

KOSMISCHER URSPRUNG

DER

BITUMINA.

Von

W. Sokoloff.



MOSKAU.

—
1890.

KOSMISCHER URSPRUNG DER BITUMINA ¹⁾.

Von

W. Sokoloff.

Indem ich zur Darstellung meiner Ansichten betreffs der Frage über den Ursprung der Bitumina schreite, finde ich es für nöthig zu erklären, dass ich hier einstweilen nicht eine ganz vollendete Untersuchung, sondern nur eine vorläufige Mittheilung der allgemeinen Resultate, zu welchen ich beim Studium dieser Frage gekommen bin, zu geben bezwecke. Zugleich finde ich es für nicht überflüssig zu bemerken, dass bei der Lösung dieser Frage ich, wenn nicht ausschliesslich, so doch wenigstens hauptsächlich Weise stets geologische Facta und Gründe vor Augen hatte, obgleich selbstverständlich solche Begründung der Sache die Prüfung meiner Ansichten vom Standpunkte der Chemie, der Physik und anderer Wissenschaften nicht ausschliesst. Im Gegentheil wäre eine solche Prüfung äusserst wünschenswerth, und für jede Andeutung in dieser Hinsicht sage ich im Voraus meinen innigsten Dank.

Es giebt in der Natur eine Reihe natürlicher brennbarer Körper, welche grösstentheils aus Kohlenwasserstoffen bestehen. Weiter werde ich diese ganze ziemlich zahlreiche Gruppe von Körpern einfach *Bitumina* nennen. Dieses ist ein lateinisches Wort und bedeutet „harziger Stoff“ (bitumen).

Die Bitumina kommen nicht nur auf unserem Planeten, sondern auch auf anderen Himmelskörpern vor, wesswegen sie in tellurische und kosmische Bitumina eingetheilt werden können. Ohne

¹⁾ Mittheilung, vorgelesen in der jährlichen Sitzung des Gesellschafts am 3-ten October 1889.

ihrem Wesen nach verschieden zu sein, unterscheiden sie sich nur nach dem Orte ihres Vorkommens. Die Ersteren sind Bestandtheile unseres Planeten, die Zweiten wurden entdeckt in kosmischen Körpern, wie z. B. Kometen und Meteoriten. Die tellurischen Bitumina sind uns freilich zugänglicher und besser erforscht, als die kosmischen; doch giebt dieses uns noch kein Recht, bei Erwägung der Frage über den Ursprung der Ersteren, die Frage über den Ursprung der Zweiten vollständig bei Seite zu lassen. Dessen ungeachtet ist es ganz natürlich, beim Studium der Frage über den Ursprung der Bitumina in Allgemeinen, hauptsächlich die tellurischen Bitumina zu berücksichtigen, deren Kenntniss den Grundstoff zur Lösung dieser Frage bietet.

Alle tellurischen Bitumina gehören zu einer ziemlich bestimmten und reichen Gruppe der natürlichen brennbaren fossilen Körper. In dieser Hinsicht bilden die Bitumina vollkommen einen Gegenstand der geologischen Forschung, und ist die Geologie mehr, als jede andere Wissenschaft, competent in der Lösung der Frage über ihren Ursprung.

Man muss die Bitumina und überhaupt die bituminösen Körper durchaus mit den Mineralkohlen und kohlenhaltigen Brennschiefern (Pyroschiste) nicht verwechseln. Ungeachtet ihrer chemischen Aehnlichkeit enthalten die Mineralkohlen weniger, als 5% Wasserstoff, die Bitumina—stets über 5%. Ausserdem ist die kohlige Substanz der Mineralkohlen und kohlenhaltigen Brennschiefer nicht schmelzbar und löst sich nicht in Aether, Schwefelwasserstoff und anderen Lösmitteln, während die Bitumina leicht geschmelzt werden können und sich in den genannten Lösmitteln leicht lösen.

Die in der Natur vorkommenden Bitumina können gasförmig, flüssig und fest sein, wobei die gasförmigen und festen Bitumina oft in den flüssigen gelöst sind. In flüssigem Zustande sind sie ölartig, in festem Zustande haben sie den Character amorpher wachs- und pechartiger Substanzen, welche sich nicht durch grosse Härte auszeichnen. Ungeachtet des scheinbaren Unterschiedes in ihrem physischen Zustande, haben alle Bitumina sehr viel Gemeinsames mit einander. So kennzeichnen sie sich alle in reinem Zustande durch ihre chemische Indifferenz, sind im Wasser äusserst schwer löslich, mehr oder weniger flüchtig, und brennen leicht, wobei sie Kohlensäure und Wasser bilden. Ausser ihrer Aehnlichkeit in chemischer Hinsicht, sind sie einander ähnlich wie in den Bedingungen ihres Vorkommens in der Natur, so auch in ihrer Entstehung. Auf diese Weise kann man die Bitumina als eine na-

türliche und abgeschlossene Gruppe brennbarer Körper mit ganz bestimmten petrogenetischen Character betrachten.

Die wichtigsten Vertreter der Bitumina sind: der gasförmigen Bitumina—*die natürlichen Brenngase*, der flüssigen—*Erdöl* und *Bergtheer* oder *Maltha*, und der festen—*Erdwachs* oder *Ozokerit*, *Erdpech* und *Asphalt*. Jedes von den genannten Bitumina hat keine constante chemische Zusammensetzung, sondern stellt vor ziemlich veränderliche Mischungen entweder reiner, oder oxydirter Kohlenwasserstoffe, manchmal sogar mit Beimengung fremder Körper. Sehr oft durchtränken die Bitumina manche Gesteine, z. B. Sandsteine, Kalksteine, u. s. w., welche in Folge der Anwesenheit der Bitumina in ihnen mehr oder weniger *bituminös* werden.

Was die gasförmigen Bitumina anbetrifft, so scheinen sie in der Natur sehr weit verbreitet zu sein, indem sie wie auf Himmelskörpern, z. B. Kometen, so auch auf unserem Planeten als sogenannte natürliche Brenngase vorkommen. Auf der Erde treten sie auf entweder nur als Begleiter anderen Bitumina, hauptsächlich des Erdöls, oder als selbstständige Substanzen, welche manchmal unter etwas ausschliesslichen Umständen, wie z. B. ihre Ausscheidungen aus den Salsen oder Schlammvulkanen, ebenso wie bei echten Vulkanausbrüchen ausgeschieden werden. Die natürlichen Brenngase, welche stellenweise dem Schoosse der Erde entströmen, sind Gemenge, welche hauptsächlich aus gasförmigen Kohlenwasserstoffen bestehen. Zu ihren Bestandtheilen gehören: in erster Reihe das Sumpfgas oder das Methan (CH_4), sodann Aethan (C_2H_6), manchmal Propan (C_3H_8) und Butan (C_4H_{10}), auch Stickstoff und nichtige Quantitäten von: Aethylen C_2H_4 , Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd. Der vorwiegende Bestandtheil ist das Methan, dessen Menge bis auf 95% steigt. In frischem Zustande besitzen die natürlichen Brenngase einen eigenthümlichen Geruch, welcher aber bald verschwindet. Dieser Geruch entsteht nach aller Wahrscheinlichkeit in Folge der Anwesenheit von Spuren von Kohlenwasserstoffen, welche einen höheren Platz, als das Propan, einnehmen. Mit der Tiefe steigt der Zufluss der Gase und ihre Menge wird grösser, ihr Druck erhöht sich, und ihr Ausströmen wird nicht selten begleitet von Explosionen, Geräusch und dergleichen Erscheinungen. Bei vulkanischen Ausbrüchen werden die natürlichen Brenngase gewöhnlich in den letzten Stadien der Eruption ausgeschieden. So wurde, nach Sainte-Clair Deville ¹⁾ bei dem

¹⁾ Ann. Chim. 1858, Vol. 52, p. 19 und vgl. Fouqué: Com. Ren. LX, 1865, p. 1185.

