

Untersuchungen
über
die kohligen Substanzen
des
Mineralreichs
überhaupt,
und
über die Zusammensetzung der in der Preussischen Mo-
narchie vorkommenden Steinkohlen
insbesondere.

Von

C. J. B. Karsten

Doktor der Philosophie, Königl. Preussischen Geheimen Ober-Bergrathe,
Ritter des eisernen Kreuzes, ordentlichem Mitgliede der Königl. Akademie
der Wissenschaften zu Berlin und verschiedener gelehrter Gesellschaften
Mitgliede.

(Aus dem zwölften Bande des Archivs für Bergbau und Hüttenwesen
besonders abgedruckt.)

Berlin, 1826.
Gedruckt und verlegt
bei G. Reimer.

Die Untersuchungen über die Natur und die Beschaffenheit der kohligten Substanzen, welche im Schooße der Erde niedergelegt sind, und von deren Benutzung der Flor und der Wohlstand ganzer Staaten abhängt, führt nothwendig auf die nähere Prüfung des Verhaltens desjenigen Körpers zurück, von welchem sie unbezweifelt ihren Ursprung ableiten. Mag auch das Pflanzenleben in der Vorzeit sich in ganz andern Formen gefallen haben als diejenigen sind, unter denen die jetzt lebenden Pflanzen, bei ganz veränderten tellurischen Verhältnissen erscheinen; so zeigen doch die natürlichen Veränderungen, welche die des Lebens beraubte Pflanzenfaser derjenigen Pflanzen erlitten hat, die vor vielen Jahrtausenden den Boden der damaligen Erde bedeckten, eine so große Uebereinstimmung mit den Veränderungen, welche sich durch die Kunst bei der unveränderten vegetabilischen Faser unserer jetzt lebenden Pflanzen hervor-

bringen lassen; daß es kaum vermuthet werden kann, es habe zwischen der vegetabilischen Faser der vorzeitigen und der jetzt lebenden Pflanzen, eine größere Verschiedenheit statt gefunden, als diejenige ist, welche sich zwischen der Faser der verschiedenen Pflanzenarten zeigt, denen die jetzige Erdrinde ihren Schmuck und ihre Armuth verdankt. In der veränderten Faser der untergangenen Pflanzenwelt, finden sich dieselben Bestandtheile wie in der todtten Faser der jetzigen Vegetation, nur sind die Verhältnisse verschieden, in Folge der Veränderungen welchen sie unterworfen gewesen ist. Zwar hat die Kunst die Pflanzenfaser bis jetzt noch nicht in Steinkohle umändern können; allein der Torf, der sich täglich vor unseren Augen bildet, ist unbestritten das Produkt einer veränderten Pflanzenfaser und doch ist es noch Niemand gelungen, Torf aus Pflanzenfasern künstlich zu erzeugen.

Auch die Abstammung des sogenannten bituminösen Holzes und der Braunkohle von untergegangenen Pflanzen, wird im Ernst Niemand mehr bezweifeln wollen. Dennoch unterscheidet sich die Pflanzenfaser von der Braunkohle ungleich mehr, als diese von der Steinkohle. Die Uebergänge der Braunkohle in Steinkohle sind so unmerklich, daß es bei einzelnen Kabinetsstücken häufig eines sehr geübten Auges, zuweilen sogar eines besonders anzustellenden Versuches bedarf, um beide von einander zu unterscheiden. Noch niemals hat aber der unkundigste Beobachter Braunkohle und Holz mit einander verwechselt. Die Natur hat, in der Steinkohlenmasse selbst, zwar keine Spuren hinterlassen, aus denen sich auf einen vegetabilischen Ursprung schließen ließe, weil die Pflanzenfaser in der Steinkohle eine größere Veränderung als in der Braunkohle erlitten hat; allein die Schichten welche die Steinkohlen unmittelbar bedecken, bewahren fast immer die Eindrücke von Pflanzen, deren die Natur sich als Material zur Bildung der Stein-

Kohle bediente. Diese Umgebungen als zufällig, oder ihre Entstehung als unabhängig von der Bildung der Steinkohlenmasse selbst zu betrachten, würde höchstens nur dann erlaubt seyn, wenn die Steinkohlensubstanz ein so eigenthümliches, und ein von veränderter Pflanzenfaser so wesentlich verschiedenes Verhalten zeigte, daß sich ihre vegetabilische Abkunft mit Wahrscheinlichkeit nicht nachweisen ließe.

Die Steinkohle für eine Bildung eigenthümlicher Art zu halten, oder wohl gar ihren vegetabilischen Ursprung zu bezweifeln, dazu haben die Geognosten weniger als die Chemiker Veranlassung gegeben. Eine richtigere Erkenntniß von der Natur der organischen Verbindungen, welche man der neuern Chemie verdankt, gestattet es aber nicht mehr, die Steinkohle als eine Verbindung von Kohle mit Bitumen anzusehen, wenn gleich das Verhalten der Steinkohle in der Glühhitze, und die Veränderungen welche sie durch die Einwirkung von Säuren, oder durch das Verpuffen mit Salpeter erleidet; leicht zu der irrigen Vorstellung führen können, daß sich die Bestandtheile der Steinkohle nicht so wie die der Pflanzenfaser, im Zustande der gegenseitigen Bindung und Verbindung befinden, sondern daß sie aus abgeleiteten Verbindungen zusammengesetzt sey. Und in der That, ganz allein dieses Verhalten, oder vielmehr die unrichtige Deutung und Auslegung desselben, hat lange die Zweifel über die vegetabilische Abkunft der Steinkohlen zu unterhalten vermocht, und diese irrige Ansicht ist es, welche noch jetzt die unrichtigen Ausdrücke: bituminöses Holz, oder Steinkohle mit mehr und weniger Bitumen, zu mehr als zu einem gewöhnlichen Sprachgebrauch erhoben hat.

