

# Zur Frage über die Bildung des Erdöls.

Von Dr. J. J. Jahn.

Bei meiner heurigen Studienreise im böhmischen Silur habe ich eine eigenthümliche Erhaltungsweise von Fossilien kennen gelernt, auf die ich vom Herrn Prof. Fr. Štolba in Prag freundlichst aufmerksam gemacht worden bin.

In dem Thale „Přídolí“, welches sich von Kuchelbad gegen Slivenee zu zieht und einem Querbruche mit nordwestlichem Streichen entspricht<sup>1)</sup>, befindet sich in der Nähe von einem in diesem Thale stehenden Kalkofen eine Felsenpartie von Dolomit, dem die Zugehörigkeit in die Barrandé'sche Bande e, allgemein zugeschrieben wird<sup>2)</sup>. Dieser Dolomit ist weiss oder lichtgrau bis dunkelgrau, sehr feinkörnig bis dicht, hie und da von Kalkadern durchsetzt. Kleine Höhlungen im Gesteine pflegen schöne Dolomit- oder Calcitrhoëder zu enthalten, die nach Štolba<sup>3)</sup> öfters bunte, schöne Anlaufarben zeigen. Dieser Forscher, dessen langjährigen Studien in der Umgebung von Kuchelbad wir zum grossen Theil die heutige Kenntniss der geologischen und mineralogischen Verhältnisse dieser Gegend verdanken, hat jene Dolomite analysirt und auch ihre Lagerungsverhältnisse eingehend besprochen. Nach ihm bildet der Kuchelbader Dolomit, der in der Form eines Lagers in dem Kalksteine der Bande e<sub>2</sub> eingebettet ist, an einigen Stellen ganze Felsen und Hügel. Er enthält zahlreiche Klüfte, an welchen er Uebergänge zu lockeren, körnigen bis erdigen Aggregaten bildet und in diesem Falle bräunlich ist. Diese Klüfte sind mit schön krystallisirtem Braunspathe überzogen. An einer Stelle ist dieser Kuchelbader Dolomit durch einen Steinbruch sehr gut aufgeschlossen. Er zeigt da fast gar keine

<sup>1)</sup> Siehe: J. Krejčí und K. Feistmantel: Orographisch-tektonische Uebersicht des silurischen Gebietes im mittleren Böhmen. Prag, 1885. Archiv für naturw. Landesdurchforschung v. Böhmen. V. Bd., Nr. 5., pag. 100 und die beiliegende Karte von Krejčí.

<sup>2)</sup> Z. B. J. Krejčí und R. Helmacker: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebungen von Prag Arch. f. naturw. Landesdurchforschung v. Böhmen IV. Bd., Nr. 2, geol. Abth., Prag, 1879, pag. 61.

<sup>3)</sup> Sitzungsber. d. königl. böhm. Ges. d. Wissensch. in Prag, 1880, pag. 129, und Berichte des geolog. Vereines in Prag (böhmisch), 1885, pag. 121.

Schichtung und wird, da man ihn wegen seinem  $MgCO_3$ -Gehalt zu den Saturationszwecken in den Zuckerfabriken nicht brauchen kann<sup>1)</sup>, aus dem hier gebrochenen Saturationskalke von den Arbeitern ausgeschieden und wegen seiner Härte und Festigkeit mit Vorliebe als Schottermaterialie für die Strasse von Kuchelbad nach Königssaal benützt.

In diesem Dolomite finden sich stellenweise zahlreiche Fossilien der Bande  $e_2$  vor, unter denen namentlich die Orthoceraten und Bivalven vorherrschen. Sehr interessant ist nun die Erhaltungsweise dieser Orthoceraten: Sowohl die äussere Schale als auch die inneren Scheidewände der Luftkammern sind entweder kalkig oder in Dolomit verwandelt: die Hohlräume der Wohnkammer und der Luftkammern sind mit pechschwarzer, glänzender, amorpher Anthracitmasse völlig ausgefüllt. Bei einigen Stücken habe ich constatirt, dass nur die Mitte des Hohlraumes der Kammer anthracitisch ist, wogegen der übrige Raum von bituminösen Calcit- oder Dolomitkrystalldrusen eingenommen wird, bei anderen Stücken endlich enthalten einige Kammerhohlräume Erdöl. Die soeben geschilderte Erhaltungsweise zeigen die Orthoceraten nicht nur im Dolomit, sondern auch im Kalk derselben Bande  $e_2$  von dieser Localität, ja in den Kalken kommen da oft nach Štolba kopfgrosse Anthracitstücke, andererseits kleinere Mengen von Erdöl vor. Sowohl der Anthracit als auch das Erdöl sind in diesen Dolomiten und Kalken aber nicht bloss an die Petrefacten gebunden, sondern es kommen im Gestein selbst zerstreut Anthracitstücke und kleine Erdöl- oder Bergbutterpartien vor. Es ist aber kein Zweifel, dass auch diese Anthracit- und Erdölpartien als Ueberreste der ursprünglich vorhandenen organischen Substanz zu betrachten seien.

Die Anthracitvorkommnisse in den böhmischen silurischen Ablagerungen sind keine Seltenheit, aber auch keine Neuigkeit. E. Bořický war der erste, der in seinen Arbeiten den Anthraciten des böhmischen Silur nähere Aufmerksamkeit gewidmet hat. Ich weise namentlich auf seine Abhandlung: „Ueber die Anthracide des oberen Silurgebietes in Böhmen“<sup>2)</sup> hin. Bořický führt den Anthracit schon aus dem Untersilur an und zwar von wenigen Stellen der Bande  $d_1$ <sup>3)</sup> und  $d_2$  (eine Anthracitkugel von 2 Zoll Durchmesser, im Quarzit der Bande  $d_2$  eingewachsen). Im Obersilur findet sich nach Barrande der Anthracit als Ausfüllungsmasse der Petrefactenhohlräume sehr häufig vor. Mit seinem Ursprunge stimmt es überein, dass er am häufigsten in der

<sup>1)</sup> Auch Fr. Katzer beschreibt die Kuchelbader Dolomite in seiner „Geologie von Böhmen“ (pag. 942—3), freilich, wie er es gewöhnlich in seinen Arbeiten zu machen pflegt, ohne die Quellen seiner Kenntnisse über dieses Vorkommen angeführt zu haben. Hierbei ist ihm aber folgendes Malheur passirt: Prof. Štolba sagt in seiner oben citirten Arbeit (Sitzungsber. d. böhm. Ges. d. Wissensch., 1880, pag. 129): „Der Dolomit muss von den Arbeitern ausgeschieden werden, da ihn die Abnehmer des Kalksteines (Zuckerfabriken) zurückweisen“. Katzer hat diese Stelle aus Štolba's Arbeit in seinem erwähnten Buche folgendermassen „benützt“: „Auch fanden sie (die Dolomite nämlich) in Zuckerfabriken als Saturationsmittel Verwendung“!!! (l. c. pag. 942).

<sup>2)</sup> Sitzungsber. d. königl. böhm. Ges. d. Wissensch. in Prag, 1873, pag. 2 ff.