Ausbrüche des Vesuv im Jahre 1855 solche Aufeinanderfolge der Ausscheidungen beobachtet: 1) ClH , Chloride und SO_2 , 2) Wasserdämpfe, und 3) CO_2 und Kohlenwasserstoffe; und bei der Eruption des Aetna um 1868 nach Sylvestri's Beobachtungen ¹⁾ wurden zuerst Dämpfe von NaCl , ein wenig ClH und Wasserdämpfe ausgeschieden, nachher stiegen auf nur Wasserdämpfe und ClH , und endlich, in einem späteren Moment, folgten Kohlenwasserstoffe, Wasserdampf und etwas SH_2 . Unter den gewöhnlichen Bedingungen der Ausströmung der natürlichen Brenngase werden sie oft begleitet von salzigem Wasser und verschiedenen Schwefelverbindungen. Ausserdem geben auch manchmal die Gasquellen festen Niederschlag, z. B. Chlorcalcium und kohlen sauren Ammoniak. Die Quantität der natürlichen Brenngase, die seit undenklichen Zeiten dem Schooss der Erde ausströmen, ist erstaunlich gross und schwer zu berechnen.

Die flüssigen Bitumina bestehen hauptsächlich aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen, angehörend zur Methan-Reihe und dem Aethylen-Typus. In einigen Fällen gesellen sich zu ihnen, und zwar in nichtigen Quantitäten, Kohlenwasserstoffe anderer Reihen, so wie auch Schwefel in freiem Zustande und in der Form verschiedener Schwefelverbindungen und endlich mineralische Beimengungen. Solcher Art ist wenigstens die Zusammensetzung eines der verbreitetsten flüssigen Bitumina, nämlich des Erdöls (Petroleums). Das Erdöl enthält in seiner mittleren normalen Zusammensetzung 85% C und 15% H, wenn man nur den Sauerstoff und andere Substanzen nicht mitrechnet, welche keine wesentliche Bedeutung bei der chemischen Charakteristik des Erdöls haben. In frischem Zustande ist das Erdöl eine ölige Flüssigkeit von veränderlicher, am öftesten dunkel schwarzbrauner Farbe mit grünlichem Schiller und charakteristischen Geruch. Die Dichte des Erdöls, welche an der Luft grösser wird, schwankt zwischen 0,7 und 0,9 und noch mehr, wobei es jedoch nie den Werth von 1,0 erreicht. Bei seinem Hervorquellen auf die Oberfläche der Erde gehorcht das Erdöl nicht so viel dem hydrostatischen Drucke, als der Spannkraft der Gase, welche es stets begleiten. Gewöhnliche Begleiter des Erdöls, ausser den natürlichen Brenngasen, sind salziges Wasser und manchmal auch Schwefelverbindungen. Die Vorräthe an flüssigen Bitumina in der Erde sind eben so ungeheuer gross, wie die Vorräthe gasförmiger Bitumina.

¹⁾ Atti Accad. Catania, 1867, pp. 224, 235.

Die festen Bitumina verdanken ihre Entstehung der Verdichtung und Oxydation der flüssigen Bitumina, wesswegen sie auch immer Sauerstoff enthalten. Sie alle sind ziemlich dicht, von dunkler und oft sogar vollkommen schwarzer Farbe, zerbrechlich, schmelzbar, brennbar, und enthalten nicht selten mineralische Beimengungen. Sie bestehen, ausser Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff, noch aus Stickstoff und Asche in grösserer oder geringerer Menge. Sehr nahe zu den festen Bitumina stehen verschiedene bituminöse Gesteine, wie z. B. die bituminösen Mineralkohlen, bituminösen Schiefer, und dergleichen, wo der Inhalt an Bitumina ziemlich beträchtlich sein kann. Wie die festen Bitumina, so auch die bituminösen Gesteine kommen in der Natur vor entweder als Begleiter zusammen mit anderen Bitumina, z. B. dem Erdöl, oder vollkommen selbstständig, indem sie nicht selten mächtige Anhäufungen bilden. Man muss denken, dass auf diese Weise verdichtet und oxydirt worden sind ungeheure Vorräthe mehr beweglicher Bitumina, welche also gleichsam von verschiedenen Theilen unseres Planeten eingesaugt worden sind.

Indem ich mich jetzt zur Darstellung der geographischen Verbreitung der Bitumina auf der Oberfläche der Erde wende, werde ich erinnern, dass sie sehr häufig einander begleiten, und dass die Bedingungen ihres Vorkommens vollkommen identisch sind. Ohne alle einzelnen Gegenden, wo sie in dieser oder jener Form gefunden wurden, herzuzählen, werde ich nur bemerken, dass sie zur Zahl der wie auf der Oberfläche, so auch im Schoosse der Erde äusserst verbreiteten Substanzen gehören. Zwar sind die Bitumina bei weitem nicht überall in solcher grossen Menge, wie in den Vereinigten Staaten Nordamerikas oder auf dem Kaukasus, angehäuft. Doch wenn man erwägt, dass der beträchtlich grössere Theil des festen Landes noch vollständig unerforscht bleibt in Betreff der geographischen Verbreitung der Bitumina und des Reichthums ihrer Vorräthe, und wenn man ausserdem zulässt, dass sie auch in anderen Theilen der Erdoberfläche eben so oft, wie in Europa vorkommen, so werden wir ohne jede Uebertreibung das Recht haben, anzuerkennen, dass die Vorräthe an Bitumina in der Erde überraschend gross sind, und dass ihre Ausscheidung in den Erdschichten nicht zufällig ist und keinen ausschliesslich lokalen Charakter trägt, sondern, im Gegentheil, wahrscheinlich bedingt wird durch die Gesammtheit solcher Erscheinungen, welche überall auf unserem Planeten vor sich gehen.

Bei solcher weiten Verbreitung und ungewöhnlichen Fülle der Bitumina können wir nicht sagen, dass sie an irgend welche be-

stimmte geographische Lage gebunden wären,— sie kommen vor in allen Erdzonen, angefangen von den Polargebieten, bis in die Tropenländer hinein. Folglich hängen die Bitumenvorkommnisse nicht im Mindesten von der geographischen Lage ab.