Der Uebergang aus Holz in bituminöses, oder richtiger in fossiles Holz ist so deutlich, daß es oft scheint, als könne man mit Zuverlässigkeit die Art des Holzes bestimmen, welches zur Entstehung des letztern Veranlassung gab. Je mehr aber die Veränderung der Pflanzenfaser vorschreitet,

bessr undeutlicher und schwieriger zu erkennen werden die Uebergänge. Das unter dem Namen **Surturbraud** bekannte fossile Holz von Island erscheint, wenigstens in den Kabinetsstücken, kaum mehr als solches, sondern als Braunkohle, und die letztere läßt sich von der wirklichen Steinkohle oft nur durch ihre Umgebung mit weniger vollkommen veränderter Braunkohle unterscheiden.

Unter dem Namen von **Pechkohle** oder **Gagat** wird bald wirkliche Steinkohle, bald Braunkohle verstanden, und die Stangenkohle vom Meißner hat sich in allen mineralogischen Systemen als eine Steinkohle einführen lassen, obgleich sie nichts weiter ist als eine durch die Wirkung des Basaltes veränderte Braunkohle. *)

*) Die Stangenkohle kann also in den oryktognostischen Systemen eben so wenig aufgeführt werden, als etwa eine durch die Einwirkung des Porphyr's oder des Basaltes veränderte Steinkohle, oder als eine Steinkohle welche durch die Wirkung eines Erbbrandes eine Veränderung in ihrer Zusammensetzung erlitten hat. Stangenkohle vom Meißner welche ich untersuchte, hatte ein spec. Gew. von 1,32125, und hinterließ bei der trocknen Destillation 85,9 Prozent Kohle, die nach dem Einäschern einen Rückstand von 10,2 Prozent weißer Asche (Kieselthon) gab. Der Verlust bei der trocknen Destillation bestand zum Theil in Wasser welches die Stangenkohle aus der Atmosphäre aufgenommen hatte, denn sie verlor beim Trocknen in der Wassersiedhize 2,8 Prozent; zum Theil waren es die gewöhnlichen Produkte die bei der Destillation der Braunkohlen erhalten werden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Stangenkohle in ihrer Zusammensetzung um so mehr verändert und dem Zustande der reinen (nur mit Erdbarten verunreinigten) Kohle näher gebracht seyn wird, je mehr sie der Einwirkung des Basaltes ausgesetzt war, und daß daher die Zusammensetzung der Stangenkohle ungemein verschieden seyn muß.

So unmerklich aber auch die Unterschiede zwischen Steinkohle und Braunkohle da seyn mögen, wo die scheinbaren Uebergänge das Erkennen erschweren; so wenig hat die Natur, wenigstens so weit die jetzigen Erfahrungen reichen, die Gränzen zwischen beiden Bildungen irgendwo wirklich überschritten. Noch nie ist Braunkohle in einer Ablagerung von Steinkohlen, oder wirkliche Steinkohle in einem Braunkohlenlager gefunden worden. Dies Verhalten zweier Bildungen, die sich, wenn man so sagen darf, in dem Zustande ihrer vollkommensten Entwicklung und in dem ihrer unvollständigen Ausbildung, so nahe stehen, daß für das sinnliche Erkenntnißvermögen fast die Erkennungszeichen fehlen, dies Verhalten kann einen Aufschluß über die Natur der kohligen Substanzen geben, welche von einem vegetabilischen Ursprunge so weit entfernt zu sein scheinen, daß es gewagt seyn mögte, sie davon ebenfalls abzuleiten.

Die Uebergänge aus der Steinkohle in den Anthracit sind aber nicht weniger unmerklich, als die der Braunkohle in Steinkohle, und man darf wohl fragen, mit welchem Recht das kohlige Fossil von Lischwitz bei Gera, oder das von Schönfeld, oder das holzartig safrige Fossil, welches fast alle Steinkohlenflöze ohne Ausnahme begleitet und welches unter dem Namen des safrigen Anthracites, oder der mineralischen Holzkohle bekannt ist, als Anthracite und nicht als Steinkohlen betrachtet werden. Die Uebergänge sind auch hier nur Annäherungen, und die Natur hat auch hier die Gränze nicht überschritten, durch welche sie die verschiedenen Perioden der Bildung und die Eigenthümlichkeit des Gebildeten bezeichnete. Der wirkliche Anthracit ist, so wie der Graphit, eine sehr selten vorkommende Bildung und es dürfte schwerlich gelingen, das Vorkommen des einen oder des andern dieser Körper, in einem Steinkohlenflöze nachzuweisen. Dies kann indeß nicht Anlaß geben, der Vermuthung: daß auch Anthracit und Graphit

ihr Entstehen der veränderten Pflanzenfaser verdanken, jede Wahrscheinlichkeit abzuspochen, wenn die innere Natur dieser Körper jener Annahme nicht entgegen steht.

Der geringere Gehalt an Kohlenstoff und das größere Verhältniß des Sauerstoffs und des Wasserstoffes in der unveränderten Pflanzenfaser, erklären es nicht allein, sondern machen es auch nothwendig, daß das Verhalten derselben zu anderen Körpern und in der Glühfize, von dem der veränderten Pflanzenfaser um so abweichender erscheint, je weiter die Veränderung vorgeschritten, d. h. je größer das Verhältniß des Kohlenstoffes zu dem der andern Bestandtheile geworden ist. Im Anthracit und im Graphit scheint dies Verhältniß das Maximum so sehr erreicht zu haben, daß beide Substanzen, oder wenigstens doch der Graphit, für Kohle gehalten werden die alles Sauer- und Wasserstoffes völlig beraubt ist.

Der Graphit würde nach der bisherigen Ansicht eine Kohle seyn, deren abweichendes Verhalten von der Kohle dadurch erklärt wird, daß man ihn als eine chemische Verbindung von Kohle mit Eisen, und zwar als ein, in dem Verhältniß von 95 Kohle zu 5 Eisen in 100 Theilen zusammengesetztes Supercarburet betrachtet.

Wodurch sich der Anthracit von reiner Kohle unterscheidet, darüber ist weniger eine bestimmte Meinung ausgesprochen, und wirklich scheint es eine durch die Chemie nicht zu lösende Aufgabe zu seyn, den Unterschied zwischen Diamant, Graphit, Anthracit und reiner Kohle zu erklären.