<sup>3)</sup> Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1867, I. Abth. Aprilheft, pag. 13

an Petrefacten reichsten Bande  $e_2$  vorkommt. Bořický citirt ihn in der oben citirten Arbeit aus den Höhlungen der Diabase der Bande  $e_1$  von Kuchelbad (wo er nach Bořický nicht aus der Substanz des Diabases herrührt, sondern in den angrenzenden petrefactenreichen Schiefen und Kalksteinen der Etage E seinen Ursprung hat), aus den Lobolithen<sup>1)</sup> derselben Etage von der Vyskočilka bei Kuchelbad, wo er allein oder vermengt mit Ozokerit (= Helmhacker's Valait) das Innere der Drusenräume von Calcitkrystallen mehr weniger dicht ausfüllt (auch hier ist nach Bořický kein Zweifel über seinen organischen Ursprung<sup>2)</sup> und aus den Kalken der Bande  $g_2$  von Hlubočep (Bořický erwähnt hierzu: „Die Entfärbung der körnigen Calcitpartien zeigt deutlich genug, dass der ausgeschiedene Anthracit aus der Zersetzung des organischen Färbestoffes obgenannter  $g_2$ -Kalksteine hervorging und als Residuum desselben anzusehen ist). Bořický führt auch die weiteren zwei Anthracide, den reinen Ozokerit und Hatchettin<sup>3)</sup>, aus der Etage E an. Ich will noch hinzufügen, dass auch kleine Flötchen von echter Steinkohle namentlich in der Etage E keine Seltenheit sind und dass die Schichtenflächen der bituminösen Schiefer und Kalke dieser Etage sehr häufig mit Anthracithäutchen überzogen sind.

Ich würde diesen zumeist schon bekannten und anderenorts publicirten Erscheinungen keine weitere Aufmerksamkeit gewidmet haben, wenn sie nicht zur Frage der Bildung des Erdöls in gewissen Beziehungen stehen würden, die ich im Folgenden darzustellen versuchen will.

Ich habe nicht die Absicht die bisher ausgesprochenen Hypothesen über die Bildung des Erdöls wiederzugeben und ihre Zulässigkeit oder Unzulässigkeit auseinander zu setzen. Dies habe ich bei einer anderen Gelegenheit ausführlich gethan, worauf ich hinweise.<sup>4)</sup> An dieser Stelle will ich nur einer von diesen Hypothesen meine nähere Aufmerksamkeit widmen, und das ist zugleich diejenige, die heutzutage die meisten Anhänger zählt, weil sie eben die wahrscheinlichste ist.

Herr Professor C. Engler in Karlsruhe hat das Verdienst, für die von mir gemeinte Hypothese, das Erdöl habe aus den thier-

<sup>1)</sup> Bořický sagt zwar „knollige Concretionen“, „Kugeln“, „Kalkknollen“ etc., aber aus dem weiteren Wortlaute seiner Arbeit geht es deutlich hervor, dass er damit die Lobolithen Barrande's meint.

<sup>2)</sup> Bořický bespricht in dieser seiner Arbeit (l. c. pag. 6) „die Umwandlung der Kalkknollen (Lobolithen), und den Entwicklungsgang“ der in diesen Kalkknollen vorkommenden Anthracide und trachtet dabei auch die morphologische Bedeutung dieser Kalkknollen zu erklären, wobei er sie einmal für „um Körpertheile des *Enerinites elegans* gebildete Concretionen“ (l. c. pag. 3), ein anderesmal (mit Hinweisung auf den Umstand, dass mit den Lobolithen ungemein reiche Crinoidenstiele, aber keine Crinoidenkörper zusammen vorkommen) für „durch Kalksubstanz petrificirte Concretionen der Crinoidenkörper“ hält. Ich werde auf diese Ansicht Bořický's, die er weiter (l. c. pag. 6—7) eingehend zu begründen trachtet, in meiner Arbeit über die Lobolithen zurückkommen, muss aber schon hier hervorheben, dass sie unrichtig ist.

<sup>3)</sup> Dieser soll nach Krejčí (Erläut. z. geol. Karte d. Umg. v. Prag, p. 160) eigentlich Ozokerit, nach Bořický (l. c. pag. 6, 8) eine Varietät von Ozokerit sein.

<sup>4)</sup> „Ueber den Ursprung des Petroleums“ in der „Zeitschrift für chemische Industrie“, Prag, 1892, II. Jahrg. Nr. 7 und 8 (böhmisch).

ischen Resten (Substanzen) seinen Ursprung genommen, in seinen ausgezeichneten Arbeiten die schlagendsten Beweise geliefert zu haben. Es ist bekannt, dass es Engler gelungen ist, das Erdöl und seine Nebenproducte (wie z. B. gereinigtes Brennöl, Benzin, Schmieröl, ja neustens sogar auch das Paraffin) künstlich aus thierischen Substanzen zu erzeugen. Wie dies geschehen, ist kein Geheimniss, denn Engler hat wiederholt die überraschenden Resultate seiner Versuche publicirt und auch den ganzen chemischen Process, der zur künstlichen Darstellung des Erdöls führt, der Oeffentlichkeit mitgetheilt.

Diesen Process nun, wie ihn Engler in seiner neuesten Publication<sup>1)</sup> über diese Frage darstellt, und zwar bloß eine gewisse Phase desselben, will ich näher in Betracht ziehen.

Anfangs seines Vortrages gibt Engler eine kurze Uebersicht der drei bisherigen „Theorien oder richtiger Hypothesen“ über die Bildung des Erdöls (das Erdöl hat sich entweder 1. aus unorganischen Stoffen, oder 2. aus Pflanzen, oder 3. aus thierischen Substanzen gebildet). Bei der Behandlung der zweiten Hypothese sagt Engler (l. c. p. 97): „Was also bei dieser Hypothese vorausgesetzt werden muss, das ist: neben der Bildung des Petroleums die Bildung der Kohle. Die beiden Bildungsprocesse müssten also in genetischem Zusammenhange stehen.“ Und weiter, indem er die Möglichkeit dieser Hypothese bespricht und theilweise zulässt (mit den Worten: „dass Erdöl in geringerer Menge aus Pflanzenresten sich gebildet hat“), sagt er: „Aber der Satz kann als allgemein richtig festgehalten werden: wo Erdöl ist, fehlt darunter die Steinkohle, und wo viel Kohle ist, fehlt das Oel“ (l. c. p. 97). Engler beschreibt im Weiteren den Process, wie er aus thierischen Substanzen das Erdöl künstlich erzeugt hat, und sagt zum Schlusse dieses Absatzes: „Es steht sonach ausser Zweifel, dass man die thierischen Fette in Petroleum umwandeln kann, und diese Umwandlung — darauf ist vor Allem Gewicht zu legen — geht von statten, ohne dass Kohle zurückbleibt, vorausgesetzt, dass die Destillation in richtiger Weise geleitet wird.“ (l. c. p. 98.) Diesen Satz wiederholt dann Engler nochmals (l. c. p. 99) mit den Worten: „Hierdurch ist sonach der Weg zur Bildung von Erdöl angezeigt, und da die Ausscheidung von Kohlenstoff dabei nicht eintritt etc.“ ...