Eben so wenig abhängig sind die Bitumenvorkommnisse auch vom Relief des festen Landes, oder, besser gesagt, von der Höhe über der Meeresoberfläche. So am Todten Meere, dessen Grund 700 Meter unter dem Niveau des Mittelländischen Meeres liegt, kommen die Bitumina wie an seinen Ufern, so auch auf seinem Grunde vor, während auf dem Kaukasus sie auf einer Höhe von bis 2000 Metern über der Meeresoberfläche gefunden worden sind.

Durch Nichts sind auch die Bitumenvorkommnisse an das geologische Alter und die petrographische Zusammensetzung der Gesteine gebunden. Wir finden die Bitumina in Ablagerungen jedes geologischen Alters, von den ältesten, den archaischen, angefangen, bis an die jüngsten Ablagerungen der gegenwärtigen geologischen Epoche. Es ist wahr, dass die Bitumina am häufigsten und in grössten Massen in Sedimentarschichten vorkommen, doch werden sie auch in krystallinischen Schiefen und massigen Gesteinen angetroffen. Der Asphalt wurde vorgefunden im Gneiss und Glimmerschiefer Schwedens, Erdöl und Asphalt kommen auch vor im Melaphyr unweit Semil in Böhmen und in der Nähe von Oberstein in der Rheinpfalz, in Parada's Trachyt im nördlichen Ungarn, im Diorit Haspé's in Canada, im Granit nahe bei Clermont in der Auvergne, im Basalt am Fusse des Aetna in Sicilien u. s. w. Nach Silvestri ¹⁾ enthalten die basischen Laven sehr oft in Form von Einschlüssen sowohl gasförmige Kohlenwasserstoffe, als auch Erdöl und Paraffin. Nach den Anzeigen von Serrao, Dolomieu und Ferrara zeigen frische, nicht längst ausgeworfene Stücke vulkanischer Schlacken auf dem Vesuv ziemlich deutliche Spuren von Erdöl. Auf Grund Alles oben angeführten haben wir das Recht, zu folgern, dass die Bitumina in ihrer geographischen Verbreitung an kein geologisches Alter der sie enthaltenden Gesteine gebunden sind, und durch Nichts mit dieser oder jener petrographischen Zusammensetzung dieser Gesteine zusammenhängen, obschon sie bis jetzt am häufigsten in sedimentären Gesteinen vorgefunden worden sind.

Die Menge der Fossilien in irgend einer Sedimentärschicht hat ebenfalls keinen Einfluss auf die Fülle der in ihr befindlichen

¹⁾ Atti Accad. Catania, III, XII.

Bitumina Es giebt Gesteine, welche sehr reich an Bitumina sind und keine Fossilien enthalten und, umgekehrt, enthalten an organischen Ueberresten äusserst reiche Gesteine sehr häufig nicht die geringste Spur von Bitumina. Sogar die Anhäufungen von Mineralkohlen werden selten von Bitumina begleitet,—in der Kohle kommen sie eben so zufällig vor, wie in jedem anderen Gestein.

Es sind also die Bitumenvorkommnisse auf der Oberfläche der Erde weder an eine bestimmte geographische Lage, noch an eine bestimmte Höhe über der Meeresoberfläche, weder an ein bestimmtes geologisches Alter der Gesteine, wo sie eingeschlossen sind, noch mit ihrer petrographischen Zusammensetzung, noch mit der Fülle der organischen Ueberreste in diesen Gesteinen gebunden.

Beim Mangel irgend welcher Abhängigkeit in den genannten Verhältnissen ist es dennoch unzweifelhaft, dass auf die grössere oder geringere Anhäufung der Bitumina einen sehr starken Einfluss die Structur dieses oder jenes Gesteines, wo sie gewöhnlich vorkommen, ausübt. Alle unoxydirte Bitumina sind äusserst beweglich und verändern ihre Stelle sehr leicht, wozu sie buchstäblich unsichtbare Bahnen benützen. Es ist augenscheinlich, dass sie bei solcher Fähigkeit um so leichter und schneller in ein gewisses Gestein eindringen werden, je durchdringlicher für sie dasselbe sein wird. Die Durchdringlichkeit jedoch dieses oder jenes Gesteines hängt ihrerseits von seiner Lockerheit und Porösität ab. Folglich, je lockerer und poröser ein Gestein sein wird, desto wahrscheinlicher wird in ihm die Anhäufung von Bitumina sein, besonders bei dem hohen Drucke, unter welchem sie sich in grossen Tiefen befinden. In der That sind die Conglomerate, der Sand, die Sandsteine, Mergel, porösen Kalksteine diejenigen Gesteine, in welchen wir gewöhnlich Anhäufungen der Bitumina antreffen. Wenn aber die gasförmigen und flüssigen Bitumina fähig sind, mit ungewöhnlicher Leichtigkeit durch die feinsten Poren in den Gesteinen zu dringen, so werden sie um so leichter durch solche Gesteine dringen, welche nicht nur nach ihrer Structur mehr oder weniger porös sind, sondern dazu noch von Spalten verschiedener Dimensionen zerklüftet sind. Auf diese Weise erscheint die Porösität und sogar die Zerspaltung der Gesteine, welche die Bitumina enthalten, als der einzige Umstand, welcher ihre Anhäufung in mehr oder weniger beträchtlichen Quantitäten bedingt.

Die Zerspaltung aber irgend eines Gesteins entsteht am häufigsten dann, wenn dasselbe eine Dislocation erleidet, unter deren

Einfluss Verwerfungen, Falten, Zertrümmerung des Gesteins u. s. w. entstehen. Je beträchtlicher dabei die Dislocation der Gesteine sein wird, um so mehr werden sie von Spalten zerklüftet sein, und, folglich, um so wahrscheinlicher wird das Vorkommen der Bitumina in ihnen sein. Es wird folglich die Anhäufung der Bitumina durch die Porösität und die Zerspaltung der sie führenden Gesteine, die Zerspaltung aber dieser Gesteine durch ihre Dislocation bedingt. Daraus leuchtet ein, dass die Bitumenvorkommnisse an die Dislocationsrichtungen, d. h. an die Richtungen der Verwerfungen, Falten u. drgl. gebunden sein müssen. Directe Beobachtungen bestätigen diesen Zusammenhang vollkommen.

Ausserlich giebt sich dieser Zusammenhang darin kund, dass die Bitumenvorkommnisse am häufigsten mit der Richtung der Gebirge zusammenfallen, was seinerseits durch den innigsten Zusammenhang zwischen den Dislocationen und der Entstehung der tektonischen Unebenheiten an der Oberfläche der Erde bedingt wird, und desswegen ist es nicht erstaunlich, dass zwei Resultate eines und desselben Vorgangs in ihren Richtungen zusammenfallen. Mit anderen Worten rufen die Dislocationen die Zerspaltung der Gesteine hervor und begünstigen dadurch auf indirecte Weise die Anhäufung der Bitumina in ihnen, und andererseits bedingen sie auch die Entstehung der Gebirge. Daraus ist es augenscheinlich, dass die Bitumenvorkommnisse an die Richtung der Gebirge gebunden sein müssen. Aufmerksame Erforschung der geographischen Verbreitung der Bitumenvorkommnisse bestätigt in der That diesen Zusammenhang. Ohne alle einzelnen Fälle vorzuführen, werde ich nur sagen, dass alle Vorkommen solcher Bitumina, wie die natürlichen Brenngase, Erdöl oder Asphalt, hauptsächlich in der Richtung der Bergketten von tektonischem Typus, oder, richtiger, in der Richtung der Dislocationen verschiedener Art concentrirt sind, da der äussere Effect der Dislocationen nicht immer von der Anwesenheit von Gebirgen im orographischen Sinne dieses Wortes begleitet wird. Also sind die Bitumenvorkommnisse eng verbunden mit den Dislocationen, und folgen streng ihren Richtungen.

