

# Chemiker u. Techniker-Zeitung

Central-Organ für Petroleum-Industrie

Redaktion, Administration  
und Expedition:  
Wien, XVIII<sup>1/2</sup> Scheidl-  
strasse Nr. 26.

mit der Beilage

Organ des „Verein der Bohrtechniker“.

Insertion:

Ganze Seite Kronen 40 =  
Mark 40 = Francs 50.  
Halbe Seite Kronen 24 =  
Mark 24 = Francs 30.  
Viertel Seite Kronen 14 =  
Mark 14 = Francs 20.  
Die viergespaltene Pettizelle  
oder deren Raum 20 Heller  
= 20 Pf. = 25 Ct., mit freiem  
Belege. Bei Wiederholung  
Rabatt. — Benützung des  
Adressen-Anzeigers für die  
P. T. Abonnenten frei.

Abonnement:  
Ganzjährig für Oesterreich-  
Ungarn Kronen 16.—, für  
Deutschland Mark 16.—, für  
Russland Rubel 8.—, für das  
übrige Ausland Frca. 20 mit  
franco Zusendung.

Ausgezeichnet; Wien 1888 bronz. Medaille, Paris 1889 silberne Medaille,  
Bielitz 1890 bronz. Medaille, Mailand 1895 Ehrendiplom, München  
1895 goldene Medaille, Baden-Baden 1896 silberne Medaille, Berlin  
1896 silberne Medaille, Prag 1896 goldene Medaille, Czernowitz 1896  
bronz. Museumsmedaille, London 1897 grosser Ehrenpreis und gold. Medaille.

Erscheint am 1. und 15. jeden Monats.

Herausgeber: Hans Urban. — Verantwortlicher Redacteur: Jul. Gerhard.

## Erdöl- und Erzstudien

Von Dr. Carl Ochsenius.

In der Nummer 1—4 der diesjährigen Serie unseres Organ des „Verein der Bohrtechniker“ erschien ein hochinteressanter, von unserem Ehrenmitglied Herrn Hofrat Professor Dr. H. Höfer der Akademie der Wissenschaften eingereichter Aufsatz über „Erdöl- und Erzstudien“.

In denselben trat eine Meinungsverschiedenheit zwischen dem Verfasser und unserem Vereinsmitglied, dem Montangeologen Dr. Karl Ochsenius über die Art der salinischen Bestandteile der Erdölbegleitwasser zu Tage.

Letztgenannter hat nun der Akademie folgende Erwidierung unterbreitet, der wir gern Platz gewähren, weil sie sich fast erschöpfend über Erdöl ausspricht.

Wir selbst nehmen natürlich keine Karten bei der wissenschaftlichen Kontroverse zwischen den beiden Herren, die sich zuletzt wohl schon vertragen werden, sondern begnügen uns mit der Bemerkung, dass Ochsenius bekanntlich seine gut durchgearbeiteten Thesen so energisch zu verteidigen pflegt, wie eine Löwin ihr Junges, und dass er, soweit wir zurückschauen können, noch keinmal das Feld räumen hat müssen.

Seine Eingabe lautet:

Zu der von dem k. k. Hofrate Herrn Professor Dr. H. Höfer am 5. Juni 1902 hoher Akademie präsentirten, sehr interessanten Abhandlung „Erdöl- und Erzstudien“, gestatte ich mir die ehrerbietige Bitte um Genehmigung, folgende Erläuterungen zu unterbreiten.

Ich darf wohl hoffen, dieselben angenommen zu sehen, weil ich der einzige Geolog bin, der von dem genannten Herrn antagonistisch erwähnt wird.

In höchst dankenswerter Weise hat der Verfasser eine Zusammenstellung von Analysen der das Erdöl begleitenden Wasser in Abschnitt I. seiner Abhandlung vorgenommen.

Es sind deren 21 in der auf Seite 3 wiedergegebenen Tabelle; eigentlich 23, weil Nummer 6 drei begreift.

Wie der Augenschein lehrt, weist jede der 23 Analysen einen Gehalt von Chlornatrium auf (Nr. 1 und 3 führen zwar Natriumoxyd getrennt von Chlor an, ergeben aber bei einfacher Umrechnung dasselbe entsprechende Resultat.)

