doch ist er der Meinung, dass sich dieser Prozess schon vor sehr geraumer Zeit vollzogen habe und dass die heute noch stattfindenden derartigen Vorgänge wohl nicht imstande seien, solche Wärmemengen zu entwickeln.³⁾ Hofrat Höfer schließt sich dieser Meinung nicht an und weist darauf hin, dass dieses „Heute“ ja nur ein Glied in der Entwicklung ist und dass heute gewisse Braunkohlenflötze ja im Zustande größter Wärmeentwicklung sind. Dass diese Wärmeentwicklung, wie Oberbergrat Chelius bemerkt, nicht in allen Braunkohlenbecken wahrnehmbar ist, hat seinen Grund darin, dass in einer ganzen Anzahl von ihnen eben das Grubenwasser zirkuliert, durch welches die Wärme fortgeführt wird.

Wenn sich das Grubengas in der Grubenluft erheblich angehäuft hat, so spricht man von schlechten Wettern und beim Vorhandensein schädlicher Beimengungen, als Kohlen- und Kiestaub, ozonierter Luft, von bösen Wettern. Das Methan sammelt sich bei der First an, füllt die Grubenräume, den alten Mann nach und nach aus und wenn in 6 bis 16 Vol. Luft 1 Vol. CH_4 zugegen ist, so entstehen Schlagwetter. Solche Gemische können sich von selbst entzünden und explodieren; bei der nach chemischer Gleichung $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2O H_2$ verlaufenden Verbrennung entstehen als Zersetzungsprodukte Nachschwaden, d. i. mit CO_2 und CO geschwängelter Wasserdampf.

In einer Schlagwettergrube findet entweder ein allmähliches, zuweilen mit einem knisternden Geräusche, sogenanntem Krebsen infolge des Zerspringens der Kohle begleitendes Austreten des Grubengases aus der Kohle statt, oder es entströmen den Gebirgsklüften längere Zeit hindurch große Gasmengen aus den sogenannten Bläsern. Auch hat man namentlich in belgischen Kohlengruben Gasausbrüche beobachtet; unter donnerähnlichem Getöse werden größere Gesteinsmassen in die Grubenräume geschleudert und gewaltige Gasmengen vollfüllen die Baue, selbst die Schächte. Die Gegenwart von Kohlen- oder Kiestaub verstärkt die Wirkung des Grubengases

und pflanzt vorwiegend die Explosionsflamme auch durch nachbarliche Grubenräume fort, die schlagwetterfrei sind.

Zuweilen begegnet man im Kohlenflötz den mit zerriebener, unreiner Kohle ausgefüllten Rußreuten oder Rußklüften, deren sehr feine, zumeist bituminöse Füllungsmasse beim Luftzutritt gern in Brand gerät. Solche Rußklüften sind geringmächtig, oft nur millimeterbreit, sie werden bei der Auffahrung der Strecken kaum bemerkt, öffnen sich jedoch beim Austrocknen des Flötzes, insbesondere bei eintretendem Gebirgsdrucke und gewähren sodann den Wettern leichten Eingang und Durchlass.¹⁾ Die Rußreuten sind oft die Ursache von Grubenbränden und in den meisten Fällen gefährlicher als der Kohlenbrand selbst. Auch die bestmöglichen Sicherheitsvorkehrungen werden die bösen Wirkungen solcher leicht entzündlicher Klüfte nicht vermeiden und bleiben stets ein tückischer Feind des Kohlenbergbaues. Manche Flötze bestehen aus lockerer, ausgetrockneter Kohle und sind von Rußreuten durchsetzt; solche Kohlen sind wenig haltbar und müssen gegen Nachfall und Verbruch gesichert werden.

Dass das Grubengas zumeist Selbsterhitzung verursacht, beweist die Tatsache, dass feste Glanzkohlen, die zufolge einer mehr vorgeschrittenen Druckdestillation mehr weniger entgast sind, weniger die Gas- als die Staubexplosionen hervorrufen; hingegen führen die gasreichen, langflammigen Fettkohlenpartien manchen Reviers Flötze, die stark zur Selbstentzündung neigen. Die Selbstentzündung wird dadurch begünstigt, dass nicht rein abgebaut wird.