Aus diesen Proben aus Engler's neuester Publication geht hervor, dass dort, wo Petroleum, Bitumen und ähnliche verwandte Substanzen vorkommen, Kohle, Anthracit etc., überhaupt Kohlenstoff, nicht vorkommen dürfe, wenn die Destillation „in richtiger Weise geleitet“ worden ist, wogegen sich allerdings mit Grund einwenden lässt, dass der natürliche Zersetzungsprocess, für den wohl nicht überall ganz gleiche Bedingungen existirt haben, mitunter auch zu anderen Resultaten führen könnte, als der künstliche Laboratoriumsversuch.

<sup>1)</sup> „Ueber die Bildung des Erdöls“ (ein Vortrag) in den „Berichten der österr. Gesellsch. zur Förderung der chemischen Industrie“, Prag, 1892, XIV Jahrg., Nr. 7 und 8.

Wenden wir uns nun zu den Anthracitvorkommnissen im böhmischen Silur. Wenn wir die vereinzelt von Bořický citirten Vorkommnisse des Anthracit im Untersilur (Banden  $d_1$  und  $d_2$ ) bei Seite lassen, so ist der Satz allgemein gültig: Wo im böhmischen Obersilur (beziehungsweise Hercyn) Kohle und Anthracit vorkommt, kommt in demselben Gestein auch Petroleum oder Bitumen vor und umgekehrt. Beweise dafür will ich im Folgenden anführen.

Betrachten wir zuerst diese Verhältnisse bei dem häufigsten Vorkommen des Anthracits, nämlich in den Kuchelbader Dolomiten. Štolba beschreibt den Kuchelbader Anthracit enthaltenden Dolomit folgendermassen<sup>1)</sup>: „Geschlagen oder gerieben riecht er deutlich nach Steinöl, stärker als der Kalkstein, so zwar, dass er hiernach von den Arbeitern als der stinkende Stein („kámen co smrdí“) bezeichnet wird. Als bei einem Wolkenbruche viele Blöcke von Kalkstein und Dolomit in die Schlucht und von hier in den Canal geschwemmt und hier zermalmt wurden, konnte man nach dem Abfließen des Wassers nach dem höchst intensiven Geruche sicher erkennen, wo sich zertrümmerter Dolomit befand!“ Ich will nur noch beifügen, dass auch die mir vorliegenden Stücke von Dolomit mit durch Anthracit ausgefüllten Orthoceraskammern stark bituminös sind und weise ausserdem darauf hin, was ich schon oben hervorgehoben habe, dass in einigen Kammern von diesen Orthocerasarten der Anthracit, in anderen Tropfen von Erdöl vorgefunden worden sind. In diesem Falle ist also das Zusammenvorkommen von Erdöl und Kohle in demselben Gestein, in derselben Schichte nachgewiesen.

Das zweite Vorkommen von Anthracit im böhmischen Silur, welches wir bei der Besprechung dieser Frage in Betracht ziehen müssen, ist jenes in den Kalken der Etage E. Alle diese Kalke sind sehr stark bituminös. Von dem Zusammenvorkommen von Erdöl (und Bitumen) und den Anthraciden in den Obersilurischen Kalken haben Bořický und Krejčí Erwähnung gemacht. Krejčí sagt z. B. in den schon citirten „Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebungen von Prag“: „In den Kalkknollen der Zone E, finden sich, falls dieselben als Septarien (= Barrande's Lobolithen?) entwickelt sind, Naphta mit Ozokerit und Valait, was übrigens auch in den noch hohlen Luftkammern von Orthocerasarten, die in diesen Kalken so häufig sind, sich vorfindet. An manchen Orten sickern sogar aus Klüftchen der bituminösen Kalke (in denen, wie gesagt, der Anthracit als Ausfüllungsmasse der Petrefactenhohlräume sehr häufig vorkommt) Naphtatropfen heraus, die mit der Zeit zu asphaltartigen Mineralkrusten erhärtet und darauf hinweisen, wie die Valaitnester entstanden sein konnten.“ (l. c. p. 81.)

Bořický erwähnt (l. c. p. 3), dass der oben citirte Anthracit in den Diabasen von Kuchelbad (der nach Šafařík's chemischer Untersuchung den ältesten Steinkohlen nahe steht) aus den angrenzenden Kalken der Etage E seinen Ursprung herleitet, die aber ausserordentlich petrefactenreich und stark bituminös sind.

<sup>1)</sup> Sitzungsber. d. Ges. d. Wissensch. 1880, pag. 130

Was speciell die Kuchelbader Kalksteine anbelangt, in denen der Anthracit so häufig, nach Štolba oft in kopfgrossen Stücken vorkommt, und die mitunter auch andere Anthracide enthalten, sagt Štolba<sup>1)</sup>: „Das beim Brechen und Sprengen dieser Kalksteine mitunter in kleinen Mengen vorkommende Steinöl und die Bergbutter werden von den Arbeitern sofort ausgeleckt oder auf Brod gestrichen verspeist, da man ihnen grosse Heilkräfte zuschreibt.“

Was die Lobolithen von Kuchelbad anbelangt, in denen nach Bořický der Anthracit in grösster Menge vorkommt, muss ich Folgendes anführen.

Um mir für meine Arbeit über die böhmischen silurischen Lobolithen, die als Fortsetzung des Barrande'schen Werkes „Système silurien du centre de la Bohême“ erscheinen wird, genügendes Studienmaterial zu verschaffen, habe ich bei meiner heurigen Studienreise im böhmischen Silur alle Localitäten, wo diese Petrefacten vorkommen, besucht und massenhaft Lobolithen gesammelt. Ich habe an Ort und Stelle viele Lobolithen zerschlagen und kann den Ausspruch Bořický's über das ungemein häufige Vorkommen von Anthracit in den Höhlungen (Kammern) der Lobolithen auch aus eigener Erfahrung bestätigen. Alle diese Vorkommnisse von Lobolithen mit Anthracit-ausfüllungen nun beschränken sich auf die stark bituminösen Kalke der Etage E (bei Karlstein, Kuchelbad, Dvorce etc.). Aber ausserdem noch sind die Drusen von Calcitkrystallen, die in den Kammern dieser Petrefacten zugleich mit Anthracit vorkommen, durch Bitumen sehr stark imprägnirt, in vielen Kammern kommen sogar kleine Mengen von Petroleum vor, und zwar auch zusammen mit dem Anthracit! (solche Stücke habe ich namentlich bei Karlstein und Dvorce gesehen). Das Erdöl in diesen Kammern ist gewöhnlich grünlich, erstarrt aber an der Luft sehr bald zu schwarzen, amorphen asphaltartigen Massen. Beim Zerschlagen der Lobolithen spritzen oft Erdöltropfen heraus. Hier ist also auch das Zusammenvorkommen von Erdöl und Kohle, und zwar schlagend, bewiesen!