Die Menge des Chlornatriums ist fast durchweg eine bedeutend die anderen Zahlen überwiegende.

Das beweist sehr kräftig, dass mein schon alter Ausspruch: „Kein Petrol ohne salzige Gesellschaft“, seine volle Berechtigung hat.

Bleiben wir vorerst beim Chlornatrium stehen, das ja einen Hauptbestandteil der hier in Frage kommenden Mutterlaugen bildet.

Ich habe behauptet, dass die Gase Ammoniak und Kohlensäure, die sich bei der Zersetzung der Organismen, der Erdöllieferanten entwickeln, ohne Chlornatrium den Sargdeckel der unter Schlamm begrabenen Kadaversprengen beziehungsweise durchlöchern würden, wenn sie nicht gebannt werden. Das geschieht aber durch den sogenannten Ammoniak-sodaprozess. Bei diesem resultieren aus Chlornatrium und Ammoniak mit Kohlensäure andererseits Soda und Salmiak, das heist zwei feste Salze an Stelle der beiden Gase Ammoniak und Kohlensäure.

Sehr charakteristisch wird das bewiesen durch die Anwesenheit von Soda in den Wässern der Analysen 2, 4, 6, 7, 12 und 13, sowie durch den Nachweis von Salmiak in 1 (ber.) 5, 8 und 18; Ammoniumkarbonat erscheint ausserdem noch recht beweiskräftig in 2.

Ein Ueberschuss von Kohlensäure ist da vielleicht vorhanden gewesen und hat sich des Ammoniaks direkt oder indirekt bemächtigt. Ein solcher Ueberschuss erklärt auch die gewöhnlich in den Erdöllagern beobachtete Abwesenheit von kalkigen Resten der Seetiere; der hier entstehende doppelkohlensaure Kalk ist sehr löslich und geht eben in Lösung ab, falls er nicht (wie in 12 der 23 Analysen) in der Form von Chlorcalcium erscheint.

Es darf wohl als selbstverständlich angenommen werden, dass nicht in jedem Begleitwasser des Erdöls alles was darin gewesen ist, noch darin geblieben sein muss. Auch ohne Chemismus trennen sich, wie ich längst berichtet, Sulfate und Chloride der Seesalze, in grösstem Massstabe zum Beispiel in dem Salares der Argentina; eine Lösung von Kupferammoniumsulfat gibt beim Filtrieren durch Kaolin alles Kupfer ab; Petroleum lässt beim Passieren von Kaolin seine Be-

standteile nur ungleichmässig abgehen; Filtration vermittels feinporöser beziehungsweise grossflächiger Medien, wie Ton, kann freie Säuren entstehen lassen<sup>1)</sup> ja sogar Sand ist imstande, ein Gemisch von zwei Flüssigkeiten durch blosse Attraction teilweise zu zerlegen.<sup>2)</sup>

Und sandig-tonige Schichten sind doch fast ausnahmslos die Heimat unserer Petroleumansammlungen auf ursprünglicher Lagerstätte; da werden Filtrationen aller Art an der Tagesordnung sein oder wenigstens gewesen sein.

Salzton ist sicher mit den Mutterlaugenresten, die von den Anhydriten eines gehobenen Salzflötzes bei dessen Hebung abliefen und unter Umständen Fauna und Flora einer nächstliegenden Meeresbucht rasch vernichteten, ab- und eingespült worden, hat den Sargdeckel formieren helfen, und treten uns deshalb bei allen Erdölhorizonten nur geringe Zusammensetzungsunterschiede entgegen.

Nun handelt es sich um die Zusammensetzung der salinischen Begleitwässer des Petroleums. Mit den Sulfaten darin beschäftigt sich der Abschnitt II der Höfer'schen recht beachtenswerten Arbeit.