Die brennbaren Staub enthaltenden Luftgemische stehen den explosiven Gas- und Dunstgemischen hinsichtlich des Entflammungsvorganges derart nahe, dass sich die gleiche Erklärung für beide anpassen lässt. Die explosiven Gas- und Dampfgemische enthalten eine entsprechende Menge der in der Luft verteilten Körper in molekularer Berührung mit dem die Verbrennung bewirkenden Sauerstoff. Nun substituieren in dem explosiven Staubgebilde die feinzerteilten Staubpartikelchen jene Gase. So verbreitet sich vom Entzündungs Augenblick rasch das Feuer und wenn nun gar diese Staubpartikelchen bei ihrer Verbrennungswärme entzündbare Destillationsprodukte entwickeln, so bei dem Staube von Bitumen, Harz u. s. w., so haben wir ein vollständiges Ebenbild einer Gas- oder Dampfexplosion vor Augen. Kleiner ist die Gefahr bei solchem Staub, z. B. Holzkohlenstaub, der dabei keine brennbaren Gase entwickelt. Der feine Kohlenstaub, im Zustande großer Trockenheit mit Öl in Berührung gebracht, kann sich leicht entzünden; solch ein Staub, namentlich ein bitumenreicher, der mit großer Zähigkeit an den Ulmen haften bleibt, pflegt gleich einer Pulverschlange oder einer Zündschnur zu förmlichen Leitern des Feuers zu werden, welches sich mit einer entsetzlichen Schnelligkeit verbreitet.

²⁾ „Die Wärmeverhältnisse im Kohle führenden Gebirge.“ „Österr. Ztschr. f. B u. H.“, 1901, Nr. 19, 20 u. 21.

³⁾ 74. Versammlung der Gesellsch. deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsbad vom 21.—27. September 1902, Vortrag des k. k. Oberbergkommissärs Otto Rotky: „Der Aufbau des Falkenauer Braunkohlenbeckens.“

¹⁾ „Österr. Wochenschr. f. d. öffent. Baudienst“: „Die Betriebsverhältnisse im Brüxer Braunkohlenreviere“ von Fried. Okorn, k. k. Oberbergkommissär, 1903, H. 5, S. 81.

eisen zeigte folgende durchschnittliche Zusammensetzung: Gesamt-C 4,0%, Si 1,0—1,25%, P 0,1%, Mn 0,65%, S 0,06%. Bezüglich des am Samstag erfolgten Anlassens wird bemerkt, dass abends nach und nach bis 150 t kalten Roheisens und Abfälle (schmiedbares Alteisen, eigene Abfälle) eingetragen wurden, welche Arbeit Sonntag 7 Uhr vormittags beendet war; am Samstag Nachmittag zwischen 3 Uhr 30 Min. und 4 Uhr 30 Min. wurden schließlich 30 t flüssigen Roheisens eingelassen und die erste fertige Charge wurde dem Ofen Sonntag abends,

um 5 Uhr 55 Min. entnommen. Dies ist in Pittsburg der allgemeine Vorgang; man trachtet bis zu Beginn der Arbeit der Walzwerke, die immer Sonntag ruhen und erst abends angelassen werden, eine hinreichende Menge Flusseisen vorbereitet zu halten. Das Niederschmelzen der kalten Materialien im Ofen erfolgt ruhig und langsam über den Sonntag und dabei ist keine andere Arbeit notwendig als eine sorgfältige Beaufsichtigung der Gaszuführung.

(Fortsetzung folgt.)

Einiges Neue über die Entstehung der Mineralkohlen und ihre Selbstentzündung, sowie über die Schlagwetterexplosionen.

Mitgeteilt von **F. Janda**, k. k. Oberhüttenverwalter.

(Schluss von S. 377.)

Die Gegenwart von Schwefelkies vermag die Selbstentzündung der Kohlen zu erhöhen. Bekanntlich tritt der Schwefel in der Kohle als indifferenten Schwefel in Form der Sulfate und als sogenannter schädlicher Schwefel in Form der Hydrothionsäure und des Schwefelkieses auf, dessen Teil in den Kohlen aus Partikelehen zu bestehen scheint, welche feiner sind als der Kohlenstaub selbst; nach den neueren Untersuchungen ist der Schwefel auch als eine organische Verbindung zugegen. (Im Petroleum von Beaumont wurden neben freiem S auch organische Schwefelverbindungen vorgefunden.)