Der Torf, die Braunkohle und die Steinkohle geben bei der trocknen Destillation fast immer mehr oder weniger starke Spuren von Ammoniac, welches bei der Destillation der unveränderten Pflanzenfaser nicht erhalten wird. Der Stickstoff scheint daher als ein neuer Bestandtheil der veränderten Pflanzenfaser aufzutreten. Das Verhältniß desselben ist indeß in allen Braun- und Steinkohlenarten, welche ich

zu untersuchen Gelegenheit hatte, so geringe, daß er kein durchaus wesentlicher Bestandtheil derselben zu seyn scheint. Bei denjenigen Braun- und Steinkohlen die bei der Destillation zugleich ein saures Wasser geben, muß die Säure vorsichtig durch Kali gesättigt werden, um den geringen Ammoniakgehalt durch den schwachen Geruch beim Erwärmen der Flüssigkeit erkennen zu können. Die meisten Steinkohlen geben aber kein saures Wasser und dann zeigt sich der Ammoniakgehalt durch das Bläuen der gerötheten Lackmustinktur unmittelbar.

Der Torf giebt ein so überwiegendes Verhältniß von saurem Wasser bei der trocknen Destillation, daß es schwer ist, die darin befindliche ammoniakalische Basis, selbst durch Sättigung der Säure mit Kali, deutlich zu erkennen.

Die saure Flüssigkeit welche durch die trockne Destillation der unveränderten Pflanzenfaser erhalten wird, giebt durch Sättigung mit Kali keine bemerkbare Spur von Ammoniak. Wenn man aber Holzspäne, Torf, Braunkohle oder Steinkohle, mit äzendem Kali in einem bedeckten Silbertiegel stark rothglüheth, die geglüthete Masse in Wasser auflöset, mit Salzsäure sättigt und die Flüssigkeit zu einer salzsauren Eisenoxyd-Auflösung tröpfelt, so setzt sich nach einiger Zeit etwas Berlinerblau zu Boden, zum Beweise daß auch die unveränderte Pflanzenfaser nicht frei von Stickstoff ist. Wird dieser Versuch mit Holzspänen, mit Torf, mit fossilem Holz und mit Braunkohle angestellt, die sich entweder ganz oder theilweise in dem Alkali auflösen, so muß die Rothglühhitze lange genug fortgesetzt werden, um alles Ulmin, welches sich in einem niedrigeren Grade der Temperatur gebildet hatte, zu zerstören. Die geringe Menge des Stickstoffs, die sich, — mit Ausnahme von manchen Torfarten, — in der veränderten Pflanzenfaser bei der analytischen Untersuchung auffinden läßt, macht es nicht wahrscheinlich, daß der Stickstoff als ein wesentlicher Be-

standtheil derselben betrachtet werden muß. Faraday hat kürzlich die Ammoniakentwicklung aus Substanzen nachgewiesen, die gar kein Ammoniak enthalten; es wäre daher wohl möglich, daß der Stickstoffgehalt nicht jeder veränderten oder unveränderten Pflanzenfaser eigenthümlich ist.

Aus der frischen Holzfaser sowohl, als aus dem Torf und der Braunkohle zieht das Wasser etwas Extraktivstoff, übt aber sonst keine Wirkung darauf aus. Aus der Steinkohle nimmt reines Wasser nichts auf. Werden Holzspäne anhaltend mit reinem Wasser gesotten, so erhält man in dem Rückstand der abgedampften Flüssigkeit, außer dem extraktivstoffartigen Wesen, ein an einer Pflanzensäure gebundenes kalisches Salz, woraus das Kali durch Glühen dargestellt werden kann.

Torf, Braunkohle und Steinkohle geben niemals ein alkalisches Salz durch diese Behandlung, wohl aber nimmt das Wasser aus dem Torf und aus der Braunkohle etwas Gips auf.

Alkohol zieht aus einigen Holzarten etwas Harz, aus dem Torf und aus der Braunkohle etwas bitteren Extraktivstoff, aus manchem fossilen Holz etwas wohlriechendes Harz, färbt sich mit Asphalt schwach gelb, ohne jedoch eine eigentliche auflösende Kraft darauf auszuüben, und ist auf alle Steinkohlenarten ohne Wirkung.

Schwefeläther läßt den Asphalt völlig auf, erhält mit dem mehrsten Steinkohlen einen balsamartigen Geruch und eine schwach gelbliche Färbung. Wird der Aether in schwacher Wärme verflüchtigt, so bleibt ein sehr angenehm riechendes Harz in nicht bestimmbarer Menge zurück.

Braunkohle die schon ausgebildetes Harz enthält, giebt dasselbe an den Aether ab, wie dies auch bei mancher unveränderten Pflanzenfaser der Fall ist.

Reines Ammoniak äußert auf die mehrsten Steinkohlen durchaus keine Wirkung. Nur diejenigen

Steinkohlen die einen geringen Gehalt an Kohlenstoff haben und bei denen zugleich der Gehalt an Wasserstoff geringe ist, geben dem Ammoniak eine schwache bräunliche Färbung.

Asphalt ist im Aetzammoniak völlig unauflöslich. Die Braunkohle verhält sich eben so wie die Art der Steinkohlen deren so eben gedacht ist. Fossiles Holz ertheilt dem Aetzammoniak eine dunkle Färbung. Aus der Auflösung schlägt sich beim Sättigen mit einer Säure etwas Ulmin nieder. Unveränderte Pflanzenfaser erfordert ein lange anhaltendes Digeriren mit Aetzammoniak, um dasselbe gelb zu färben. Die Faser scheint dabei keine große Veränderung zu erleiden.

Wässeriges ätzendes Kali löst die Holzfaser in lange fortgesetzter Siedhitze völlig auf. Von welcher Beschaffenheit der gelblichbraune Körper ist, der sich bei der Sättigung der Auflösung mit einer Säure niederschlägt, bedarf noch einer nähern Untersuchung. Erhitzt man die unveränderte Holzfaser mit Kalihydrat, ohne es bis zum Glühen kommen zu lassen, so nimmt die vollständig erfolgende wässrige Auflösung eine dunkelbraune Farbe an und Säuren schlagen dann einen braunen Körper nieder, der beim Trocknen glänzend schwarz und für Ulmin gehalten wird. Einiges fossiles Holz (Surturbrand) löst sich schon in gewöhnlicher Temperatur, aber leichter in der Siedhitze, in wässrigem Aetzkali auf, und bildet eine schwarzbraune, fast zähe Flüssigkeit, aus welcher Säuren einen dunkelbraunen, beim Trocknen glänzend schwarz werdenden Körper niederschlagen, der in seinen Eigenschaften ganz mit der schwarzen Substanz übereinzustimmen scheint, die durch die Einwirkung des Kalihydrat auf die Holzfaser in der erhöhten Temperatur erhalten wird.