Es kommen hier in Frage eigentlich nur zwei (marine) Sulfate, nämlich Calciumsulfate (Anhydrit und Gips) und Magnesiumsulfate (Kieserit, Bittersalz), sehr nebensächlich noch Baryt, Coelestin. Calciumsulfat ist nicht mehr primär in denjenigen Mutterlaugen, welche bei gewöhnlicher Temperatur kein Wasser mehr abgeben, enthalten. Mit solchen müssen wir rechnen als erstliche Endprodukte der Bildung eines Steinsalzlagers.

Jedenfalls wird Calciumsulfat viel weniger leicht von organischem Zerreibsel und dergleichen unter Abscheidung von Schwefel und dessen Derivaten zersetzt, als das Magnesiumsulfat. (Wir heben zum Beispiel alte bituminöse Gipse ohne Schwefelausscheidungen hervor; andererseits hat Gips unter dem Pariser Strassenpflaster Schwefelkristalle geliefert.)

Magnesiumsulfat dagegen wird von Organismen leicht angegriffen; eine Flasche mit Bitterwasser verdirbt schon in Berührung mit dem Korke oder durch die Wirkung eines hineingeratenen Stückchens Stroh oder Heu. In vielen, wo nicht dem meisten Fällen vergast der Schwefel bei derartigen Prozessen.

Aus diesem Grunde sind die meisten Erdölwasser sulfatfrei.

Ich sage: die meisten, denn nicht überall ist der Zersetzungsprozess beendet. So führt Höfer bei dem Elsässischen Erdöl  $0.118 \text{ MgSO}_4$  und  $2.202 \text{ NaSO}_4$  in 1000 Teilen an; ferner zitiert er von Truscawiec sulfathaltige Erdölwasser, vom Kaukasus die Beziehung zwischen den Erdölquellen und benachbarten Bitter- und Schwefelquellen. So heisst es bei ihm im Abschnitt I: „Diese Differenz (nämlich die fast gänzliche Abwesenheit der schwefelsauren Salze) ist jedoch nur eine scheinbare, denn „es gibt in der Tat nicht wenige Prozesse in der Natur, die dem Meerwasser die schwefelsauren Salze entziehen. Zahlreiche Tatsachen, wie das Vorkommen von Kies im Bohrwasser, die Nähe der Schwefelquellen, das Vorhandensein von Schwefel und Polyschwefelverbindungen in einigen Bohrwässern zeigen auf die Möglichkeit der Reduktionsprozesse, welche die anfängliche Beschaffenheit des Wassers verändert haben. Zu solchem Prozesse ist eine sehr günstige Bedingung vorhanden, nämlich die Anwesenheit einer organischen Substanz, des Erdöles.“

Auch Trautschold berichtet, dass ein Brunnen der Kokerev'schen Fabrik (knapp neben den ewigen

<sup>1)</sup> E. Kohler, Zeitschr. f. prakt. Geologie 1903, S. 49 ff.

<sup>2)</sup> W. Spring, Bull. Soc. Belge Geol. 1903, S. 13 ff.

Feuern von Surachany) ein durch suspendiertes Schwefeleisen schwarzgefärbtes Wasser, ein anderer Brunnen schwefelwasserstoffhaltiges Wasser gibt. Eine Erklärung hierfür wird nicht gegeben.

Das häufige Zusammenvorkommen von Schwefel- und Erölquellen im ganzen kaukasischen Randgebiete ist allgemein bekannt.“

Zu den Analysen aus den übrigen Gebieten Nordamerikas habe ich zu bemerken, dass die Oele der Südstaaten, wenn sie an Kalksteine gebunden, ebenso wie in Canada häufig schwefelhaltig sind. Das nordargentinische Erdöl in der Provinz Jujui entspringt immer in der Nähe von „salzigen Schwefelquellen“.

Wir haben also Fälle, in denen Sulfate noch vorhanden sind, und andere, in denen ihr Schwefelgehalt, soweit nicht in Form von Schwefelwasserstoff vergast, als regulinisches Produkt noch existiert.

Im allgemeinen aber steht fest, dass das Hauptsulfat, das Bittersalz, sich sehr schlecht mit organischem Detritus, Bitumen etc. verträgt und daher bald ruiniert wird.

Da taucht dann die Frage auf: was wird mit der Magnesia? Die kann doch nicht verschwinden oder vergasen.