A. M. Nastjukow studierte die Reaktion zwischen Benzol und Zellulose in konzentrierter H_2SO_4 . Wird nach Einwirkung die saure Lösung mit Wasser zersetzt, so bildet sich ein dunkelbraunes, in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlösliches Pulver.¹⁾ Die Tetraphenylzellulose erwies sich als eine viel kompliziertere Verbindung, die nach dem Trocknen im Exsikkator der Formel $C_{130}H_{134}O_{25}S_2$ und bei 105—110° der Formel $C_{180}H_{138}O_{25}S_2$ entsprach. Sie ergab bei der trockenen Destillation hauptsächlich Toluol und bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat Benzoesäure. Der Schwefel kann nebst dem gasförmig als Karbonsulfid COS zugegen sein.

Wie im Vorhergehenden erwähnt, konnte sich der Schwefelkies bei der Verwitterung bilden. Es wurde auch die Bildung des FeS_2 innerhalb eines lebenden Baumes beobachtet.²⁾ Überdies kann immerhin die Bildung des FeS_2 auch erst später während des Karbonifikationsprozesses durch Infiltration und Reduktion von Sulfaten erfolgt sein, wie dies bisher angenommen wurde. Auch das Methan, sowie seine Lösung in kaltem Wasser, reduzieren kräftig unter mäßiger Wärme das Fe_2O_3 aus Sulfatlösungen unter Bildung von Schwefelkies. Hierbei ist wohl möglich, dass die konkretionäre Absonderung des FeS_2 von Präzipitationen kiesigen Materials eingeleitet und begleitet wurde.

Indem sich der Schwefelkies der Kohlen zufolge des Einflusses des atmosphärischen Wasserdampfes und

¹⁾ „Chem. Ztg.“, 1902, Nr. 47, S. 531.

²⁾ „Jugendliche Pyritbildung“ von A. Hofmann, Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wissenschaften, Prag, Juni, 1902.

besonders des kohlenstoffhaltigen Wassers und des Sauerstoffs zu Schweflig- und Schwefelsäure oxydiert und neue chemische Verbindungen als: Eisenvitriol, basisch-schwefelsaure Eisensalze oder, falls Thon vorhanden, Thonerdesulfat und Alaun gebildet werden, soll sich durch diese Oxydation und die gleichzeitige Verbindung der entstandenen, freien H_2SO_4 mit H_2O so viel Wärme entwickeln, dass dadurch die Kohle austrocknet, sich stark erhitzt und bei fernem Zutritte von atmosphärischem O in Brand gerät. Da der Schwefelkies in den Kohlen, wie vorerwähnt, auch feinst eingesprengt ist, so wird der Zerfall der den Atmosphäriken ausgesetzten Kohlen durch solche Verwitterung oder Vitriolisation befördert. Diese geht von den Klüften und Haarrissen aus, indem hier das Wasser seine Lösungstätigkeit eröffnet; diesfalls bildet das Wasseraufnahmevermögen einen Maßstab für die Verwitterungsfähigkeit der Kohlen. Der Kohlenzerfall wird durch den zu raschen Temperaturwechsel und die Volumveränderung des eingeschlossenen Wassers, insbesondere beim Gefrieren, beschleunigt.

Der vorwiegend die Braunkohlen begleitende rhombische Markasit oder Wasserkies ist wegen seiner leichteren Oxydierbarkeit viel schädlicher als der tesserale Pyrit. Je höher die Porosität und der Wasserhalt der Kohlen, desto langsamer wird die Wärmeleitung darin erfolgen. Der Wasserhalt der Kohlen hängt von dem die Flötze überlagernden Deckgebirge ab; so lässt z. B. der darüber befindliche Thonmergel kein Niederschlagswasser in tiefere Lagen eindringen.