Anderes fossiles Holz erfordert ein lange anhaltendes

Sieden um sich theilweise aufzulösen. Eben so verhält sich auch der Torf.

Die Braunkohle färbt das wässrige ätzende Kali beim anhaltenden Sieden mehr oder weniger dunkelbraun. Die Flüssigkeit läßt beim Zusatz von Säuren ebenfalls Ulmin fallen. Die unter dem Namen der Pechkohle bekannte Braunkohle verhält sich eben so, indeß ist die Färbung der Kalilauge nicht dunkel sondern nur lichtbraun, und es bedarf der Beihülfe einer etwas über dem Wassersiedepunkt erhöhten Temperatur, um durch die Einwirkung des Kalihydrats auf die Pechkohle eine sehr dunkle Auflösung zu erhalten. Der größte Theil der Braunkohle bleibt indeß unauflöslich. Alle Steinkohlen mit einem großen Kohlenstoffgehalt, so wie diejenigen Steinkohlen, welche bei einem nicht großen Kohlenstoffgehalt verhältnißmäßig viel Wasserstoff enthalten (einige Arten von Kannelkohle) werden von dem wässrigen Alkali in der Digerirwärme gar nicht verändert, auch erhält man nur eine sehr schwach gelblich gefärbte Lauge, wenn man diese Steinkohlen mit Kalihydrat in erhöhter Temperatur erhitzt und das erhitzte Gemenge mit Wasser übergießt. Dagegen werden die an Kohlenstoff armen Kohlen, wenn sie zugleich wenig Wasserstoff enthalten, eben so stark wie die Braunkohlen von dem wässrigen Alkali in der Digerirwärme angegriffen. Die mehr oder weniger dunkelbraun gefärbte Lauge läßt beim Sättigen mit Salzsäure Ulmin fallen, welches sich von dem mit bituminösem Holz und mit Braunkohle erhaltenen, nicht unterscheidet.

Einige von diesen Steinkohlenarten (Leopoldinen-Theodor = Josepha = Grube u. s. w. Oberschlesien, ferner eine Steinkohle aus Brasilien) geben Laugen die vollkommen so dunkel gefärbt sind, wie die dunkelsten Laugen, welche sich nur aus der Braunkohle darstellen lassen; andere geben eine weniger stark gefärbte Auflösung, gerade so wie die Braun-

Kohle, bei welcher der Gehalt an Kohlenstoff schon so sehr zugenommen hat, daß man sie von der Steinkohle nur schwer unterscheiden kann. Der größte Theil der Kohle bleibt indeß unverändert.

Auf den Asphalt hat das wässrige ägende Kali in der Digerirhize keine Wirkung.

Die Salpetersäure wird schon in der gewöhnlichen Temperatur von der Holzfaser zersezt. Es entwickelt sich Salpetergas und die vegetabilische Faser löst sich gänzlich auf, indem sie eine fast farblose Flüssigkeit bildet. Schneller finden Zersezung und Auflösung unter Beihülfe von Wärme statt. Bricht man den Prozeß ab, ehe die Auflösung vollständig erfolgt ist, so befindet sich die unaufgelöst gebliebene Faser in einem breiartig erweichten Zustande, wird aber beim Trocknen wieder hart, scheint indeß schon einige Veränderung erlitten zu haben. Die Salpetersäure hat den ganzen Kaligehalt des Holzes aufgenommen, so daß der unaufgelöst gebliebene Rückstand, — auch wenn der Prozeß sehr bald unterbrochen wird, so daß sich kaum der zehnte Theil der Faser aufgelöst hat, — beim Einäschern keine Spur von Kali mehr zeigt. Die Veränderung welche die von der Salpetersäure aufgenommene Holzfaser erlitten hat, scheint zum großen Theil von der Temperatur abzuhängen, in welcher die Auflösung bewirkt ward. In der Siedhize scheint der größte Theil des Holzes in Sauerkleesäure verwandelt zu werden. Bei der Anwendung von schwacher Digerirwärme und in der gewöhnlichen Temperatur, giebt die saure Flüssigkeit beim Abdampfen eine zähe, gelblich gefärbte, im Wasser größtentheils auflöbliche Substanz, deren Natur noch näher zu bestimmen ist.

Torf und fossiles Holz lösen sich mit dunkelbrauner Farbe in Salpetersäure größtentheils auf und verhalten sich fast wie die unveränderte Holzfaser. Hatchett hat

schon gezeigt, *) daß die saure Flüssigkeit zuweilen Gerbestoff enthält. Wird die Auflösung unterbrochen und der unaufgelöste Rückstand eingeäschert, so besteht die Asche fast nur aus Kiesel-erde, indem die Säure den größten Theil des Gehalts an Thonerde, Kalkerde, Bittererde und oxydirtem Eisen aufgenommen hat. Der Rückstand selbst hat eine schwarze Farbe und ganz das Ansehen von reiner Kohle, allein er verpufft beim Verkohlen und liefert keine öltartige Flüssigkeit mehr bei der trocknen Destillation.