Die Antwort ist sehr einfach: die vorhandene Kohlensäure bemächtigt sich ihrer und macht sie zu schwer löslichem Magnesiumcarbonat. Dessen Löslichkeit ist zwar in Bittersalz grösser, aber letzteres ist eben die Substanz, die zersetzt wird und daher nicht lange wirksam bleiben kann.

Deshalb erscheint Magnesiumcarbonat, wengleich in geringeren Mengen, auch in den Analysen 2, 6I, 6II, 6III, 7, 12, 13, 14, 18, 21.

Der nun folgende Abschnitt III: „Zur Entstehung des Erdöls“ bekämpft in mehreren Perioden meine Ansicht über die Wirkung der Mutterlaugensalze bei der Bildung von Petroleum. Deshalb bin ich genötigt, mich darüber auszusprechen.

Es heisst da: „In genetischer Beziehung lehren jedoch die mitgeteilten Wasseranalysen die Unhaltbarkeit der Hypothesen von Ochsenius, welcher im konsequenten Verfolgen seiner vielartig angewendeten Barrenhypothese das grosse Sterben der marinen Tiere mit der Bildung und dem Ausströmen von Mutterlaugensalzen erklären will; der Gehalt an Magnesium- und Kaliumsalzen in den Erdölwassern ist einerseits zu gering, jeder an Kochsalz viel zu hoch, um diese Hypothese zu rechtfertigen“<sup>3)</sup>.

Dieser Einwand lässt sich leicht widerlegen, obschon man dabei allerdings etwas weiter zurückgreifen muss.

<sup>3)</sup> Hier muss ich eine Parenthese bringen. Höfer redet immer von Ochsenius'schen Hypothesen. Was ist denn eine solche? — Hypothese ist eine Annahme zur Erklärung gewisser Erscheinungen, welche wohl wahrscheinlich ist, aber nicht bewiesen werden kann.

Offenbar hat Höfer mit dem Gebrauche dieses oft einen herabsetzenden Beigeschmack besitzenden Ausdrucks kein Glück. Er bezeichnete zum Beispiel meine Ansicht über das Zusammenvorkommen von Petrol und salinischen Wassern auch als Hypothese auf Seite 107, 108, 118 seines Buches: das Erdöl 1888.

Nun, meine Ansicht war also keine Hypothese, ja nicht einmal eine Theorie, sondern nur eine Behauptung von Tatsachen mit deren Erklärung, deren Richtigkeit sich immer mehr bestätigt und von Höfer selbst jetzt akzeptiert wird. —

Man wird dabei erinnert an die (schon neulich von uns zitierten) Worte Vogelsangs in seiner Philosophie der Geologie: „Wer da behauptet, dass an dem Punkte, wo die sinnliche Wahrnehmung aufhört, schon das Reich der Hypothese beginnt, der muss es auch als eine Hypothese erklären, dass er seiner Mutter Sohn ist.“ Bei mir liegen aber sinnliche Wahrnehmungen tatkräftig vor.

# Analysen von Begleitwassern des Erdöls.

Mitgeteilt von H. Höfer.

(Tab. I.)