Bereits in den 1870er Jahren behauptete Dr. Gurlt³⁾, in kalten Kohlen oxydieren sich Kiese nicht von selbst und ihre in den Steinkohlen enthaltene Menge könne nicht die zur Selbstentzündung nötige Wärme liefern; er nimmt eine durch Gärung oder Fäulnis erzeugte Wärme an, welcher die organische Masse bei einer solchen Zersetzung einst ausgesetzt gewesen war. Und auch neuere Untersuchungen und Beobachtungen widerlegten die Anschauung, dass die beim Verwittern des Kieses erzeugte Wärme eine Selbstentzündung der Kohlen

³⁾ „Österr. Zeitschr. f. B. u. H.“, 1870, S. 273.

hervorrufe. Mit dieser Angelegenheit hat es bloß insofern ein Bewandnis, als zufolge der Temperaturerhöhung die Absorptionsfähigkeit der Kohlen für O erhöht wird, was auch noch dadurch geschieht, dass infolge der Verwitterung die Kohlen zerbröckeln und der Autoxydation eine größere Berührungsfläche bieten.⁴⁾ Auf ebensolche Erscheinung gründet sich auch die Behauptung, dass der Grubenbrand durch Gebirgsdruck entstehen könne, durch welchen die Kohle gespalten, zerklüftet, zerrieben und entwässert wird; durch weitläufige, sei es naturgemäße oder kunstgerechte Entwässerung wird die Kohle brüchig, sie zerspringt überaus stark und die Selbstentzündungsgefahr wächst.

Prof. A. Gautier untersuchte zahlreiche Proben atmosphärischer Luft und fand, dass diese stets freien H u. zw. ungefähr 20 cm^3 in 100 l enthält; die Mengen an Kohlenwasserstoffen und CO_2 sind je nach der Ortslage wechselnd. Es scheint im Erdinnern eine fortwährende Bildung von H stattzufinden, wofür z. B. spricht, dass die Gase der Vulkane und der Fumarolen bis zu 30% H in Begleitung von CH_4 und H_2S enthalten. C_2H_4 bildet sich bei der Zersetzung der Metallkarbide z. B. des C_3Al_4 mit Wasser; die Karbide der Alkali- und Erdalkalimetalle, z. B. des CaC_2 , BaC_2 , SrC_2 , geben dabei Acetylen C_2H_2 . Auch die Kohlen, vorwiegend die frischen, enthalten CH_4 , O, H, N, CO_2 , H_2S u. s. w., die bei der Verwitterung entweichen.

Ein eklatantes Beispiel der fossilen Kohlenwasserstoffe ist der Pyropissit. Solche fossile Kohlenwasserstoffe oder Bitumina der Kohlen entstanden aus schweren ätherischen, sowie fetten Ölen der vorweltlichen Pflanzen, indem solche Öle karbonifiziert und sodann einer beginnenden Druckdestillation unterworfen wurden; jedoch war auch das Tierreich dabei mitwirkend.

Nach den Untersuchungen von Fr. Heusler⁵⁾ sind wir schon ziemlich imstande, aus der chemischen Beschaffenheit allein herauszufinden, ob bituminöse Gesteine ihr Organisches dem Pflanzen- oder dem Tierreiche entnommen haben; vielleicht gelingt es auch noch, andere als bloß geologische Kennzeichen zu entdecken, nach welchen man den Ursprung für die anorganischen Kohlenwasserstoffe ermitteln könnte.

Wenn man die feingeriebenen Braunkohlen mit Ätheralkohol extrahiert, wobei sich wohl sämtliche Bitumina nicht, hingegen manche fossile Gerb- und Farbstoffe auflösen, und wenn man das Filtrat verdunsten lässt, so erhält man ein braunes, harziges Bitumen, das mit einem angenehmen aromatischen Geruche verbrennt und das die Ursache der Schmelzbarkeit sein soll. Das eingeeengte Filtrat auf eine größere Wasseroberfläche geträufelt gibt einen kolloidalen, gelblichen Überzug. In ähnlicher Weise ausgeführte Versuche mit Rüb-, Rizinus-, Mandel- und Terpentinöl zeigten vorwiegend gelbe, hingegen mit Petroleum blaue Farben in großen Zonen ausgedehnt.

⁴⁾ „Die Grubenbrandgewältigung“ von Rob. Lamprecht, Leipzig. 1899.

⁵⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch., 1897, S. 2743.

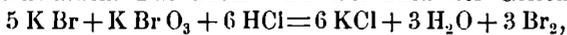
Die Kohle hat bei ihrer Karbonifikation den H abgegeben, hingegen hat ihn das Petroleum, dieses unentwirrbare Gemisch von Kohlenwasserstoffen, beibehalten; dies beweist die Tatsache, dass die Kohlenwasserstoffe aus Steinkohlenteer C zu H, wie 1 zu 1 bis 1 zu 1,33 und die Kohlenwasserstoffe aus Steinöl diese Elemente im Verhältnis wie 1 zu 2,5 bis 1 zu 2,25 enthalten.