Braunkohle und Steinkohle verhalten sich zur Salpetersäure auf gleiche Weise. In der gewöhnlichen Temperatur entwickelt sich sehr sparsam Salpetergas; schneller erfolgt die Zersetzung der Säure in der Hitze. Wenn man nach lange anhaltendem Kochen den Prozeß abbricht und filtrirt, so geht eine dunkel braunrothe Flüssigkeit durch das Filtrum, und die Kohle auf dem Filtrum färbt die Ausflüßwasser fast unaufhörlich braun. Die dunkel braunrothe Flüssigkeit wird durch Wasser zersetzt und giebt eine orleanfarbene Gerinnung. Die mehrsten Kohlen nehmen bei dieser Behandlung am Gewicht zu, obgleich die Salpetersäure einen ansehnlichen Theil der zersetzten Kohle aufgenommen hat. Der völlig ausgeflüßte und in der Wasserfiedhize getrocknete Rückstand wiegt nämlich einige Prozente mehr als die zum Versuch genommene Braun- oder Steinkohle. Dieser Rückstand hat ganz das Ansehen der Kohle, verpufft aber bei der trocknen Destillation und giebt kein Del mehr, sondern Wasser, welches stark ammoniakalisch ist, und sehr viel kohlen-saures Gas. Die Gewichtszunahme ist sehr verschieden und richtet sich theils nach der angewendeten Temperatur, theils nach der Dauer des Versuches. Es tritt indeß ein Zeitpunkt ein, wo diese Gewichtszunahme ihr Ma-

*) Gehler's Journal für Chemie und Physik, Bd. I. 543 — 613.

rimum erreicht und das Gewicht des Rückstandes wieder geringer wird als das der angewendeten Kohle. Ob die Salpetersäure, durch viele Tage lang fortgesetztes Sieden, eine völlige Auflösung der Braun- und Steinkohle bewirken würde, ist nicht unwahrscheinlich; indeß habe ich darüber keinen Versuch angestellt. Der größte Theil des Erdengehalts der Kohle, mit Ausnahme der Rieselerde und eines Theils Thonerde, wird dabei von der Salpetersäure aufgenommen und die verpuffende Kohle giebt beim Einäschern oft ungleich weniger Asche als der Erdengehalt beträgt, den die Salpetersäure aufnimmt. Aber auch die durch die trockne Destillation aus der Braun- und Steinkohle dargestellte Kohle, so wie die gewöhnliche Holzkohle, zersetzen die Salpetersäure, nehmen zuerst am Gewicht zu, verbrennen unter starkem Verpuffen und hinterlassen beim Einäschern weder die in Salpetersäure auflösblichen Erden, noch Alkali. Werden diese Kohlen anhaltend mit Salpetersäure gesotten, so nehmen sie am Gewicht wieder ab, und geben mit der Säure dunkel braunrothe Auflösungen. Bei der Anwendung von Roaks ist dazu jedoch ein sehr lange anhaltendes Sieden erforderlich. — Einige Steinkohlen, nämlich diejenigen welche einen sehr großen Kohlengehalt haben und gewöhnlich für Anthracit gehalten werden (von Lischwitz und Schönfeld) erfordern ein sehr lange fortgesetztes Sieden um die Säure zu zersetzen, ohne daß sie dabei eine bemerkbare Veränderung erleiden. — Der in der Salpetersäure auflösbliche Theil ihres Erdengehalts wird von der Säure aufgenommen und die mit Salpetersäure behandelten Kohlen geben daher beim Einäschern nur wenig Asche. Anthracit (von Rhode Island) und Graphit (von Borrowdale) äußern gar keine zersetzende Wirkung auf die Salpetersäure, sondern diese nimmt bloß die darin auflösblichen Erden und Metalloxyde auf. Warum die reine Holzkohle die Salpetersäure so leicht zu zersetzen vermag, während Graphit,

Kohlenblende und Diamant gar keine Einwirkung hervorbringen, von dieser Erscheinung läßt sich der Grund nicht angeben. — Asphalt zersetzt die Salpetersäure ebenfalls und giebt eine dunkelbraune, durch Wasser zersehbare Flüssigkeit, ohne daß jedoch die zurückbleibende kohlenartige Substanz am Gewicht zunimmt.

Auch die Salzsäure zersetzt die Holzfaser und verwandelt sie durch anhaltendes Digeriren in eine braune Substanz, welche 60 bis 65 Prozent von der angewendeten Holzfaser beträgt. Die Flüssigkeit färbt sich röthlichbraun, wird aber durch Wasser nicht zersetzt, auch schlagen Alkalien nichts daraus nieder, so daß es scheint als ob die Wirkung der Salzsäure sich größtentheils nur darauf beschränke, der Holzfaser Wasser zu entziehen. Die braune Substanz brennt noch mit Flamme und verhält sich wie unvollkommen verkohltes Holz.

Fossiles Holz ertheilt der Salzsäure ebenfalls eine dunkelrothe Färbung, ohne dabei aber eine wesentliche Veränderung zu erleiden.

Auf Braunkohle und Steinkohle ist die Salzsäure ohne Wirkung.

Die mit Salzsäure behandelten Pflanzenfasern, sowohl die in ihren Mischungsverhältnissen schon veränderten (Torf, Braunkohle, Steinkohle) als die noch nicht veränderten, (Holzfaser) geben beim Einäschern weniger Asche und die letztern in der Asche kein Alkali. Eine solche Aufnahme des in der Säure auflösliehen Erdengehalts, ist auch die einzige Wirkung welche die Salzsäure auf den Anthracit und auf den Graphit hervorbringt.

Concentrirte Schwefelsäure färbt die unveränderte Pflanzenfaser augenblicklich schwarz. In der gewöhnlichen Temperatur geht die wechselseitige Zersetzung, unter Entwicklung von unterschwefliger Säure, nur langsam