Auch die übrigen von Bořický citirten Anthracide des böhmischen Obersilur (Ozokerit, Hatchettin, Valait) kommen in denselben bituminösen Kalken der Etage E vor, in denen das Erdöl vorfindlich ist.

Ich will nur noch beifügen, dass auch die oben erwähnten kleinen Flötzen von echter Steinkohle, die schon so Manchen im böhmischen Silur zum freilich vergeblichen Schürfen nach Kohle verführt haben, so viel mir bekannt ist, ausschliesslich auf die bituminösen Gesteine der an Petrefacten so reichen Etage E beschränkt sind. Ich selbst habe zwischen den Kalkknollen der oberen Abtheilung der Bande e<sub>1</sub> bei Karlstein, die das Bitumen in grösster Menge von allen Gesteinen des böhmischen Silur aufweisen, wiederholt kleine Kohlenausbisse gefunden. Bei dieser Gelegenheit seien noch die in dünne Anthracithäutchen verwandelten zahlreichen Graptolithenskelette

<sup>1)</sup> Ibid. pag. 130. Bemerkung.

in diesen bituminösen Gesteinen erwähnt (siehe auch die oberwähnten Anthracitüberzüge der Schichtflächen dieser bituminösen Gesteine).

Es wird sich nun die Frage ergeben, ob diese von mir angeführten Thatfachen gegen Engler's Theorie über die Bildung des Petroleums aus thierischen Resten sprechen, oder ob man das Zusammenvorkommen von Erdöl, Bitumen etc. mit dem Kohlenstoff in den böhmischen silurischen Ablagerungen in Einklang mit dieser Theorie bringen kann?

Scheinbar stehen diese Thatfachen freilich im Widerspruch mit dieser Theorie. In Wirklichkeit glaube ich aber, dass dieser Widerspruch nicht angenommen zu werden braucht.

Von den Geologen wird angenommen, dass sich der Anthracit durch Abnahme des Bitumengehaltes<sup>1)</sup> (CH) und daraus resultirende relative Vermehrung des Kohlenstoffgehaltes aus der Steinkohle und diese aus den vegetabilischen Substanzen gebildet hat.<sup>2)</sup> Nach dieser Annahme wäre der Anthracit vegetabilischen Ursprungs, er würde mit dem Graphit die Endproducte des Verkohlungsprocesses der Pflanzenmasse vorstellen.

Das quantitativ und qualitativ so überaus reich entwickelte Thierleben der obersilurischen Periode in Böhmen setzt naturgemäss eine nicht minder ausgiebige Meeresvegetation von Algen und Tangen<sup>3)</sup> voraus, die gleichfalls in den thonigen und kalkigen Sedimenten ihr Grab gefunden hat. Unter den vorhanden gewesenen gewissen Bedingungen mussten diese Vegetabilien den anderweitig bekannten Zersetzungsprocess durchmachen und nach Abspaltung ihres Wasserstoff- und Sauerstoffgehaltes ein nicht unbedeutendes Residuum von mehr oder weniger reinem Kohlenstoff zurücklassen, welches seinen Weg auch in die Hohlräume der eingeschlossenen leeren Gehäuse fand. Dieses Kohlenstoff-Residuum findet sich nun thatsächlich in den böhmischen obersilurischen Ablagerungen in hinreichender Menge vor, theils als Pigment der Gesteine (z. B. in den Graptolithenschiefern und in den schwarzen Kalksteinen der Etage E), theils in den erwähnten Steinkohlen- und Anthracitausscheidungen, endlich in den mitunter zahlreich daselbst vorkommenden fossilen Algen (z. B. *Sphaerococcites Göpp.*, *Chondrites Sternb.* u. a. m.) Wenn wir nun auch den Ursprung dieser Kohlenstoffausscheidungen der palaeozoischen Pflanzenwelt zuschreiben, so vermögen wir dies nicht als Beweis gegen die Engler'sche Theorie aufzufassen, sondern wir müssen zwei parallel verlaufende Zersetzungsprocesses annehmen, deren einer die Kohle aus vegetabilischer

<sup>1)</sup> H. Credner bringt diese These in seinen „Elementen der Geologie“ (Leipzig, 1891, p. 52) in umgekehrter Fassung. „Der Anthracit geht häufig durch Abnahme seines Gehaltes an Kohlenstoff und Anfnahme an Bitumen in Steinkohle über.“

<sup>2)</sup> Siehe z. B. Credner: „Elemente der Geologie“ p. 52, 270—273, 275, 402, 447.

<sup>3)</sup> Credner gibt die Erklärung, warum man bei dem Ursprunge der Anthracite im Silur wesentlich nur an Algen denken kann, worauf ich hinweise (ibid., p. 375 und 402).

Substanz, der andere hingegen das Erdöl aus animalischen Resten hervorgebracht hat.

Allein auch in dem Falle, wenn wir die Möglichkeit des animalischen Ursprungs des Anthracites in den böhmischen obersilurischen Ablagerungen erwägen und zulassen würden, möchten diese Vorkommnisse von animalischem Kohlenstoff nicht a priori gegen die Engler'sche Theorie sprechen, und der animalische Ursprung dieser C-Vorkommnisse liesse sich wohl mit der Theorie Engler's in Einklang bringen.

Erstens ist es nicht undenkbar, dass sich an einigen Stellen am Meeresgrunde grössere Massen von Graptolithen angehäuft haben, deren chitinöse Skelette später den Kohlenstoff geliefert haben. Dieser Erhaltungszustand (Anthracit) kommt ja bei den Graptolithen, die eben in den E-Schichten Böhmens so enorm zahlreich vorgefunden werden, am häufigsten vor. Es ist also möglich, dass der Ursprung einiger von den erwähnten Anthracidenvorkommnissen in den E-Schichten Böhmens auf die Graptolithen zurückzuführen wäre.<sup>1)</sup>

Wenn wir den animalischen Ursprung der C-Vorkommnisse in den böhmischen obersilurischen Ablagerungen zulassen wollen, ist aber noch eine weitere Eventualität möglich.

Es ist nämlich bekannt, dass sich bei dem Processe der Raffination des rohen Erdöls ein Theil des Kohlenstoffes im Petroleumpech ausscheidet, das dem natürlichen Asphalt am nächsten steht und bei zu weit getriebener Destillation sich selbst in Coakes verwandeln kann. Es ist also möglich, dass die erwähnten Kohlenstoff-(Anthraciden)-Vorkommnisse in den böhmischen Silurschichten sich aus dem wirklich aus thierischen Substanzen entstandenen Erdöl durch später eingetretene Zersetzung ausgeschieden haben, indem das letzte Residuum dieser Zersetzung, das aus den an C reichsten Kohlenwasserstoffen zusammengesetzte Petroleumpech, den reinen C abgegeben hat, dass diese Anthracide also secundär, jünger als das mit ihnen zusammen vorkommende Erdöl sind. Inwiefern diese meine Hypothese zulässig wäre, muss ich freilich der Prüfung der Herren Chemiker überlassen.