Die Selbstentzündung ist eine ohne Wärmezufuhr von außen erfolgende Entzündung eines Körpers. Gewisse leicht oxydierbare Körper, s. g. Pyrophore oder Selbstzünder, nehmen, wenn sie sich im Zustand einer sehr feinen Verteilung befinden, an der Luft so begierig den O auf, dass sie sich bei dieser Oxydation erwärmen und zuletzt ins Glühen geraten; beim Abschneiden des Luftzutrittes wird die Selbstentzündung verhindert. Den pyrophorischen Zustand kann man bei solchen Körpern durch Verkohlen bei nicht zu hoher Temperatur hervorrufen. Das Erglühen dieser Körper beruht eben auf ihrer außerordentlich feinen Verteilung, infolge welcher sie der Sauerstoffabsorption eine sehr große Oberfläche darbieten. So erwärmen sich Kohlenflötze oder in größeren Mengen aufgespeicherte Kohlen, und wenn die sich entwickelnde Wärme zusammengehalten wird, so steigt die Temperatur bedeutend und bei Luftzug tritt Selbstentzündung ein. Diesen Vorgang entdeckt man durch den Geruch des Kohlendunstes, weil ihm noch Spuren von empyreumatischen Stoffen beigemischt sind; diese sind das brenzliche Öl oder Brandöl, das aus Kohlenwasserstoffen, Phenolen und Basen besteht und bei der Destillation harzigen Rückstand, das Brandharz, zurücklässt.

Zum Vergleich wird die Selbsterhitzung, beziehungsweise Selbstentzündung des Holzkohlenpulvers, der Gärberlohe (ihr Gebrauch war einstmal in chemischen Laboratorien üblich), der pflanzlichen und tierischen Gespinnstfasern und des organischen Staubes, sowie des Getreides erwähnt. Das Alaunerz oder die Alaunerde, d. i. wesentlich kieselsaure Thonerde mit bis zirka 33% Bitumen, erhitzt sich bedeutend während der natürlichen Vitriolisation. Die in manchen Erzlagern vorkommenden Kiese sind, weil zur Selbstentzündung geneigt, die Grundursache der an vielen Orten sehr erhöhten Temperatur, sowie der Austrocknung von Grubenhölzern. Frische Holzkohlen, besonders die für die O-Absorption günstige Weidenkohle, gestoßen oder zerrieben und in beträchtlichen Mengen gestampft der atmosphärischen Luft ausgesetzt, besitzen einen hohen Selbstentzündungsgrad. Baumwoll- und Flachsfasern, insbesondere jene mit Öl getränkt, unterliegen einem langsamen Oxydations- resp. Zersetzungsprozesse; von den tierischen Fasern haben Seidengespinnte und zwar vorzüglich jene mit Anilinschwarz gefärbten unter gewissen Umständen eine ganz besondere Neigung zur Verbrennung ohne äußeren Anlass. Auch Staub mit Zimpulver ist, weil dieses viel ätherisches Öl enthält, sehr leicht entflammbar. Im Innern des Haufens der vorerwähnten Materialien, namentlich wenn sie feucht sind, stockt die Luft und bleibt verschlossen, die Temperatur steigt sehr

bedeutend und es tritt schon bei 75° die Selbstverkohlung ein; es bedarf dann nur eines Luftzuges und die Flammen schlagen aus dem Haufen heraus.