sam vor sich. Wendet man Siedhize an, so entweicht schwefligsaures Gas in starken Strömen und es geht dabei viel Wasser in die Vorlage über. Verdünnte Schwefelsäure wirkt sehr langsam und die Gasentwicklung tritt erst wieder ein, wenn sich die Säure, bei Anwendung von Digerirwärme, durch Wasserverdampfung mehr concentrirt hat. Die Menge der zurückbleibenden kohlenartigen Substanz richtet sich ganz nach der Dauer des Processes. Läßt man Holzspäne in einer Temperatur von 16 Gr. Reaum. mehrere Tage lang mit vollkommen concentrirter Schwefelsäure stehen, so erhält man als Rückstand eine schwarze Kohle, die nach dem Ausfüßen 36 bis 45 Prozent von der angewendeten Holzfaser beträgt und beim Trocknen den Glanz der Steinkohle erhält. Die saure Flüssigkeit geht farbenlos durchs Filtrum und besteht aus wäßriger Schwefelsäure, unterschweflichter Säure und aus einer gummiartigen Substanz, die sich erhalten läßt, wenn man die Säure mit Kalkerde sättigt, den Niederschlag durch Filtriren absondert und die durchgegangene Flüssigkeit eindickt. Behandelt man Holzspäne in der Siedhize mit Schwefelsäure, so bleibt die Flüssigkeit ebenfalls ungefärbt und besteht aus concentrirter Schwefelsäure, welche eine gummiartige Substanz aufgelöst enthält. Der schwarze kohlenartige Rückstand, der beim Eintrocknen auf dem Filtrum ebenfalls glänzend wird und das Ansehen von Steinkohlen bekommt; beträgt mehr oder weniger am Gewicht, je nachdem die Säure kürzere oder längere Zeit eingewirkt hat. Wird der Prozeß bald abgebrochen, so erhält man 50 bis 65 Prozent; wird er einige Tage lang fortgesetzt, so kann man das Ausbringen bis auf 22 Prozent herunterbringen, allein die Entwicklung von schwefligsaurem Gas hat dann noch nicht aufgehört und es bleibt noch zu untersuchen, ob sich die Holzfaser durch ununterbrochene Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure nicht vollständig und ohne Hinterlassung eines kohlenartigen

Rückstandes in Gummi und zuletzt in Zucker verwandeln läßt. Die zurückbleibende kohlenartige Substanz, — der Prozeß mag früh oder spät beendigt werden, — ist keine reine Kohle, sondern sie enthält noch immer etwas Sauerstoff und Wasserstoff, verbrennt aber ohne Flamme, und die daraus durch trockne Destillation dargestellte reine Kohle, äßert sich ungleich schwerer ein wie die gewöhnliche Holzkohle.

Nur die kohlenartige Substanz welche durch mehrere Tage lang fortgesetztes Sieden mit Schwefelsäure aus der Holzfaser erhalten wird, scheint sich dem Zustande der reinen Kohle sehr zu nähern. Nach dem völligen Eintrocknen ist sie äußerlich von der Steinkohle kaum zu unterscheiden.

Die durch Schwefelsäure aus der Holzfaser dargestellte Kohle hinterläßt beim Einäschern nur eine Spnr von Kieselerde, indem das Alkali, die Thonerde, Kalkerde u. s. w. von der Schwefelsäure aufgenommen worden sind.

Der Torf, das fossile Holz, die Braunkohle und die Steinkohle geben in der Digerirhize ebenfalls ungefärbte Auflösungen mit der concentrirten Schwefelsäure, wobei sich sehr viel schwefligsaures Gas entbindet, aber mehr kohlenartige Substanz als bei der unveränderten Pflanzenfaser zurück bleibt. Diese kohlenartige Substanz verbrennt, wenn der Prozeß lange genug fortgesetzt worden ist, ebenfalls ohne Flamme, ohne reine Kohle zu sein. Delartige Flüssigkeiten entbinden sich daraus bei der trocknen Destillation nicht mehr, sondern nur Wasser, kohlenensaures Gas und Kohlenoxydgas. —

Die sogenannten Anthracite von Lischwitz und Schönfeld, so wie der sogenannte fastige Anthracit, entwickeln beim Sieden mit concentrirter Schwefelsäure ebenfalls schwefligsaures Gas, ohne dadurch eine bemerkbare Veränderung zu erleiden. Dies ist auch der Fall mit der, aus dem Holz und aus der Steinkohle, durch die gewöhnliche

Verkohlung erhaltenen Kohle, welche zwar ebenfalls schwefligsaures Gas entwickelt, ohne daß sie eine andere Veränderung zu erleiden scheint, als daß die Säure das Alkali und die in derselben auflösbaren Erden und das Eisenoxyd aufnimmt.

Der wirkliche Anthracit und der Graphit entwickeln kein schwefligsaures Gas und die Wirkung der Säure beschränkt sich nur darauf, die in ihr auflösbaren Erden und Metalloxyde auszugiehen.

Die Erfolge bei der Einwirkung der Säuren auf die veränderte und unveränderte Pflanzenfaser sind also dem Verhalten der Säure und der Beschaffenheit des Körpers auf welchen sie wirken, völlig angemessen. Die leichter zersehbare und daher stärker oxydierende Salpetersäure, bewirkt schneller und in einem höhern Grade, die Oxydation der Pflanzenfaser, indem sie dieselbe in eine gerbestoffartige Substanz oder wohl gar in Säure umändert, wogegen die Schwefelsäure nur eine Umwandlung der Faser in Gummi und zuletzt in Zucker bewirken kann. Die noch nicht veränderte Faser erleidet diese Veränderungen schneller und vollständiger, weil das größere Verhältniß des Sauerstoffs und Wasserstoffs zum Kohlenstoff, die Wirkung der Säuren erleichtert.

Mit der Zunahme des Kohlenstoffs wird die chemische Einwirkung der Säure immer mehr geschwächt, und die ganz reine Kohle scheint nur dann noch einer Veränderung durch die Säuren zu unterliegen, wenn sie sich, wie dies bei der Holzkohle der Fall ist, in einem mechanisch aufgelockerten Zustande befindet. Der Anthracit, der Graphit und der Diamant widerstehen der Einwirkung der Säuren vielleicht nur wegen ihrer großen Verdichtung, wenigstens läßt sich bis jetzt noch kein anderer Grund dieses sonderbaren Verhaltens angeben. Der Diamant, die dichteste bis jetzt bekannte Kohle, läßt sich nur bei einem sehr erhöhten

Grade der Temperatur, in reinem Sauerstoff verbrennen; ungleich leichter zerstörbar sind der Anthracit und der Graphit, und die, durch trockne Destillation aus der Steinkohle, der Braunkohle und der unveränderten Pflanzensaser dargestellte Kohle, nimmt in demselben Grade an Entzündlichkeit zu, in welchem sie sich bei ihrer Darstellung mehr aufzulockern Gelegenheit hatte, oder auch je ärmer an Kohlenstoff der Körper war, aus welchem sie bereitet ward. Steinkohle die in Defen, oder in geschlossenen Räumen verkohlt wird, giebt eine ungleich dichtere und schwerer entzündliche Kohle, als die Kohle ist, welche sich aus derselben Steinkohle durch Verkohlung in offenen Meilern gewinnen läßt.