Mit diesem Schlusse, welcher von den Thatsachen vollkommen bestätigt wird, ist innig verbunden die nicht minder wichtige Folgerung, nämlich, dass die Bitumenvorkommnisse nicht mit ihren Ursprungsorten, d. h. mit dem Orte ihrer ursprünglichen Entstehung zusammenfallen können. Mit anderen Worten stellen die Bitumina in ihren gegenwärtigen Vorkommen eingewanderte Producte vor, welche am gegebenen Orte dadurch entstanden sind, dass die Bi-

tumina bei ihrer grossen Beweglichkeit hierher durch Spalten aus anderen Orten und nach aller Wahrscheinlichkeit aus tieferen Theilen unseres Planeten, wo der Ort ihrer ursprünglichen Entstehung sich auch befindet, eingedrungen sind. Mit dieser Folgerung stimmt die Mehrzahl der Forscher überein, und nur Wenige, obgleich ohne genügende Gründe, fahren fort zu beweisen, dass die in der Natur am meisten verbreiteten Bitumina, z. B. das Erdöl, an denselben Orten, wo sie entstanden, eingelagert sind, d. h. dass sie sich in ihren ursprünglichen oder primären Lagerstätten befinden.

Nachdem wir übereingekommen sind, dass die Ursprungsorte der Bitumina nicht mit ihren Vorkommen zusammenfallen, und dass die Bitumina in die letzteren Orte aus den Tiefen der Erde, und wahrscheinlich beträchtlichen, eingedrungen sind, wollen wir sehen, aus welchen Materialien und unter welchen Bedingungen sie hier entstehen und nachher durch poröse und zerspaltene Gesteine in die Orte ihrer gegenwärtigen Vorkommen einwandern konnten. Oder kürzer gesagt, wollen wir die Frage über den Ursprung der Bitumina betrachten, wobei wir hauptsächlich die gasförmigen und flüssigen Bitumina in Sicht haben werden, da die festen ein unzweifelhafter Product der Umwandlung der letzteren sind.

Das Wesen aller Hypothesen, die bis jetzt zur Erklärung des Ursprungs der Bitumina vorgeschlagen worden sind, besteht darin, dass ein Theil der Forscher ihren organischen Ursprung aus vegetabilischen oder animalischen Stoffen vertheidigt, während andere Forscher beweisen, dass sie auch aus unorganischen Materialien entstehen konnten. Ein wesentlicher Mangel aller dieser Hypothesen besteht darin, dass sie alle den Stempel der Einseitigkeit und, so zu sagen, der Laboratoriumexclusivität tragen, welche ihre wissenschaftliche Bedeutung besonders bei aufmerksamer Controle des Geologen schwächt. Auf laboratorischem Wege bekam man aus den verschiedenartigsten Materialien einige Kohlenwasserstoffe, welche zu den Bestandtheilen des Erdöls gehören, doch bedeutet dieses noch nicht, dass das Erdöl auch in der Natur auf dieselbe Weise entstanden ist. Wenn bei Destillation der Fette man Kohlenwasserstoffe bekommt, welche nach ihrer Zusammensetzung einigen Kohlenwasserstoffen des Erdöls nahe stehen, so beweist es noch gar nicht, dass das Erdöl sich aus Fetten, deren mehr oder weniger reiche Vorräthe wir in der Natur nicht kennen, gebildet hat. Das Einzige, was durch diese laboratorische Methode der Erzeugung der Bitumina bewiesen werden kann, ist das, dass zwischen C und H eine innige chemische Verwandtschaft existirt, und nichts

weiter. Es ist augenscheinlich, dass bei solcher Begründung der Frage keine einzige von den vorgeschlagenen Hypothesen über den Ursprung der Bitumina für befriedigend anerkannt werden kann, da alle diese Hypothesen eine Voraussetzung der Existenz solcher Materialien und Prozesse fordern, welche wir in der Natur nicht kennen. Desswegen ist es nicht erstaunlich, dass sie alle einander erfolgreich wiederlegen, wodurch sie auch ihre wissenschaftliche Bedeutung schwächen. Ausserdem leiden alle diese Hypothesen an dem äusserst wichtigen gemeinsamen Mangel, dass bei der Erläuterung des Ursprungs des Erdöls und anderer Bitumina sie die Frage über den Ursprung der kosmischen Bitumina, deren Existenz wir aber nicht ausser Augen lassen dürfen, gar nicht berühren.

Indem ich mich nun zur Würdigung dieser Hypothesen im Einzelnen wende, werde ich zuerst bei den Hypothesen vom organischen Ursprung der Bitumina verweilen. Ohne die Meinungen einzelner Autoren anzuführen, werde ich nur erwähnen, dass unter ihnen die Einen die Bitumina von vegetabilischen Stoffen ableiten, die Anderen — von animalischen, die Dritten endlich — von vermischten Materialien sowohl vegetabilischen, als animalischen Ursprungs. Dabei werde ich an das Factum erinnern, dass die Menge der organischen Ueberreste in irgend einem Gesteine keinen Einfluss auf die Fülle der Bitumina in ihm ausübt, woraus man folgern muss, dass zwischen der Menge der organischen Ueberreste in irgend einem Gesteine und dem Inhalt der Bitumina in demselben kein *ursächlicher* Zusammenhang existirt. Ferner, wenn man die Hypothese vom organischen Ursprung der Bitumina annimmt, so kann man zwei Voraussetzungen machen: entweder dass sie sich aus Pflanzen und Thieren, die nach ihrem Absterben in Zersetzung auf der Oberfläche der Erde begriffen sind, kürzer gesagt, aus frischem Leichenmaterial gebildet haben; oder dass sie aus schon modificirten vegetabilischen und animalischen Ueberresten, welche in sedimentären Ablagerungen in mehr oder weniger beträchtlicher Tiefe begraben liegen, etstanden sind. Im ersten Falle müssen sich die Bitumina schon in fertigem Zustande zugleich mit anderen Sedimentärbildungen ablagern; in zweiten Falle werden zuerst organische Ueberreste abgelagert als Sedimentärschichten, welche nachher in den Tiefen irgend welche Veränderungen erleiden, die zuletzt Bitumina geben, welche auf die Oberfläche der Erde in dieser oder jener Gestalt ausgeschieden werden.