Prof. Ferd. Fischer⁶⁾ ließ Bromlösung auf Steinkohlenpulver einwirken und fand, dass Brom stark absorbiert wird, woraus er auf die Anwesenheit ungesättigter organischer Substanzen schließt; und da nach erfolgter Reaktion in der Lösung auch etwas Bromwasserstoff vorgefunden wurde, lassen sich in der Kohle auch Brom substituierende Stoffe vermuten. Dieses Verhalten der Kohlen gegen Brom erklärt das wahrgenommene Faktum, dass die Kohle atmosphär. O absorbiert, ihn verdichtet und am Gewicht zunimmt, während bei weiterem Fortschreiten der Verwitterung unter Gewichtsabnahme CO₂ und ein Teil des zu H₂O oxydierten H frei werden, was selbstverständlich einen Verlust an Heizwert zur Folge hat. Die bei dieser Verwitterung erzeugte Temperatur kann den Entzündungspunkt erreichen. Nach Fischer wird diese Oxydation durch das Beisein des Wassers, durch die Temperaturerhöhung und überaus große Zerbröckelung gesteigert. Diejenige Kohle, welche lange Zeit hindurch an der Luft lag, verliert zum großen Teil das Absorptionsvermögen gegen Brom. Fischer empfiehlt nachstehendes Probeverfahren zur Ermittlung der Selbstentzündungsfähigkeit der Kohlen: 1g feinstgepulverter Kohle wird mit 20 cm³ verdünnter HCl verführt und sodann wird zu je 5 cm $\frac{\text{norm.}}{2}$ Lösung des bromsauren Kaliums und des Bromkaliums unter häufigem Umschwenken beigelegt, bis der bekannte Bromgeruch und die gelbbraune Färbung nicht mehr verschwinden. Das Brom wird frei nach der Gleichung



es wird absorbiert, indem sich Additionsprodukte als Di-, Tetrabromide bilden, bis schließlich sein Überschuss eintritt. Je mehr die Kohle oxydationsfähige Substanzen enthält, desto mehr Brom wird verbraucht und desto größer ist der Verlust an ihrer Wärmekapazität.

Prof. Fischer hält 20 cm³ einer $\frac{\text{norm.}}{2}$ Bromlösung noch für zulässig und wenn nach dieser Menge Brom frei wird, dürfte eine solche Kohle für ganz sicher gegen die Selbstentzündung deklariert werden. Freilich muss diese Grenze durch eine Versuchsreihe bei verschiedenen Kohlenarten genau und sicher erprobt werden.

Im ferneren möge hinzugefügt werden, dass die Einwirkung von Bromkönigswasser und Königswasser auf organische Substanzen, z. B. auf Kohlenwasserstoffe der aromatischen und der Fettreihe, auf Alkohole u. s. w. näher studiert wurde.⁷⁾

Bei längerem Lagern an der Luft⁸⁾, d. i. beim Abliegen erleiden sowohl die Stein- als Braunkohlen eine

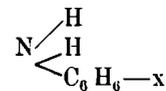
⁶⁾ Vortrag bei der Versammlung der deutschen Chemiker in Königshütte, 1900.

⁷⁾ „Chem. Zeitung“: „Über Isosalicylsäure“ von Prof. Dr. H. Brunner, 1902, Nr. 48 u. 95, S. 541 u. 1123.

⁸⁾ „Die Kohlen Österreich-Ungarns und Preuss.-Schlesiens“ von Franz Schwachhöfer, Wien; 1901, 2. Aufl., S. 20.

Veränderung. Hauptsächlich ist es das Bitumen, welches der Oxydation oder der Verwitterung unterliegt. Backkohlen gehen allmählich in Sinter- und schließlich in Sandkohlen über. Auch der Zusammenhang wird gelockert, die Kohlen zerbröckeln, wodurch die Oxydation noch mehr beschleunigt wird. Bei gewöhnlicher Temperatur verläuft dieser Prozess nur sehr langsam, namentlich bei der Stückkohle. Wird er jedoch durch Nebenumstände, beispielsweise hohes Aufschütten, geringe oder ungleichartige Korngröße, wobei starke Stückkohlen- mit Staubkohlenlagen abwechseln, ferner durch Reichhaltigkeit an Kies begünstigt, so tritt eine beträchtliche Erwärmung ein, die Oxydation geht rasch vonstatten und kann sich bis zur Selbstentzündung erhöhen; speziell bei bituminöser Kohle liegt diese Gefahr sehr nahe. Die Grubenfeuchtigkeit in der frisch geförderten Kohle verzögert die Oxydation; in schwefelkiesreichen Kohlen kann sie jedoch die Verwitterung auch befördern und zwar hauptsächlich infolge leichten Zerfallens solcher Kohlen, wie bereits erwähnt wurde.