Wie alle organischen Substanzen, so ist auch die Pflanzensaser einer Zerstörung unterworfen, wenn sie ohne Einwirkung des Sauerstoffes, oder irgend eines andern Körpers, für sich allein einer erhöhten Temperatur ausgesetzt wird. Ihre Bestandtheile folgen nun anderen Verbindungsgesetzen und es entstehen neue Verbindungen, deren Beschaffenheit theils von der des Körpers selbst, theils von dem Grade der Temperatur abhängig sein wird, in welche derselbe gebracht ward. Keine Kohle ist bekanntlich eine höchst feuerbeständige und ohne Zutritt des Sauerstoffes oder eines andern Körpers unzerstörbare Substanz, die bis jetzt auch in den stärksten Graden der Hitze nicht einmal hat zum Schmelzen gebracht werden können. Anders ist das Verhalten in der Verbindung mit Sauerstoff und Wasserstoff. Eine solche Verbindung kann nur bei einem gewissen Grade der Temperatur von Bestand sein. Erhöhte Temperatur bewirkt eine Entmischung, oder eine Bildung von neuen Verbindungen, und diese Zersetzung durch Erhöhung der Temperatur, ist der Prozeß, den man die Verkohlung nennt, weil der feuerbeständige Rückstand bei der Operation aus reiner Kohle besteht. Wenn Wasserstoff, Sauerstoff und

Kohlenstoff bei verschiedenen Graden der Temperatur auch verschiedenen Verbindungsgefahren gehorchen, so muß sich die Menge der zurückbleibenden reinen Kohle nicht bloß nach der Beschaffenheit des zu verkohlenden Körpers, sondern auch zugleich nach den Graden der Temperatur richten, welche beim Verkohlen angewendet ward.

Und so ist es auch in der That. Manche Harze und Fette, die ungleich mehr Kohlenstoff enthalten als die Pflanzenfaser; hinterlassen bei der freiwilligen Entmischung in der erhöhten Temperatur nicht eine Spur von Kohle, und bei einer und derselben Pflanzenfaser ist die Menge der zurückbleibenden Kohle ganz von dem Grade der Hitze beim Verkohlen abhängig. Die Angaben über den darstellbaren Kohlengehalt des Holzes, die so ungemein von einander abweichen, indem z. B. das Eichenholz nach Proust 19 Prozent, nach Hjelm 30½ Prozent Kohle hinterlassen soll, enthalten daher an sich keinen Widerspruch; allein man hat dabei den Einfluß übersehen, den die Verschiedenheit der beim Verkohlen angewendeten Temperatur ausübt.

Noch mehr als die Menge der zurückbleibenden Kohle, muß die Menge und Beschaffenheit der übrigen bei der trockenen Destillation, oder beim Verkohlen sich bildenden Verbindungen, nach den Graden der angewendeten Temperatur verschieden seyn, eben weil die Quantität der zurückbleibenden Kohle nur eine Folge von der Natur und Beschaffenheit der gasartigen und tropfbar flüssigen Verbindungen ist, die bei diesem Prozeß gebildet werden. Dies verschiedene Verhalten der organischen Verbindungen in den verschiedenen Graden einer erhöhten Temperatur, ist auch für die praktische Anwendung nicht ohne Wichtigkeit. Aus einer und derselben Steinkohle läßt sich mehr und schlechteres, oder weniger und zur Gasbeleuchtung ungleich besser geeignetes Gas darstellen, je nachdem die Verkohlung in schwächerer oder in stärkerer Hitze bewirkt wird.

Wäre die Darstellung der Kohle der Hauptzweck des Processes, so würde man eine möglichst niedrige und nur gegen das Ende des Processes gesteigerte Hitze anwenden müssen, um so wenig Kohle als möglich in den sich bildenden gasartigen und tropfbar flüssigen Verbindungen zu verlieren. Dies Verhalten zeigt aber auch zugleich, daß die Producte der trocknen Destillation von einem und demselben organischen Körper, sowohl in der Menge als in der Art verschieden ausfallen müssen, je nachdem die angewendeten Temperaturen verschieden waren, ein Umstand worauf in sehr vielen Fällen unbezweifelt mehr Rücksicht genommen werden müßte, als es bisher geschehen ist.

Die Producte bei der Destillation der vollkommen luft trocknen unveränderten Pflanzenfaser sind bekanntlich brenzlichte Säure, Wasser, Del, sehr wenig alkoholartige Substanz und ein Gemenge von Gasarten, zusammengesetzt aus kohlen saurem Gas, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas und ölzeugendem Gas. Das Verhältniß aller dieser Verbindungen unter einander und die Menge der zurückbleibenden Kohle, richten sich nach der Temperatur. Wenn man Holzspäne einer Temperatur von höchstens 120 Gr. Reaum. längere Zeit aussetzt, so tritt ein Zeitpunkt ein, wo keine Gewichtsveränderung weiter statt findet. Das völlig luft trockne (aber nicht in der Wasser siedehitze getrocknete) Holz verliert dabei zwischen 66 bis 69 Prozent. Der Rückstand, welcher, außer einem etwas matteren Ansehen, ganz der gewöhnlichen Holzkohle ähnlich ist, wiegt also zwischen 41 bis 44 Prozent von der angewendeten Holzmenge. Diese kohlenartige Substanz ist es, welche *Rumford* das Pflanzengerüst, oder das Skelett der Pflanzen genannt und von welcher er behauptet hat, daß sie reine Kohle und in allen Pflanzen in gleicher Menge vorhanden sey. *)

*) Untersuchungen über verschiedene Holzarten und die Kohle. *Schweigger's Journal für Chemie und Physik*, Bd. VIII. S. 160 — 202.