Wenn man die erste Voraussetzung annimmt, so muss der Entstehungsort der Bitumina derjenige Theil unseres Planeten sein, wo das organische Leben seinen Sitz hat. Diesen Theil unseres Planeten nennt man bisweilen die Biosphäre, indem man hierher das feste Land und die Gewässer, welche von lebendigen Wesen bewohnt werden, zählt. Alle nach dem Absterben erfolgenden Veränderungen, welchen die Leichen der Thiere und der Pflanzen unterworfen sind, sind gut bekannt. Durch Fäulniss und Verwesung zersetzt sich dieses Leichenmaterial fast ohne Rest. Uebrigens bilden sich als Resultat der Zersetzung organischer Körper ausser verschiedenen flüchtigen Producten manchmal Anhäufungen von unschmelzbarem kohligem Stoff mit geringem Wasserstoffgehalt. Dieser Stoff, welchen Gumbel ¹⁾ „Carbohumin“ genannt hat, ist amorph, und giebt, indem er die mikroskopisch kleinsten zersetzten organischen Ueberreste cémentirt, den Torf und die Mineralkohlen. Man versuchte auf die Algen als auf ein für die Bildung der Bitumina taugliches Material hinzuweisen, und nannte unter Anderem die Sargasso-Meere als solche Orte, wo auf dem Grunde des Oceans aus den auf seiner Oberfläche schwimmenden Algen sich bituminöse Absätze bilden können. Jedoch haben Analysen des oceanischen Schlammes aus solchen Orten überzeugend bewiesen, dass der Grund der Sargasso-Meere mit gewöhnlichen pelagischen Absätzen manchmal sogar vulkanischen, aber durchaus nicht bituminösen Characters bedeckt ist. Auch haben Tiefsee-Forschungen nirgends auf dem Grunde des Oceans die Anwesenheit irgend welcher bituminösen Absätze, welche sich bei Zersetzung organischer Stoffe zugleich mit anderen Absätzen des Grundes des Oceans gebildet hätten, erwiesen, was besonders wichtig für die Schätzung der Hypothesen vom thierischen Ursprung der Bitumina ist. Wie gross auch die Ansammlung der Thiere in manchen Theilen der Meere und Oceane ist, dessenungeachtet bilden sich auf ihrem Grunde nirgends solche Fett- oder Eiweiss-Absätze, deren Zersetzung Bitumina, die entweder hier, auf dem Grunde des Oceans, bleiben oder auf die Oberfläche des Wassers emporschwimmen, geben könnte. Die Vertheidiger der Hypothese vom thierischen Ursprung der Bitumina aus Leichenmaterial beriefen sich oft zum Beweise ihrer Richtigkeit auf das Vorkommen von Erdöl in den Korallenriffen des westlichen Ufers des Meerbusens von Suez in der Gegend von Gebel-Sât, was durch die Forschungen von Fraas ²⁾

¹⁾ Sitz. d. math.-phys. Classe d. K. B. Ak. d. Wiss. zu München, 1863, H. 1.

²⁾ „Aus dem Orient“ 1867, p. 192—3.

bezeugt worden ist. Hinsichtlich dieses Factums erscheint es zu aller erst äusserst befremdend, wesswegen das Erdöl nur an diesem Orte, aber auf keinen anderen Korallenriffen gefunden worden ist, obgleich dieselben zu wiederholten Malen der Gegenstand sehr genauer Untersuchungen gewesen sind? Ueberdies ist nach Hrn. Walter's ²⁾ Angabe, welcher in geologischem Zwecke die Sinaihalbinsel nicht seit Langem besucht hat, das Erdöl in den Korallenriffen von Gebel-Sêt gar nicht das Product der Zersetzung der Polypen und anderer Thiere, sondern gelangte hierher eben so zufällig, wie in jedes andere poröse Gestein. Es wurde vom Kalkstein des Korallenriffs aufgesaugt, indem es von unten aus tieferen Schichten der Kreidezeit durchsickerte, was auch durch Treiben von Bohrlöchern in dieser Gegend bewiesen worden ist. Ausser dem Allen, was höher erörtert worden ist, ist sehr bemerkenswerth das vollständige Fehlen organischer Stoffe im Meereswasser, welches nur in seltenen und ausschliesslichen Fällen dieselben in kaum merklicher Menge enthält, wobei es jedoch nicht die geringsten Spuren von Bitumina zeigt.

Auf diese Weise kennen wir bei der gegenwärtigen Ordnung der Dinge, welche auf der Oberfläche unseres Planeten oder seiner Biosphäre herrscht, keine solche Bedingungen, bei welchen sich die Bitumina entweder auf festem Lande oder auf dem Grunde der Meere und Oceane durch Zersetzung der Thier- oder Pflanzen-Leichen bilden könnten. Wenn wir sogar zugeben würden, dass irgendwo, für uns verborgen, solche Bedingungen existiren, so bleibt es dennoch ganz unbegreiflich, in welcher Form und auf welche Weise die jemals in der Biosphäre gebildeten Bitumina sich nachher in Schooss der Erde begaben, um jetzt wieder auf ihre Oberfläche empor zu steigen. Aus Allem, was höher erörtert worden ist, halte ich mich für berechtigt zu schliessen, dass die Hypothese vom organischen Ursprung der Bitumina aus der Zersetzung der Thier- und Pflanzen-Leichen auf der Oberfläche unseres Planeten oder in seine Biosphäre durchaus unbegründet ist. Mit anderen Worten, können die Bitumina nicht zu den an der Oberfläche der Erde entstehenden Bildungen, zu welchen alle übrigen Sedimentärbildungen gehören, gerechnet werden.

Jetzt bleibt übrig zuzugeben, dass die Bitumina nicht aus organischem Leichenmaterial und nicht auf der Oberfläche der Erde

²⁾ „Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel“ XIV B. Abhandl. d. math.-phys. Classe d. Kön. Sächs. Ges. d. Wissenschaften, № X, 1883, p. 481.