Ich will nur Eines zur Begründung dieser Hypothese erwähnen. Die Destillation der Fettsäuren, durch welche endlich das Erdöl entsteht, darf nach Engler einen gewissen Wärme- und Druckgrad nicht überschreiten. Wenn nun eins von beiden, oder sogar beides auf einmal in der Natur doch eintritt, dann müsste der chemische Process, wie ihn Engler darstellt, eine wesentliche Abänderung erleiden, wobei es zu einer Kohlenstoffausscheidung wie in der Industrie kommen könnte.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Auch Credner gibt zu, dass der Anthracit im Silur auch von den Graptolithen abstammen könnte (ibid., p 402).

<sup>2)</sup> In den Gasfabriken z. B. bekommt man durch allmähliche Steigerung der Hitze mehr Gas und Theer, durch rasches Erhitzen aber mehr Residuum, Coakes, und wird durch einen secundären Zersetzungsprocess Retortengraphit abgeschieden. In den Petroleumraffinerien ist der Rückstand je nach der Menge von abdestillirter Flüssigkeit theer-, asphalt- oder coakesartig.

Es wäre namentlich zu erklären, wodurch diese secundäre Zersetzung in der Natur ermöglicht worden sein dürfte. Auf eine vermuthlich durch die Diabas-Eruptionen ausgeübte Wärmeeentwicklung lässt sich nun, wenn auch nicht überall, allerdings schliessen. Schon Krejčí hat die Ansicht ausgesprochen, dass die Dolomite in der Bande  $e_2$  nichts anderes sind als durch Wärme und Contact mit Diabasen veränderte  $e_2$ -Kalksteine. Für diese Ansicht Krejčí's hat namentlich Štolba gewichtige Gründe angeführt. In seiner Arbeit „Ueber dolomitische Kalksteine aus der Silurformation“<sup>1)</sup> sagt er (l. c. p. 337): „Die analysirten Proben beziehen sich auf Kalkstein in der Nähe von Karlstein<sup>2)</sup> und sind in doppelter Hinsicht interessant, einmal wegen des grossen Gehaltes an Magnesia und weiters, weil die Menge derselben desto bedeutender wird, je näher die betreffende Schichte dem unteren Diabas anliegt.“ Bei der Besprechung der Kuchelbader Dolomite erwähnt ferner derselbe Chemiker (l. c. p. 130): „Alles weist deutlich darauf hin, dass derselbe (der Kuchelbader Dolomit) durch eine Metamorphose des anliegenden Kalksteines entstanden ist, was um so wahrscheinlicher wird, da unterhalb des Bruches in der Nähe, jedoch seitwärts der Diabas massig auftritt.“ Wenn nun die Ansicht Krejčí's und Štolba's richtig ist, und wenn die Zersetzung des Erdöls und dadurch die Abspaltung des C auch durch die Eruptionen der heissen Diabase verursacht worden wäre, so müsste deshalb doch nicht überall auch die Dolomitisirung der Kalksteine eingetreten sein und in der That finden wir Anthracit auch in nicht dolomitischen, also reinen Kalksteinen.

Viel schwieriger wäre es allerdings zu erklären, woher es kommt, dass nur ein Theil des Erdöles sich auf diese Weise zersetzt und C abgespalten hat, wogegen der andere Theil unzersetzt geblieben ist und als solcher sich noch heute zusammen mit dem C findet, warum also dieses Abspalten von C nur an gewissen Stellen und nur aus einem gewissen Theile des Erdöls stattgefunden hat.

Es würde dann aber noch zu erklären sein, warum die Luftkammern von einigen Orthoceraten in den Dolomiten mit blosem Anthracit ganz ausgefüllt sind. Was die letzte Frage anbelangt, so ist es doch unvorstellbar und chemisch unmöglich, dass sich das ganze früher die Kammern vollständig ausfüllende Erdöl in C verwandelt und dieser hiernach die Kammern wieder vollständig ausgefüllt hätte. Man wird da vielmehr annehmen müssen, dass der C auf irgend eine Weise aus dem benachbarten Gestein in die Höhlungen der Orthoceraten eingedrungen ist.<sup>3)</sup> Die Kohlenstoffausscheidungen in den böhmischen Silurschichten lassen sich daher auch bei der Annahme des animalischen

<sup>1)</sup> Ibid. 1873, pag. 387.

<sup>2)</sup> Und zwar nördlich von Krupná am rechten Berannufer (Siehe Krejčí's Erläuterungen etc. pag. 61.)

<sup>3)</sup> Auf dieselbe Weise nur kann man auch das von Bořický angeführte Eindringen des Anthracites aus den benachbarten Kalksteinen in die Höhlungen des Kuchelbader Diabases erklären.

Ursprungs des Erdöls durch einen secundären Zersetzungsprocess erklären, wobei die Mitwirkung eines parallel verlaufenden Zersetzungsprocesses der mitvorhandenen Pflanzensubstanzen allerdings nicht ausgeschlossen werden müsste.

Den Umstand endlich, dass C gerade in der Form von Anthracit am häufigsten in den böhmischen Silurschichten vorkommt, könnte man dadurch erklären,<sup>1)</sup> dass die ursprünglich vorhandene gewöhnliche Kohle sich durch ungeheueren, durch gewaltige tektonische Phänomene ausgeübten Druck, der in diesem Terrain unbedingt anzunehmen ist, in Anthracit verwandelt habe.

Bei dieser Gelegenheit muss ich meine Aufmerksamkeit noch einer Stelle in Engler's letzter Publication zuwenden.<sup>2)</sup> Diese Stelle lautet wie folgt: „Jedenfalls bieten für die Entscheidung der Entstehungsfrage die Oele auf primärer Lägerstätte ein ganz besonderes Interesse. Ein solcher Fall liegt beispielsweise in Canada vor, wo man in den Kammern von Orthoceratiten des Trentonkalks, also in den Hohlräumen, die früher von Thieren bewohnt waren, Erdöl findet. Hier also, wo nicht angenommen werden kann, dass das Oel von aussen eingedrungen ist, muss angenommen werden, dass es sich aus den Thierresten selbst gebildet hat.“ (l. c. p. 97.) Ich habe schon oben erwähnt, dass auch die Orthoceraten des böhmischen Silur in ihren Kammern Erdöl enthalten.

Die Lebensweise der Cephalopoden lehrt uns aber, dass man das von Engler erwähnte Eindringen von aussen doch auch in diesem Falle annehmen muss. Es ist ja bekannt, wie die Cephalopoden (resp. Tetrabranchiaten) ihre Schale bauen: Nachdem das Thier so gross gewachsen ist, dass ihm die bisherige Wohnkammer nicht mehr hinreicht, schliesst es sie durch eine Scheidewand ab und baut sich eine neue Wohnkammer. Die auf diese Weise entstandenen Luftkammern sind hermetisch abgeschlossen und leer (Schwimmapparate der Schale). Da der Siphon die einzige in ihnen enthaltene organische Substanz ist, so frage ich: wo sind dann die „Thierreste“, aus denen sich in den leeren Luftkammern der Orthoceren das Erdöl gebildet haben konnte? Die verhältnissmässig verschwindende organische Substanz des Siphons genügt wohl nicht zu dieser Annahme! Man ist deshalb gezwungen anzunehmen, dass auch in diesem Falle

<sup>1)</sup> Siehe Ch. Lyell: Reisen in Nordamerika, Halle, 1846, p. 53, 58, 160. H. B. Geinitz im Werke „Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europa's.“ I. Bd., Geologie, München, 1865, p. 16. H. Credner: Elemente der Geologie, Leipzig, 1891, p. 273 u. a.