Von den Aktivsubstanzen, die zur Selbstentzündung der Kohlen am ehesten prädisponieren, sind es allem Anscheine nach anorganische Alkohole mit fünf und sechs Atomen C oder Kohlenhydrate, die durch Reibung infolge des großen Zerbröckelns der Kohlen eine Temperaturerhöhung verursachen; ferner dürften es fossile, sauerstofffreie, ätherische Öle der empirischen Hauptformel (C₅ H₈)_x sein, welche auch stickstoff- und schwefelhaltig sein können. Diese sind zumeist in den rußenden Kohlen anzutreffen und sind, mit der jetzigen Flora verglichen, einst in Blüten, Fruchtschalen, Samen, zuweilen auch in jedem Organ verschiedener Vegetabilien vorgekommen. Eigentümliche ätherische Öle (Fermentöle) bilden sich bei der Gährung lebender oder abgestorbener Pflanzensubstanzen, reichlich z. B. aus dem im Herbst abfallenden Laub, wo sie den charakteristischen Geruch in entblättertem Laubwald verursachen. Jene Fossilien absorbieren begierig den atmosphärischen O, indem sich ätherische Kampferarten (C₆H₆)_x O bilden und die Absorption von einer Temperaturerhöhung der absorbierenden Substanz begleitet wird, welche bis zum Erglühen gesteigert werden kann. Ebenso können die Nitrokörper der aromatischen Basen



vermutlich sehr reaktionsfähig sein; solche Körper sind imstande, in ozonreicher Luft zu explodieren, indem sich ihre Konstitutionsbestandteile NH₂ zu salpetriger- und Salpetersäure und das Kohlenwasserstoffradikal C₆H_{6-x} unter Mitwirkung einer Karbonsäure (COOH) in ozonsaure Verbindung, d. i. aromatische Säure oxydieren.

Bekanntlich unterscheidet sich das Ozon von dem atmosphärischen O durch ein viel stärkeres Oxydationsvermögen und entsteht unter anderem als endothermischer Stoff bei der Verbrennung der Kohlenwasserstoffe und bei der Einwirkung der Schwefel-

säure auf sauerstofffreie Verbindungen, z. B. im besprochenen Falle auf Karbonsäuren bei nicht erhöhter Temperatur; auch bildet feuchte, doch keine faulenden organischen Stoffe enthaltende Rasen- oder Schneedecke an ihrer Oberfläche das Ozon. Die atmosphärische Luft enthält nicht immer das Ozon. Betreffend den Ozonhalt der Luft lassen sich gewisse Regelmäßigkeiten festsetzen; feuchte Luft ist relativ ozonreicher als trockene und beim Fallen des Luftdruckes kann ein Maximalhalt des Ozons eintreten.

Bei fallendem Barometer nimmt die Schlagwettergefahr in den Kohlengruben zu, da bei abnehmendem Luftdruck der entsprechende Überschuss der absorbierten Gase, als CH_4 , H_2 , CO u. s. w. entweicht. Auf einem jähen Umsturz des Luftdruckes, so z. B. bei Erdbeben, beruht manche Schlagwetterexplosion.

Den gegenwärtigen Stand der Forschungen in Belgien über die Beziehungen zwischen schlagenden Wettern und Erdbeben bespricht E. van den Broeck in seiner Mitteilung an die französische geologische Gesellschaft.⁹⁾ Die „Société belge de géologie“ stiftete im Jahre 1898 eine ständige Abteilung, der das Studium der Grubenwetter obliegt und die die etwaigen Gesetze erforscht, nach denen sich Schlagwetter-Perioden vorher feststellen lassen. Die seit dem Jahre 1886 bei Hérin (Frankreich), Marsden (England) und in Belgien fortgesetzten Untersuchungen haben ergeben, dass dem Wettermaximum ein mikro-seismisches Maximum vorausgeht und ein solches barometrischer Depression nachfolgt. Im Gegensatz hiezu ist in einigen Fällen festgestellt worden, dass eine barometrische Kompression dem Auftreten schlagender Wetter vorausging; daher ist es über diese sich widersprechenden Beobachtungen zu wissenschaftlichen Auseinandersetzungen gekommen. Van den Broeck unterscheidet zwei Wetterarten: Solche unter niedriger und solche unter hoher Spannung. Erstere sammeln sich in bereits bewegten Erdmassen, verlassen den Bauen (im alten Mann) u. s. w. an und könnten durch atmosphärische Depression beeinflusst werden. Dank den technischen Verbesserungen im bergbaulichen Betriebe bleibt der Bergmann im dräuenden Kampfe gegen diese Schlagwetterart Sieger. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den hochgespannten Wettern, die vielleicht in festem oder flüssigem Zustande in den Poren der Kohlen eingeschlossen sind, wo das bei Versuchsbohrlöchern angewandte Manometer sie unter sehr verschiedenen Drucken von 20, 30, 40 und mehr Atmosphären konstant auf kleineren Abständen nachgewiesen hat. Das spontane Auslösen dieser Wetter, der spontane Wechsel ihres Aggregatzustandes sind eine furchtbare Geißel des Bergmannes. Diese Wetterart, wie auch ihre Natur und die Ursachen ihres Auftretens müssen wissenschaftlich klargestellt werden. Es müssen verschiedene mikro-seismische Phänomene, noch genauer bestimmte Bodenschwingungen inneren Ursprunges eingehendst