entstanden sind, sondern dass sie sich aus mehr oder weniger umgewandeltem und zusammen mit anderen Sedimentärbildungen im Schooss der Erde angehäuften organischen Material gebildet haben. Indem wir diese Voraussetzung trotz ihres groben Widerspruchs mit den Resultaten der Analyse des oceanischen Schlammes annehmen, wollen wir nachsehen, in wiefern sie auch von anderen Gesichtspunkten aus wahrscheinlich ist. Es ist augenscheinlich, dass für die Vertheidiger der Hypothese vom vegetabilischen Ursprung der Bitumina dieses Material aus vegetabilischen Resten bestehen muss, und für die Vertheidiger der Hypothese von ihrem animalischen Ursprung—aus Ueberresten von Thieren. Von den Vertheidigern der Hypothese vom organischen Ursprung der Bitumina aus gemischtem animalisch-vegetabilischen Material spreche ich deswegen nicht, weil mit der Beseitigung der beiden vorhergehenden Hypothesen auch diese letztere Hypothese ihren wissenschaftlichen Werth verliert. Man muss bekennen, dass die Lage der Vertheidiger der Hypothese vom vegetabilischen Ursprung der Bitumina viel vortheilhafter ist, als die Lage der Vertheidiger der Hypothese von ihrem animalischen Ursprung. In der That können die Ersteren leicht auf colossale Vorräthe kohlenhaltiger Stoffe unzweifelhaft vegetabilischen Ursprungs, die im Schoosse der Erde angehäuft sind, hinweisen. Nichts derartiges können die Zweiten thun, da nirgends, weder auf der Oberfläche der Erde, noch in ihrem Schoosse, solche Fett- oder Eiweiss-Gesteine existiren, durch deren Umwandlung die Bitumina entstehen könnten. Man weist auf die Anhäufungen von Rhizopoden, Polypen, Mollusken und sogar Fischen in einigen Erdschichten hin als auf solche Ablagerungen, aus welchen die Bitumina entstanden sein sollen. Doch ist es ein augenscheinliches Missverständniss. Indem man auf Anhäufungen von thierischen Ueberresten in dieser oder jener Schicht als auf eine Entstehungsquelle der Bitumina hinweist, vergisst man gewöhnlich, dass hier nicht die Körper dieser Thiere angehäuft wurden, sondern ihre so zu sagen unvergänglichen, mehr oder weniger mineralisirten Theile, oder sogar einfache Abdrücke dieser Thiere. Den Palaeontologen ist es gut bekannt, dass in den Sedimentärablagerungen nur Reste solcher Thiere vorkommen, deren Körper widerstandskräftige Bestandtheile enthält, wie z. B. Knochen, Zähne Schalen, Stacheln u. s. w. Die Thiere aber, welchen solche Theile mangeln wie die Würmer, Medusen u. s. w. geben niemals substantielle Ueberreste, indem sie sich in fossilem Zustande nicht erhalten und nur Eindrücke in plastischen schlammigen Ablagerungen

hinterlassen; doch kommen auch diese Eindrücke sehr selten vor. Wenn wir auch in irgend welcher Schicht eine reichliche Anhäufung von Fischen antreffen, so ist es etwas gewagt, zu behaupten, dass diese Schicht jemals durch eine Anhäufung crepirter Fische, die nachher zu Bitumina umgewandelt wurden, gebildet worden ist. Uebrigens gestehen sogar die Vertheidiger der Hypothese vom thierischen Ursprung der Bitumina aufrichtig selbst, dass sie ohne den Beistand der Palaeontologen und Geologen nichts ausrichten können, und wenden sich an dieselben mit der melancholischen Bitte, ihnen in den sedimentären Ablagerungen die für sie so nothwendigen Anhäufungen organischer Stoffe animalischen Ursprungs anzuzeigen. Ich wiederhole es, es giebt nirgends solche Vorräthe fossiler Eiweisstoffe oder Fette, und desswegen sind alle ihre Nachsuchungen vollkommen eitel.

Einige Vertheidiger der Hypothese vom thierischen Ursprung der Bitumina, denkend, dass zu vorsilurischen Zeiten organisches Leben nicht existirte, behaupten, dass in Folge des Mangels an nothwendigem animalischen Material die Bitumina sich in Sedimenten dieses Alters auch nicht bilden konnten, und dass sie desswegen dort bis jetzt nicht gefunden worden sind. Ohne schon davon zu reden, dass unter anderen bituminösen Ablagerungen auch unzweifelhaft vorsilurische bituminöse Gesteine bekannt sind, muss man auch das nicht vergessen, dass die Voraussetzung des Fehlens organischen Lebens in jener Zeit der thatsächlichen Begründung vollkommen entbehrt, wesswegen auch dieser Beweis zu Gunsten der Hypothese vom animalischen Ursprung der Bitumina jede wissenschaftliche Bedeutung verliert.

Was aber die Hypothese vom vegetabilischen Ursprung der Bitumina aus kohlenhaltigen Stoffen, die sich zwischen anderen Sedimentärlagerungen angehäuft haben, anbetrifft, so sind gegen dieselbe von allen Seiten so viele Einwendungen erhoben worden, dass sie gegenwärtig fast von Allen als die am wenigsten begründete verworfen ist.

Wenn wir sogar zugeben, dass die Bitumina sich durch Umwandlung organischer Stoffe bilden können, so werden wir dennoch den Ursprung der Bitumina überhaupt nicht erklären, da die kosmischen Bitumina augenscheinlich auf diesem Wege nicht entstehen konnten.

Indem wir nun alles Gesagte summiren, können wir behaupten, dass die Bitumina nicht aus organischen Stoffen entstanden sind, 1-tens weil sie nicht aus Thieren und Pflanzen auf der Oberfläche

der Erde oder in ihrer Biosphäre, entstehen können, um nachher in schon fertigem Zustande sich mit anderen Sedimenten auf dem Meeresgrund abzusetzen, dann ferner sich in den Schooss der Erde zu begeben und von dort von Neuem auf ihre Oberfläche durch-zusintern; 2-tens desswegen, weil in dem Schooss der Erde es keine dazu nothwendigen Vorräthe organischer Stoffe giebt, durch deren Umwandlung die Bitumina entstehen könnten, ausser etwa der kohligen Stoffe, obgleich es auf Grund sehr gewichtiger Data schwer anzuerkennen ist, dass aus ihnen sich Bitumina bilden konnten, und endlich, 3-tens, weil dadurch der Ursprung der kosmischen Bitumina nicht erklärt wird.

In Folge der Unmöglichkeit, den Ursprung der Bitumina mit Hilfe der höher angeführten Hypothesen zu erklären, schlugen viele Forscher vor und vertheidigten die Hypothese von ihrer Entstehung aus unorganischen oder mineralischen Stoffen. Der Weg, dem sie dabei einschlugen folgten, ist mit dem Stempel nicht geringerer Laboratoriumexclusivität, als alle hypothetischen Speculationen der Vertheidiger der Hypothese vom organischen Ursprung der Bitumina bezeichnet. Am häufigsten fingen die Forscher damit an, dass sie zum Ausgangspunkt irgend eine passende chemische Reaction nahmen, auf diesem Wege den Bitumina ähnliche Substanzen bekamen und daraus auf die wahrscheinliche Entstehungsweise der Bitumina vermittelt der von ihnen gewählten Reaction der verschiedenen unorganischen Stoffe schlossen. Als der Ort aber, wo dieses vor sich geht, wird gewöhnlich der innere, glühende Theil unseres Planeten, oder seine Pyrosphäre vorausgesetzt, wobei ein Theil der zur Reaction nothwendigen Stoffe, z. B. das Eisencarburret als sich an diesem Ort befindlich vorausgesetzt wird, ein anderer Theil aber, hauptsächlich das Wasser von der Oberfläche der Erde durch Spalten in ihren oberflächlich gelegenen Theilen hergeleitet wird. Das Wasser ist in diesem Falle dem Chemiker obligatorisch nothwendig als eine Wasserstoffquelle genommen. Einige Chemiker bleiben dabei nicht stehen, und gehen noch weiter;— wissend, dass das Auftreten der Bitumina sehr oft von salzigem Wasser begleitet wird, nehmen sie für ihre hypothetischen Speculationen nicht süßes, sondern salziges Wasser, welches, nachdem es sein Werk im unterirdischen Laboratorium vollbracht hat, sie dienstfertig auf die Oberfläche der Erde zurück bringen muss.