<sup>2)</sup> In diesem Absatze macht Engler auf einen Muschelkalk aufmerksam, „der sich in seiner Heimat in der Nähe von Roth-Malsch vorfindet und in dem sich beim Ausschlagen oft kleine Tröpfchen von Petroleum erkennen lassen“ (l. c. pag. 98). Ich bemerke dazu, dass ich ein ähnliches Vorkommen in der alpinen Trias kennen gelernt habe, wo an einer Stelle im Erlaufthale aus den Klüften des Muschelkalkes kleine Quellen von Petroleum aussickern. Diese Stelle befindet sich unterhalb Nestelberg in N.-Oest.

das Erdöl „dislocirt ist, sei es durch Destillation, durch Wasserver-sickerungen u. s. w.“<sup>1)</sup> wie Engler anderenorts sagt.<sup>2)</sup>

Ein ähnliches Beispiel liefert das Erdölvorkommen in den Kammern der Lobolithen. Auch hier wurde es immer als aus den organischen Substanzen des Thierkörpers selbst gebildet angenommen. Da aber die Lobolithen, der Ansicht J. Hall's nach<sup>3)</sup>, nichts anderes sind, als Schwimmapparate der Crinoiden, deren Kammern also, diesem Zwecke des Lobolithen entsprechend, jedenfalls auch hohl und leer waren, muss man auch in diesem Falle das Erdöl als „dislocirt“ betrachten.

Endlich auch dasjenige Erdöl, welches aus den „fossilen Korallen Canadas“ und aus den recenten „Korallenbänken an den Ufern des rothen Meeres unweit Suez“ ausschwitzt, muss als dislocirt betrachtet werden. Denn es ist kaum denkbar, dass die ganz geringe Menge von organischen Substanzen der Polypen eines Korallenriffes genügen sollte zur Bildung des Erdöls, dessen ganz kleine Tröpfchen doch eine entsprechende Menge von thierischen Fetten zur Entstehung brauchen. Und die Polypen der Korallenstöcke enthalten wohl sehr wenig Fett!

Dagegen will ich aber hervorheben, dass auch ich in dem Vorkommen des Erdöls und Bitumens gerade in den petrefactenreichsten E-Kalken im böhmischen Silur (und dies gilt auch von vielen anderen analogen Vorkommnissen) ein ganz entschiedenes Zeugniß für die thierische Provenienz dieser Kohlenwasserstoffe erblicke.

Bevor ich dieses höchst interessante Thema verlasse, will ich noch Eines gedenken. Engler setzt zur Bildung grösserer in der Natur vorkommender Petroleumlager „grosse Ansammlungen vorweltlicher Thiere“ voraus, und zwar nach seiner Theorie solcher Thiere, die viel thierische Fette enthalten (solche Thiere sind doch Infusorien, die er bei dieser Gelegenheit erwähnt, gradeso wenig wie die oben citirten Korallen!). Er sagt: „Dass Anhäufungen von solchen Fettresten durch Meeresströmungen stattgefunden haben, wenn das Fett mit Schlamm zusammengemengt war, kann man sich leicht vorstellen, solche Ansammlungen dürfen und müssen wir annehmen.“ (l. c. p. 99.)

Engler beruft sich dabei auch in seiner neuesten Publication über diese Frage unter Anderen auf die Ansichten von C. Oehsenius. Dieser Geologe stellt sich die Entstehung solcher Anhäufungen von Thierresten am Meeresgrunde folgendermassen vor<sup>4)</sup>: In einer von

<sup>1)</sup> Nur auf eine ähnliche Weise kann man auch die Entstehung der Drusen der Calcite und Dolomitkrystalle in den Hohlräumen der Orthoceraskammern erklären.

<sup>2)</sup> Auch auf der pag. 94 seiner letzten Publication nimmt Engler „die Versickerung des Erdöls in tiefere oder die Verdampfung in höhere Schichten“ an, wodurch das Oel „vermöge seiner Beweglichkeit oftmals auf andere Orte gewandert hat“.

<sup>3)</sup> Annual Report of the New-York State Mus. of Nat. hist., Albany 1879, pag. 205 ff.

<sup>4)</sup> Chemiker-Zeitung 1891, XV. Bd., pag. 935 ff.

dem übrigen Meere abgetrennten Meeresbucht hat durch Verdunstung eine Verdichtung des Wassers stattgefunden. Es haben sich in diesem Wasser nach Ausscheidung des Kochsalzes in Krystallform Mutterlaugensalze angehäuft. Hierauf hat ein Durchbruch des die Bucht begrenzenden Dammes stattgefunden. Das übersalzte Wasser drang in das eine reichliche Fauna enthaltende Meer ein und verursachte das plötzliche Absterben derselben. Die Thiercadaver sanken dann zum Meeresgrunde, wurden mit Sedimenten bedeckt und durch ihre Zersetzung entstand endlich das Petroleum.

Ich muss dazu bemerken: Wie grosse Mengen von Mutterlaugensalzen hätten in das Meer (in dem sie sich doch sofort verdünnen und dadurch an Wirksamkeit Einbusse leiden müssen!) eindringen müssen, um z. B. die colossalen kaukasischen u. a. Petrolenlager zu bilden! Was für ungeheure Massen von fettarmen und selbst auch fettreichen Thieren hätten in diesen Fällen auf einmal zu Grunde gehen müssen.

Es käm jedoch an dieser Stelle der Umstand nicht mit Still-schweigen übergangen werden, dass diese rein theoretische Vermuthung Oehsenius' über die mögliche Ursache des plötzlichen Unterganges einer grossen Menge von Seethieren durch sehr interessante directe Beobachtungen neuerdings eine relative, aber sehr gewichtige Begründung gefunden hat.

Bei der Tiefsee-Expedition des russischen Kanonenbootes „Tschernomoretz“ im schwarzen Meere<sup>1)</sup> (im Jahre 1890) wurde nämlich die überraschende Erfahrung gemacht, dass von 100 Faden Tiefe angefangen das Wasser dieses Meeres nach Schwefelwasserstoff riecht und schon in der Tiefe von 200 Faden so viel  $H_2S$  enthält, dass jedes organische Leben in diesen Wasserschichten zur Unmöglichkeit wird.

Von Bedeutung ist nun, dass das Mitglied der „Tschernomoretz“-Expedition, der russische Geologe Dr. N. Andrussov, diese Anhäufung von Schwefelwasserstoff in den Tiefen des schwarzen Meeres den daselbst abgelagerten organischen, animalischen Substanzen, die von Oehsenius als die Urquelle des Erdöls proclamirt worden sind, zuschreibt.