untersucht werden. Die geophysischen Untersuchungen hängen also sehr eng zusammen mit denen zur Ergründung der Beziehungen zwischen den Schlagwettern und dem Erdbeben.

In Uccle-les-Bruxelles hat Prof. Eug. Lagrange ein besonderes unterirdisches geographisches Observatorium errichtet. Die internationale Kommission für Geophysik beschloss, über ganz Europa nach dem Muster der eben genannten Anstalt ein entsprechendes Netz solcher insbesondere in den wettergefährlichen Kohlengruben ins Leben zu rufen. Auch Lauer beobachtet den Zusammenhang von Vulkanen mit Schlagwettern und bespricht im „Echo des Mines“ die jüngsten Antillen-Eruptionen und die gleichzeitigen Gasexplosionsunfälle in amerikanischen Kohlengruben, welche Explosionen seine Theorie zu bestätigen scheinen.¹⁰⁾

Die neuesten Forschungen des österreichischen in London lebenden Meteorologen J. F. Nowack sollen den Beweis erbracht haben, dass die Erdbeben nach einem streng umschriebenen Gesetze erfolgen. Die Hauptergebnisse dieser Forschungen lassen sich in folgende Sätze zusammendrängen. Es hat sich feststellen lassen, dass die Einwirkung der Sonnenvorgänge auf unsere Erde in gerade fortlaufenden Linien sich vollzieht. Diese Linien, Störungslinien genannt, verlaufen meist von Ost nach West und von Süd nach Nord. Nur sechs solcher Hauptstörungslinien sind im ganzen zu verzeichnen. Und die Gegenden, welche an diesen Störungslinien liegen, sind den kritischen Wetterereignissen besonders stark ausgesetzt. Nun kreuzen sich diese Linien aber in ihrem Laufe an mehreren Stellen, und da, wo sie einander treffen, entstehen Hauptstörungspunkte, das heißt, an diesen Orten treten große Naturereignisse auf, in erster Linie Erdbebenkatastrophen und zwar gleichfalls zu einer festgesetzten Zeit. Solche Treff- oder Knotenpunkte gibt es zirka 32 auf der ganzen Erdoberfläche. So ist der große Erfolg erreicht worden, dass die Haupterdbekatastrophen geographisch bestimmt und begrenzt werden können. Aber nicht nur diese örtliche Festlegung ist nach Nowacks Ansicht möglich, auch der Zeitpunkt, wann ungefähr eine Katastrophe an den genannten Knotenpunkten in Erwartung steht, konnte gewissermaßen mathematisch festgesetzt werden. Es hat sich nämlich, wie Nowack behauptet, gezeigt, dass immer nach 30, höchstens 35 Jahren ein Hauptnaturereignis ausbricht und nahezu alle 13 Jahre ein mittelmäßiges Ereignis eintritt.

Was die Beobachtungen der geothermischen Verhältnisse des kohlenführenden Gebirges anbelangt, hat das k. k. Ackerbauministerium sämtlichen Bergbehörden ein entsprechendes Beobachtungsschema in der Absicht zugemittelt, solche Beobachtungen in den österreichischen Kohlengruben möglichst allgemein nach einheitlichen, bewährten Prinzipien durchführen zu lassen.¹¹⁾

⁹⁾ „Bull. de la Soc. Géol. de France“, 4^{me} série, tome I, 1901, S. 288, auszugsweise als Referat in Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1902, H. 8, S. 287.

¹⁰⁾ „Österr. Zeitschr. f. B. u. H.“, 1902, Nr. 42, S. 561.

¹¹⁾ „Österr. Zeitschr. f. B. u. H.“, 1902, Nr. 12, S. 158 und 1903, Nr. 2, S. 26.