Eine eingehende Prüfung der Hypothesen vom unorganischen Ursprung der Bitumina zwingt zu anerkennen, dass auch sie nicht ohne wesentliche Mängel sind. Sogar die wahrscheinlichste unter

ihnen, nämlich die Hypothese vom Entstehen der Bitumina durch Wechselwirkung von Metallcarbureten, hauptsächlich Eisencarburet, und Wasserdämpfen kann für befriedigend nicht anerkannt werden. Sie ist gegründet auf folgenden hypothetischen Voraussetzungen: 1-tens der Anerkennung der Existenz unoxydirter Metalle in den centralen Theilen unseres Planeten; 2-tens der Voraussetzung, dass es Metallcarburete sind; 3-tens der Zulassung der Möglichkeit freien Eindringens oberflächlicher Gewässer ins Gebiet der Pyrosphäre, und endlich 4-tens der Voraussetzung, dass diese Gewässer nicht süß, sondern salzig sind. Von diesen vier Voraussetzungen kann nur die erste für genügend wahrscheinlich anerkannt werden, die übrigen drei haben zu schwankende Grundlagen auf, dass man sich auf sie mit Sicherheit stützen könnte. Daraus entspringt die Complicirtheit und Künstlichkeit der ganzen Speculation, in Folge dessen die eben genannte Hypothese vom unorganischen Ursprung der Bitumina, ihrem Wesen nach, sich durch keine unbestreitbare Wahrscheinlichkeit auszeichnen kann, indem sie ziemlich wankend in ihren Grundlagen ist. Ueberdies ist sie ganz unanwendbar zur Erklärung des Ursprungs der kosmischen Bitumina, da es schwer ist, vorauszusetzen, dass auf solchen kosmischen Körpern, wie die Meteorite und Kometen, das zu ihrer Entstehung nothwendige Wasser existiren könnte.

Künstlich ist diese Hypothese hauptsächlich desswegen, weil sie ausschliesslich im Lichte der Laboratorium-Experimente ausgearbeitet wurde, für welche auch sich erforderlich erwiesen—als Kohlenstoffquelle Metallcarburete, und als Wasserstoffquelle—das Wasser. Im Laboratorium des Chemikers waren diese Stoffe wirklich nothwendig, doch sind sie ganz überflüssig dort, wo Kohlenstoff und Wasserstoff in Ueberfluss vorhanden sind. In der That existiren in der Grundmasse des primären Stoffes, aus welchem sich die Erde und andere Himmelskörper gebildet haben, diese beiden Elemente unzweifelhaft. Die äusserst weite Verbreitung dieser Elemente in den Himmelskörpern ist unbestreitbar bewiesen durch die Spectralanalyse und Erforschung der Zusammensetzung der Meteorite. Ohne also die Frage von der Existenz unoxydirter Metallcarburete im Gebiete der Pyrosphäre der Erde und vom ungehinderten Vordringen der salzigen Gewässer von der Erdoberfläche bis zu diesen Stoffen zu berühren, haben wir die Materialien und die Mitte, welche nothwendig sind für die Entstehung der Kohlenwasserstoffe, aus welchen nachher die Bitumina entstehen. Diese Materialien sind der Kohlenstoff und der Wasserstoff, und diese

Mitte ist das Gebiet der Herrschaft der hohen Temperaturen, welches wir in den kosmischen Nebeln erblicken.

Man muss denken, dass die Kohlenwasserstoffe, entstehend unter gleichen kosmischen Bedingungen, in sehr frühen Stadien der individuellen Entwicklung der Himmelskörper als deren Bestandtheile erscheinen, nämlich wenn aus dem Chaos der dissociirten chemischen Elemente die dauerhaftesten Verbindungen sich eben nur zu bilden anfangen. Nahher schon, in späteren Stadien der Entwicklung der Himmelskörper, bleiben die Kohlenwasserstoffe, in Folge ihrer chemischen Indifferenz, ohne weitere Veränderung.

Wenn wir die von mir vorgeschlagene Hypothese vom kosmischen Ursprung der Bitumina annehmen, so können wir uns den ganzen Process ihrer Entstehung auf der Erde in folgender Weise vorstellen. Nach den herrschenden wissenschaftlichen Anschauungen über die Bildung unseres Planetensystems müssen wir uns zuerst die Erde als eine sehr verdünnte und glühende Masse von Dämpfen und Gasen vorstellen, in deren Zahl unzweifelhaft auch Kohlenwasserstoffe anwesend waren. Indem sich nun diese Masse auf dem Wege complicirter Modificationen allmählig verdichtete, verwandelte sie sich endlich in ein flüssiges oder sogar zähes Magma, welches colossale Mengen von Dämpfen und Gasen verschlang. Gerade in diesem Moment erhielt das Magma der Erde denjenigen Grundvorrath an Kohlenwasserstoffen, welchen es bis in die Jetztzeit, Bitumina erzeugend, auszugeben nicht aufhört. Bei weiterem Vorschreiten der Verdichtung und Erkaltung der Grundmasse unseres Planeten, fingen seine oberflächlichen Theile an, allmählig zu erstarren, und in solchem Zustande erschien die Erde als ein ellipsoidaler Körper mit abgekühlter fester Hülle, oder Lithosphäre, und zähem Inhalt oder Magma, welches sich unter ungeheuerem Drucke und in hochglühendem Zustande befindet. Im Anfange, als diese Hülle noch nicht genug stark war, wurde sie oft zerstört, und die im Magma eingeschlossenen Dämpfe und Gase, und unter ihnen auch die Kohlenwasserstoffe, bahnten sich einen freien Ausgang auf die Oberfläche der Erde. Mit der Zeit wurden die Umstände allmählig complicirter, die Lithosphäre erstarrte und die Exhalation der Gase und Dämpfe aus dem Magma wurde erschwert. Das Magma, indem es sich allmählig abkühlte und im Volumen abnahm, zwang die äusseren festen Theile unseres Planeten sich zusammenzuziehen, zu falten und zu spalten, wobei nun nur stellenweise, nämlich durch Spalten, die Dämpfe und Gase fort-

fuhren, sich aus dem Magma auszuschcheiden. Bei diesem Vorgange condensirten sich die gasförmigen Kohlenwasserstoffe zu flüssigen und festen Bitumina, welche sich allmählig in den oberflächlichen Theilen der Litosphäre anhäuften. Dieser Process hat bis jetzt noch nicht aufgehört,— und bis jetzt noch fährt das Magma fort, allmählig erkaltend sich im Volumen zu verringern, wobei es die in ihm eingeschlossenen Dämpfe und Gase, und, folglich auch die zur Condensation zu Bitumina fähigen Kohlenwasserstoffe ausscheidet; die oberflächlichen Theile aber unseres Planeten hören auch gleich nicht auf, sich zusammenzuziehen, zu falten, zu spalten, und überhaupt Dislocationen zu erleiden, als deren Resultat eine ganze Reihe geologischer Erscheinungen entsteht: die Gebirgsbildung, die Erdbeben, vulkanischen Ausbrüche u. s. w. Daraus wird es uns ganz begreiflich, warum die Bitumenvorkommen durch die Dislocationsrichtungen bestimmt werden.