arten gaben ihm im Durchschnitt ziemlich genau und mit höchst geringen Abweichungen, 43 Prozent von dieser kohlenartigen Substanz. Nach seiner Ansicht sollte die Holzsubstanz aus 43 Theilen von diesem Gerüst, — welches für die Pflanzen etwa das wäre, was das Knochengerüst für die Thiere ist, — und aus 57 Theilen Pflanzenfleisch bestehen, welches jenes Gerüst überzogen hat. Das Pflanzenfleisch würde dann, nach den Resultaten der Analyse der Holzsubstanz von Gay Lussac und Thenard aus 9 Theilen Kohlenstoff und aus 48 Theilen Sauerstoff und Wasserstoff in jenen 57 Theilen zusammengesetzt seyn. Die allerdings sehr merkwürdige und nicht zu erklärende Erscheinung, daß die entmischte Pflanzenfaser die äußere Gestalt der unzersehten Faser behält, und in der Form keine andere Veränderung als die Verminderung des Volumens erleidet, mag zu diesem raschen Schluß wohl Veranlassung gegeben haben. Der Grund dieses Erfolges liegt aber bloß darin, daß die Entmischung der Pflanzenfaser, in einer Temperatur von etwa 120 Gr. Reaum., nicht weiter als bis zu einem Verlust von 66 bis 69 Prozent gebracht werden kann. Wird daher die Temperatur erhöht, so tritt ein neuer Gewichtsverlust ein, welcher für diesen Grad der Temperatur abermals konstant bleibt, bis endlich in der Rothglüh Hitze die Entmischung der Faser vollständig erfolgt ist und nun keine Gewichtsverminderung weiter statt findet. Das von Rumford sogenannte Pflanzengerüst ist folglich eine unvollkommen zersehte Pflanzenfaser und keinesweges reine Kohle. Die Produkte dieser langsamen Zersehung weichen übrigens von denen der durch schnell verstärkte Hitze bewirkten Zersehung ungemein ab. Weißbuchenholz, welches beim schnellen Verkohlen die gewöhnlichen Produkte der Holzdestillation giebt, und dabei 13,5 Prozent Kohle hinterläßt, entwickelt bei einer sehr langsamen Temperaturerhöhung ungleich mehr Wasser, Kohlenwasserstoffgas und kohlensaures

Gas und hinterläßt 26,1 Prozent, folglich fast noch einmal so viel Kohle. Die Zersetzung der unveränderten Pflanzenfaser beginnt also schon in einer ziemlich niedrigen Temperatur, welches Verhalten ohne Zweifel darin seinen Grund hat, daß der Gehalt an Sauerstoff und Wasserstoff in der Holzfaser, wie aus Gay-Lussacs und Thénards Analyse hervorgeht, ziemlich genau in dem zur Wasserbildung erforderlichen Verhältniß vorhanden ist.*)

Die durch die trockne Destillation aus der Pflanzenfaser erhaltene Kohle, hat den ganzen Gehalt an Alkalien und

*) Vor kurzer Zeit hat Hr. Cheuvreuffe (*Recherches physico-chimiques sur le charbon, in den Annales de Chimie et de Physique. T. XXIX. p. 426. etc.*) wieder auf das sehr verschiedenartige Verhalten der Kohle, welche in schwacher Hitze erzeugt ist, von derjenigen Kohle, die bei der Anwendung von Rothglühhitze aus einer und derselben Holzart dargestellt wird, aufmerksam gemacht. Die erstere hat ein geringeres specifisches Gewicht, leitet die Electricität und die Wärme ungleich schlechter, ist weit leichter verbrennlich und absorbirt die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre schneller, als die Kohle zu deren Darstellung Rothglühhitze angewendet worden ist. Obgleich es von großem Interesse ist, dies auffallend verschiedene Verhalten beider Kohlenarten aus einer und derselben Pflanzenfaser genauer zu kennen; so findet sich in der Abhandlung des Hrn. Cheuvreuffe doch nirgends der Beweis, daß die bei der Anwendung einer niedrigen Temperatur erhaltene Kohle, wirklich reine Kohle, und nicht eine unvollständig zersetzte Pflanzenfaser gewesen ist. Letzteres wird sogar wahrscheinlich, indem Hr. C. bemerkt, daß die Kohle der ersten Art, durch Destillation des Holzes aus einer irdenen oder porzellanenen Retorte, bis sich keine Dämpfe mehr entwickeln, bereitet, zur Darstellung der Kohle der zweiten Art aber Rothglühhitze angewendet werden soll.

Erden welcher sich in dem Holz befand aufgenommen und dieser Gehalt läßt sich durch Säuren, — in sofern die Erden nicht an sich darin unauflöslich sind, — ausziehen. Daß die Erden und Alkalien im metallischen Zustande in der Kohle vorhanden wären, ist nicht wahrscheinlich, und wären sie es zum Theil wirklich, so würde die Annahme ungleich wahrscheinlicher seyn, daß sie ihren metallischen Zustand erst in der Glühhitze, bei der Darstellung der Kohle selbst, erlangt, als daß sie sich schon im metallischen Zustande in der Pflanzenfaser befunden hätten. Der Beweis gegen den metallischen Zustand des Alkali und der Erden in der Kohle, läßt sich nur sehr schwer führen, weil der Aschengehalt der Holzkohle sehr unbedeutend ist. Wenn man aber gut ausgeglühete Kohle aus Weißbuchenholz, welches unter unseren Holzarten am meisten Kali haltende Asche liefert, im pneumatischen Apparat mit Salzsäure behandelt, so entwickelt sich keine Spur von Wasserstoffgas, sondern nur etwas kohlensaures Gas, obgleich die Salzsäure den geringen Kaligehalt größtentheils aufgenommen hat. Kieselerde, Thonerde, Kalkerde und Eisenoryd sind, außer dem Kali, die gewöhnlichen Bestandtheile der Asche welche die Holzkohle beim Verbrennen zurückläßt.

Die Menge der durch die trockene Destillation, oder durch das Verkohlen, aus der Pflanzenfaser darstellbaren Kohle, scheint bei unseren Holzarten nicht sehr abweichend zu seyn. In der hier folgenden Nachweisung ist das Ausbringen an Kohle für jede Holzart doppelt angegeben, einmal wenn die Verkohlung sehr schnell erfolgt, oder wenn sogleich Glühhitze bei der Destillation gegeben, und dann, wenn nur eine sehr langsam bis zum Glühen gesteigerte Temperatur angewendet wird. Der Aschengehalt ward durch sehr sorgfältiges Einäschern der Kohle unter der Muffel eines Probierofens bestimmt und das Gewicht der Asche ist von dem der Kohle in Abzug gebracht.