In 1000 Teilen	1	2	3	4	5	6			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
						I	II	III																
Dichte	1.01219	—	1.00216	—	1.066374	1.01178	1.00729	1.000179	—	1.05391	1.165	1.163	1.144	—	—	—	—	—	—	—	1.0732	1.317	1.002	
Natriumoxyd . . . . .	70.302	—	0.91400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chlornatrium . . . . .	—	39.097	—	4.752687	81.647676	45.343	53.398	0.1841	3.7424	61.6288	69.25	78.04	72.11	3.2373	3.7898	25.93	3.2000	5.0203	4.7152	32.978	71.645	30.128	2.4564	
Bromnatrium . . . . .	—	0.150	—	0.00031	0.103982	0.218	0.074	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.013	0.024	—	
Jodnatrium . . . . .	—	0.220	—	0.000008	0.003767	0.127	0.030	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Natriumcarbonat . . . . .	—	6.518	—	0.000167	—	9.778	6.004	—	1.6354	—	—	—	—	0.0798	0.014	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kaliumoxyd . . . . .	0.546	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chlorkalium . . . . .	—	0.022	—	0.012790	0.246841	—	—	—	—	—	0.97	3.96	3.05	0.0648	0.014	—	—	—	—	—	0.041	—	—	
Lithiumoxyd . . . . .	0.055	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chlorlithium . . . . .	—	—	—	—	0.008502	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ammoniak . . . . .	0.651	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spur	
Chlorammonium . . . . .	—	—	—	—	0.062661	—	—	—	—	0.0159	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.007	—	—	
Ammoniumcarbonat . . . . .	—	0.082	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Calciumoxyd . . . . .	3.010	—	0.16050	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chlorcalcium . . . . .	—	—	—	0.052815	5.203160	—	—	—	—	9.0325	22.23	11.20	17.93	—	—	—	0.5587	1.6462	0.9657	8.578	18.665	48.969	—	
Jodcalcium . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.080	—	—	
Calciumcarbonat . . . . .	—	0.436	—	0.051251	—	1.291	1.100	0.3946	0.4730	0.0358	—	—	—	—	—	0.0554	—	—	—	—	2.764	—	0.29669	
Magnesiumoxyd . . . . .	2.428	—	0.06150	—	—	—	—	—	—	<sup>5</sup> 0.0268	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<sup>5</sup> 0.1154	<sup>5</sup> 0.271	<sup>5</sup> 0.592	—	
Chlormagnesium . . . . .	—	—	—	0.009457	1.861576	—	—	—	—	3.8723	3.92	5.49	6.33	0.0515	0.012	0.869	0.2933	0.3193	0.31.2	2.166	9.8.6	20.201	—	
Jodmagnesium . . . . .	—	—	—	—	0.121598	—	—	—	—	0.0397	—	—	—	0.0038	Spur	0.0153	—	—	—	—	—	—	—	
Magnesiumcarbonat . . . . .	—	0.107	—	—	—	0.499	0.386	0.2775	0.1200	—	—	—	—	0.2337	0.0341	0.1900	—	—	—	—	1.377	—	0.01995	
Bariumoxyd . . . . .	0.004	—	—	—	0.010487	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chlorbarium . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0153	—	—	—	—	—	—	0.0380	0.0642	0.0759	0.006	—	—	—	
Bariumcarbonat . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.004	—	—	
Strontiumoxyd . . . . .	0.018	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chlorstrontium . . . . .	—	—	—	—	0.234813	—	—	—	—	0.1838	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.096	—	—	
Strontiumcarbonat . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.059	—	—	
Aluminiumoxyd . . . . .	0.004	0.027	—	—	—	—	—	—	—	0.0099	—	—	—	—	—	0.12	—	—	—	—	—	<sup>2</sup> 0.096	0.054	
Chloraluminium . . . . .	—	—	—	0.009457	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Eisenoxyd . . . . .	0.630	0.080	0.00250	—	—	<sup>1</sup> 0.1546	—	—	—	—	—	—	—	0.009	0.0029	—	—	—	—	—	—	—	<sup>2</sup> 0.01560	
Eisenchlorid . . . . .	—	—	—	0.002986	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Eisenoxydulcarbonat . . . . .	—	—	—	—	0.032714	0.029	0.044	—	0.0125	0.0488	—	—	—	—	—	0.0748	—	—	—	—	0.038	—	—	
Mangan . . . . .	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Manganoxydulcarbonat . . . . .	—	—	—	—	—	0.014	0.020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spur	—	—	
Chlor . . . . .	97.163	—	1.45660	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Jod . . . . .	0.984	—	0.01487	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Brom . . . . .	0.353	—	0.0178	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Borsäure . . . . .	0.223	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Phosphorsäure . . . . .	0.008	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Basisch phosphorsaurer Kalk . . . . .	—	—	—	—	0.000541	—	—	—	—	0.0049	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kieselsäure . . . . .	0.226	0.107	0.005	0.000321	0.011106	0.074	0.079	0.0773	<sup>1</sup> 0.0257	—	—	—	—	0.0077	0.0058	0.0246	—	—	—	—	0.102	0.024	0.032	0.09140
Quellsäure . . . . .	—	—	—	—	—	0.058	0.068	0.2450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Quellsaures Natron . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	0.0124	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kohlensäure gebunden . . . . .	—	—	—	—	0.077104	—	—	—	—	0.0343	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kohlensäure frei . . . . .	4.916	—	0.34194	—	0.09200	0.187402	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.953	—	—	
Organische Substanzen . . . . .	0.814	<sup>3</sup> 0.055	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Suspendierte Teile (Ton) . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3.4030	—	—	—	—	—	—	0.0242	—	—	—	—	0.041	—	—	