In der sarmatischen Periode und um so mehr also in noch älteren Perioden der Erdgeschichte befand sich der Pontus in Verbindung nicht nur mit dem Mittelmeer, sondern eventuell auch mit anderen Theilen des Weltmeeres. Nach Ablauf dieser Zeit wurde aber das schwarze Meer von dem Mittelmeere getrennt und sein Wasser erlitt durch den fortwährenden bedeutenden Zufluss von süssem Wasser<sup>2)</sup>, der gewiss auch damals stattgefunden hat und

<sup>1)</sup> Nach dem Berichte A. Woeikow's „Die Tiefseeforschungen im schwarzen Meere im Jahre 1890“; (Petermann's Geograph. Mittheil. 1891, pg. 33. f. f.), sowie auch nach den gefälligen Mittheilungen Herrn Dr. N. Andrussov's.

<sup>2)</sup> Eine solche Verdünnung des Meerwassers in dem Falle, wenn der Zufluss des süssem Wassers durch einströmende Flüsse die Verdunstung quantitativ übersteigt, zeigt sich noch in der Jetztzeit. So z. B. beträgt der Salzgehalt in den Lagunen von Venedig 2.91‰, während das Mittelmeerwasser nach den Forschungen

durch Zutluss von Meerwasser nicht compensirt werden konnte, eine nicht unbedeutende Verdünnung, resp. relative Abnahme des Kochsalzgehaltes. Dadurch erhielt das Pontusbecken den Charakter eines brackischen Sees (Lagune) und entwickelte sich seine Fauna demgemäss. Später wurde der Bosphorusdamm durchgebrochen und es drang das salzige Wasser aus dem Mittelmeer plötzlich in das brackische schwarze Meer ein, wodurch die brackische Fauna zu Grunde gehen musste. Die subfossilen Molluskenschalen, die man am Grunde des schwarzen Meeres heutzutage überall antrifft, sind Ueberreste dieser abgestorbenen brackischen Fauna, und der Schwefelwasserstoff, den die tieferen Wasserschichten dieses Meeres enthalten, ist durch den Fäulnissprocess aus jenen Thiercadavern hervorgegangen.

Hiebei betont Andrussow noch den sehr wichtigen Umstand, dass der Bosphorus viel seichter ist, als die abyssischen Regionen des Mittelmeeres, welche von der Tiefseefauna bewohnt werden und dass demzufolge bei dem Bosphorusdurchbruche keine Tiefseethiere in das schwarze Meer eindringen konnten. Auf diese Weise fanden die Thiercadaver der brackischen Fauna am Grunde des schwarzen Meeres keine Consumenten und ihre organische Substanz verfiel sammt und sonders der Fäulniss.<sup>1)</sup> An anderen Stellen des Meeresgrundes verfaulen die organischen Bestandtheile der abgestorbenen Bewohner gleichfalls und bildet sich auch Schwefelwasserstoff, aber doch nicht in dem Masse wie im schwarzen Meere, weil 1. die Thiere in anderen Meeren unter normalen Lebensbedingungen nicht so plötzlich und massenhaft absterben, wie die brackische Pontusfauna nach dem Eindringen des salzigeren Mittelmeewassers, und 2. weil ihre Cadaver zu-

---

der Physiker der „Pola“-Expedition (Veröffentlichungen der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres: Vorläufiger Bericht über Lothungen und physikalische Beobachtungen im Sommer 1891 von Prof. J. Luksch in den Sitzungsber. d. naturwiss. Classe d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Band C. Abth. II. a., 1891. pg 930) davon 3.79—3.90‰ enthält. Das schwarze Meer, dessen Wasser als durch süßes Wasser verdünntes Mittelmeewasser betrachtet werden kann, besitzt 1.81‰ (bis in die Tiefe von 100 Faden, von da hinunter bis zum Grunde hat es aber 2.1—2.2‰) Salzgehalt. Dasselbe zeigt sich übrigens auch bei vielen anderen Meeren: Während der normale Salzgehalt des offenen Meeres 3.5—3.7‰ beträgt, enthalten die Polarmeere 3.3—3.2‰ (local noch weniger), das rothe Meer in der Mitte des Beckens 3.6—4.0‰ (dagegen vor dem Suez-Canal unweit von Ismailié 5.1‰, weil daselbst die Verdunstung intensiver ist, als der Zutluss des süßen Wassers), die Ostsee im grossen Belt 1.3‰, im Sund 0.9‰, noch mehr nach O. in ihrem südlichen Becken 0.8—0.7‰ (und im Bottnischen Busen ist fast Trinkwasser), das Kaspische Meer im südlichen Becken 1.3‰, das Aral'sche 1.1‰, der Kukunoorsee 1.1‰ und der Wansee 2.6‰ Salzgehalt.

<sup>1)</sup> Derselbe Erklärungsgrund behält auch für das Vorkommen von Ammoniak in den Tiefen der Meere seine Geltung. Die untersten Wasserschichten des Mittelmeeres, wie aus den Tiefseeforschungen von Edw. Forbes, Carpenter, Milne-Edwards u. A., sowie neuestens aus den Resultaten der österreichischen „Pola“-Expedition hervorgeht, sind mit grossen Ammoniakmengen gesättigt und an manchen Orten findet sich am Meeresgrunde eine noch grössere Anhäufung von organisch gebundenem Stickstoff vor. Die Gelehrten der „Pola“ erklären diese Erscheinung analog wie Andrussow das H<sub>2</sub>S-Vorkommen durch den Zersetzungsprocess der abgestorbenen Thierleiber in den nur spärlich bewohnten Tiefen des Mittelmeeres.

meist von den Bewohnern der Tiefsee aufgezehrt werden, weshalb sich nur verhältnissmässig geringe Mengen von Schwefelwasserstoff ausscheiden, die durch die verschiedenen Strömungen des Meereswassers am Anhäufen verhindert und rasch so vertheilt werden, dass sie sich nirgends besonders bemerkbar machen können.

Die Anwesenheit des Schwefelwasserstoffes im Meereswasser, die in den verschiedensten Gegenden constatirt worden ist, muss jedoch auch noch einem anderen Prozesse<sup>1)</sup> zugeschrieben werden, d. i. der Zersetzung der schwefelsauren Salze des Meerwassers unter dem Einflusse der organischen Substanzen, die unter Mitwirkung der absorbirten Kohlensäure gleichfalls Schwefelwasserstoff und in Verbindung mit dem vorhandenen Ammoniak Ammoniumhydrosulfid (Schwefelwasserstoffammoniak) liefern. Direct und indirect sind also die verwesenden thierischen Substanzen des Seewassers die Ursache des Auftretens von Schwefelwasserstoff darin.