Die von mir vorgeschlagene Hypothese vom kosmischen Ursprung der Bitumina findet ihre Bestätigung auch in anderen Hinsichten. Zu allererst werde ich erinnern, dass bei den vulcanischen Ausbrüchen des Vesuv, des Aetna und des Santorin die Ausscheidung der Kohlenwasserstoffe aus dem Magma auf unzweifelhafte Weise constatirt worden ist. Wollen wir auch nicht vergessen, dass in den basischen Laven und in einigen anderen massigen Gesteinen Bitumina vorgefunden wurden. Man kann darauf einwenden, dass die Bitumenvorkommen sehr selten an Orten intensiver vulcanischer Thätigkeit bemerkt werden, und dass es folglich schwer ist, zuzugeben, dass sie sich aus dem Magma ausscheiden sollen. Jedoch erklärt sich die Sache ziemlich einfach,— in solchen Fällen haben die Kohlenwasserstoffe zugleich mit dem Magma freien Ausgang auf die Oberfläche der Erde, wo sie sich in die Athmosphäre verflüchtigen, eine grosse Menge aber von ihnen verbrennt auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, wobei sie Kohlensäure und Wasser bilden. Die Begleitung des Auftretens der Bitumina von salzigen Wasser ist ebenfalls vollkommen verständlich, da verschiedene Chlor- und Schwefelverbindungen immer bei vulcanischen Ausbrüchen vom Magma ausgeschieden werden, und folglich zusammen mit den Kohlenwasserstoffen in demselben eingeschlossen sind. Wenn aber die Kohlenwasserstoffe sich einen Ausgang durch die Spalten eröffnen, so ist augenscheinlich derselbe Weg auch für andere im Magma eingeschlossene Gase offen. Indem sie zugleich mit den Kohlenwasserstoffen ausgeschieden werden, erheben sie sich zu den oberflächlichen Theilen der Erde, wobei die Kohlenwasserstoffe sich

condensiren und unter günstigen Umständen im Wasser unlösliche Bitumina geben, während die Dämpfe der Chlorverbindungen sich im Wasser, welches ihnen entgegen von der Oberfläche der Erde durchsintert, lösen, und als gewöhnliche Begleiter der Bitumina auftreten. Es giebt nichts Erstaunliches auch darin, dass nicht jede Dislocation von Ausscheidung und Anhaufung der Bitumina begleitet wird. Dieser letzte Umstand ist obligatorisch nur bei gewisser Combination nothwendiger Bedingungen. Zur Zahl der Letzteren muss man rechnen: die Verbreitung der Spalten bis zu demjenigen Gebiete des Magma's, welches noch genügend gesättigt mit Kohlenwasserstoffen ist; die Möglichkeit freier Ausscheidung der Letzteren, was durch secundäre Ausfüllung der Spalten, welche die Kohlenwasserstoffe in die oberflächlichen Schichten der Erde leiten, beträchtlich erschwert werden kann; die Anwesenheit genügend poröser und zerspaltenner Gesteine; die Vertheilung der Wärme und des Druckes, welche einen äusserst grossen Einfluss auf den Process der Condensation der Kohlenwasserstoffe ausüben, auf ihrem Ausscheidungswege, u. s. w. Letzterer Umstand ist wichtig auch für die Erklärung des Unterschiedes, welchen man im Charakter der Bitumina eines und desselben Vorkommens beobachtet. Die ziemlich niedrige Temperatur der gasförmigen und flüssigen Bitumina, welche im Moment ihrer Ausscheidung beobachtet wird, muss uns nicht befremden, 1-tens, weil die Bitumina auf die Oberfläche der Erde nicht direct aus dem glühenden Magma ausgeschieden werden, sondern nachdem sie einen ziemlich weiten Weg gemacht haben, auf welchem ihnen Zeit bleibt, sich genügend abzukühlen, und, 2-tens, weil bei Verminderung des Druckes bis auf den gewöhnlichen Athmosphärendruck sie eine ziemlich starke Ausdehnung erleiden, was ihrerseits ihre Temperatur beträchtlich erniedrigt. Auch ist es begreiflich, warum die Bitumina sich hauptsächlich in Sedimentärschichten ansammeln. Das entsteht zu allererst desswegen, weil die sedimentären Ablagerungen den beträchtlich grösseren Theil des festen Landes einnehmen, und dann, nachher, auch desswegen, weil sie, indem sie eine geringere Dichtigkeit und häufig eine erhebliche Porösität besitzen, die Bitumina leichter aufsaugen und condensiren, als die gewöhnlich dichten massigen Gesteine und sogar die krystallinischen Schiefer. Oft geschieht es auch, dass die Gesteine, welche das Liegende der Bituminaanhaufungen bilden, dieselben in sich gar nicht enthalten; auf den ersten Anblick erscheint es, als ob dieser Umstand ihrer Ausscheidung aus der Tiefe widerspricht; doch muss man nicht vergessen, dass die Sättigung

der Gesteine mit Bitumina nicht nur in verticaler, sondern auch in horizontaler Richtung geschehen kann, d. h. ein Gestein kann dieselben nicht nur von unten, sondern auch von den Seiten aufsaugen.

Ohne mich bei der Erklärung weiterer Einzelheiten aufzuhalten, werde ich mich einstweilen auf das Gesagte beschränken, und will mir zum Schlusse erlauben, in folgenden Worten das Wesen meiner Anschauungen über den Ursprung der Bitumina zu formuliren:

1) Die Vorräthe an Kohlenstoff und Wasserstoff auf den Himmelskörpern sind äusserst gross;

2) Die sich aus ihnen bildenden Kohlenwasserstoffe, entstehend unter gleichen kosmischen Bedingungen, erscheinen als Bestandtheile der Himmelskörper in sehr frühen Stadien der individuellen Entwicklung derselben;

3) Auf der Erde sind sie auf demselben Wege, wie auf anderen Himmelskörpern, entstanden, wobei sie aus sich einen bestimmten Vorrath bildeten, welcher nachher in beträchtlicher Menge vom Magma verschlungen wurde;

4) Bei weiterer Abkühlung und Verdichtung des Magma's schieden sich die in demselben eingeschlossenen Kohlenwasserstoffe aus, und fahren fort, ausgeschieden zu werden, wobei sie ihren Weg durch Spalten, welche in der Lithosphäre in Folge von Dislocationen entstehen, nehmen;

5) Indem die Kohlenwasserstoffe eine Condensation in den oberflächlichen Theilen unseres Planeten erleiden, liefern sie das Grundmaterial für die Entstehung der Bitumina.

- Es sind also die Bitumina von Stoffen kosmischen Ursprungs entstanden, wesswegen ich mir erlaubt habe, die von mir vorgeschlagene Hypothese als Hypothese vom kosmischen Ursprung der Bitumina zu nennen.