Werfen wir nun einen Blick auf den chemischen Process der Fäulniss animalischer Substanzen<sup>2)</sup>, so erkennen wir, dass die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Thierkörper (Albuminate, Protoplasma, Muskel- und Hornsubstanz) von der Zersetzung zuerst ergriffen werden mussten, wobei auch die Schwefelwasserstoff- und Ammoniakentwicklung stattfand (siehe Bemerkung<sup>1)</sup> pag. 373). Dieser Zersetzungsprocess wurde durch die conservirende Einwirkung des Meerwassers jedenfalls verlangsamt, so dass er eine längere Dauer in Anspruch nahm, als bei Luftzutritt und Abwesenheit von Salz. Sodann erfolgt erst die Zersetzung der Fette in Glycerin und freie Fettsäuren, welche endlich auch der Zersetzung anheimfallen und unter günstigen Umständen Erdöl liefern.

Wenn nun am Grunde des schwarzen Meeres zur Zeit der Zersetzung der Fette der abgestorbenen brackischen Thiere (unter denen namentlich die fettreichen Mollusken vorherrschen, wie man aus ihren subfossilen, den Boden des schwarzen Meeres so reichlich bedeckenden Schalen ersieht) diejenigen Bedingungen eintreten würden, die nach Engler's Experimenten für die Erdölbildung nothwendig sind, namentlich das Zusammenwirken von Wärme und Druck, so können einmal in zukünftigen geologischen Perioden die Ablagerungen des Pontusgrundes bedeutende Mengen von Erdöl liefern. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als das Erdölmateriale dann nicht bloss nach dem Bosphorusdurchbruche aufgehäuft worden wäre, sondern seine Ablagerung sich ohne Unterbrechung bis auf den heutigen Tag fortsetzt.

Andrussow betont nämlich weiter, dass auch die heutzutage zum Meeresgrunde hinabsinkenden Cadaver der ungemein reichen pelagischen Fauna des Pontus ebenfalls insgesamt der Fäulniss verfallen, weil von 200 Faden abwärts dort kein organisches Leben mehr vorfindlich ist, das sie aufzehren könnte. Dadurch und durch das

<sup>1)</sup> Siehe Forchhammers classische Untersuchungen über die chemischen Verhältnisse des Meerwassers in G. Bischof's Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie (2. Aufl., I. Band, pg. 441—2).

<sup>2)</sup> Siehe Engler's schon früher citirten Vortrag.

Fehlen von Strömungen in jenen Meerestiefen erklärt Andrussow, dass der Schwefelwasserstoffgehalt in den Tiefen des Pontus nicht verschwindet. Dieser fortdauernde Process hat jedoch eine weitere Anhäufung von der Zersetzung preisgegebener Fettsubstanz und eventuellem Erdölbildungsmaterial zur Folge.<sup>1)</sup>

Wenn wir nun zum Schlusse noch einen Vergleich zwischen den theoretischen Erörterungen Ochsenius' und den praktischen Beobachtungen Andrussow's ziehen, so kommen wir zu folgendem Resumé: Nach Ochsenius ist mit Mutterlaugensalzen geschwängertes Meerwasser<sup>2)</sup> plötzlich in das normale Meerwasser eingedrungen, während Andrussow das Eindringen von normal salzhaltigem Meerwasser in das verdünnte brackische Wasser annimmt, aber das Schlussresultat ist nach beiden divergirenden und scheinbar concurrirenden Theorien dasselbe, nämlich das Absterben einer ganzen Fauna und das Anhäufen von Thiercadavern am Meeresgrunde, welches die Engler'sche Theorie verlangt. Es kommt auf die localen geologischen Verhältnisse an, welche von diesen Annahmen man zur Erklärung der Bildung eines bestimmten Erdöllagers herbeizuziehen bewogen sein wird.

Ich will die Wichtigkeit der angeführten Tiefseeforschungen im Pontus keiner weiteren Erörterung unterziehen, da mein hochverehrter Freund, Herr Dr. Andrussow, wie ich seiner gefälligen Mittheilung entnehme, diese Frage demnächst selbst ausführlich behandeln will.

Engler schliesst seinen höchst interessanten Vortrag mit folgenden Worten: „So darf man sagen, dass vom chemischen Standpunkt aus alle nöthigen Aufklärungen, insoweit dieselben nöthig erscheinen, gegeben sind, und nachdem die Geologie die erste Anregung zur Aufstellung dieser Theorie gegeben, wird es nun wiederum ihre Sache sein, die äusseren Bedingungen festzustellen, unter denen sich aus thierischen Resten das Erdöl gebildet hat.“ (l. c. p. 100.)

<sup>1)</sup> Herr Dr. Andrussow wird demnächst die Anhäufung von Thiercadavern am Grunde des schwarzen Meeres und den ganzen chemischen Process der H<sub>2</sub>S-Bildung in zwei russischen (*Jzvěstia* der kais. russischen geograph. Gesellschaft in St. Petersburg), einer englischen (*Proceed. of the Royal Society of Edinburgh*) und einer deutschen Arbeit (*Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien*) sehr ausführlich besprechen. Ich erlaube mir schon im Vorhinein auf diese höchst interessanten Arbeiten aufmerksam zu machen, die für die Frage der Bildung des Erdöls von grosser Wichtigkeit sind, wie ich aus der mir freundlichst gestatteten Einsicht in die Correcturbögen zu erkennen Gelegenheit hatte.

<sup>2)</sup> Als Beispiel einer abgeschlossenen Bucht ohne Zufluss und mit starker Verdunstung, in welcher das Auskrystallisieren des Salzes und die Mutterlaugenbildung, welche Ochsenius voraussetzt, heutzutage wirklich stattfindet, ist der Kara-Bogas (Adzi Darja) -Busen des Kaspischen Meeres anzuführen, welcher durch einen sandigen Damm vom Kaspischen Meere abgetrennt, eine riesige Salzpflanze von circa 20.000 Km<sup>2</sup>. mit 28·5 Procent Salzgehalt darstellt. Ein ähnliches Mutterlaugenwasser haben ausserdem auch der Urmiasee (22 Procent Salzgehalt), das todtte Meer (21·7 Procent), der bekannte Great-Salt-Lake in Utah (1852, bei niedrigem Wasserstande 22·3 Procent, 1873, bei einem um 10 Fuss höheren Wasserstande 13·4 Procent), der Jeltensee und Bogdosee (Baskuntschatsee) in der russischen Steppe u. a. m.

Ich habe es in meiner oben citirten Arbeit über dieses Thema versucht, diese Theorie namentlich mit den Resultaten der neuesten Tiefseeforschungen, die ja für die Lösung dieser Frage äusserst wichtig sind, in Einklang zu bringen. Heute habe ich diese Versuche ausserdem noch in anderer Richtung vorgenommen. Es bleibt mir nur noch übrig, den Wunsch aussprechen zu dürfen: mögen auch die übrigen Herren Fachgenossen die Schlussworte von Engler's Publication beherzigen und seinen geistreichen und verdienstvollen Arbeiten auf diesem Gebiete ihre nähere Aufmerksamkeit schenken!

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [042](#)

Autor(en)/Author(s): Jahn Jaroslav Jilji

Artikel/Article: [Zur Frage über die Bildung des Erdöls. 361-376](#)