<sup>1</sup> Kieselsäure und Aluminiumoxyd gelöst.

<sup>2</sup> Eisen- und Aluminiumoxyd.

<sup>3</sup> Humusartige Bestandtheile.

<sup>4</sup> Manganhaltiges Eisenoxyd.

<sup>5</sup> Brommagnesium.

v. Déchen schrieb 1873 in: „Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche“ S. 696:

„Salzhaltige Quellen sind sowohl nach ihrem Oertlichkeiten als nach den Formationen, aus welchen sie hervortreten, sehr viel verbreiteter als die bisher nachgewiesenen Steinsalzlager. An vielen Stellen und in mehreren Formationen, welche Soolquellen liefern, hat kein Steinsalz aufgefunden werden können und ist auch keins vorhanden.

An einigen Stellen, wo Salzquellen vorhanden waren und Steinsalz später aufgefunden wurde, ist der vollständige Nachweis geliefert worden, dass dieselben in keinem unmittelbaren Zusammenhange stehen, das heisst dass die Quellen ihren Salzgehalt nicht aus der Auflösung des in der Nähe lagernden Steinsalzflötzes entnommen haben, sondern aus Schichten, welche das Steinsalz in sehr vertheiltem Zustande und wohl immer mit Kalk-, Magnesia- und Kalisalzen verbunden enthalten. Die Solquellen haben einen sehr verschiedenen Salzgehalt.“

Mit anderen Worten: Unsere Steinsalzlager bestehen einzig aus gewässertem Calciumsulfat (Gips) als liegendes, Chornatrium als Hauptmasse und wasserfreiem Calciumsulfat (Anhydrit) als hangendes, dem sich Salzion zugesellt. Daraus können also keine Kali- und Magnesiumsalze in unsere Soolen gelangen. Woher sind jene nun zu beziehen? Ich habe diese Frage bei der Erklärung der Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze schon vor Jahren behandelt und gelöst.

Mutterlaugenreste (relativ gering, absolut sehr bedeutend) bleiben über dem unebenen Anhydritthut des unter ihm<sup>1</sup> befindlichen Salzlagers, welcher die Salzpflanze nicht total ausfüllt, stehen, werden mit Ozeanwasser, dass ja die Herrschaft über die partiell abgeschnürte Bucht nicht aufgibt, vermischt und laufen erst später, nachdem dass Ufergebiet mit dem Salzflötz gehoben worden, in tiefere Horizonte.

In diesen, gleichviel welchen höheren Alter, richten sie denn alles das Unheil an, über das ich bereits 1881 in Saarbrücken der deutschen geologischen Gesellschaft berichtete und welches ich nachher unter dem Namen „Barrenwirkungen“ zusammengefasst habe. Sie liefern im durchsickerten, von ihnen eingetränkten Untergrund auch das Material für unsere salinischen Mineralquellen.

Nun besagen fast alle Analysen von diesen, dass neben meist vorwaltendem Chlornatrium, Kali- und Magnesiumsalze in den Wassern auftraten und daneben Brom-, Jod-, Bor- und Calciumverbindungen. Auf die vier letzten ist besonders in der jüngsten Zeit gefahndet worden, und der Nachweis ist, wenn auch nicht für alle nebeneinander, gelungen. Das ist der Steckbrief der Mutterlaugensalze, der den Begleitwässern des Erdöles erfolgreichst nachlauft.

Natürlich bleibt das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Komponenten, wie es ja a priori in den Mutterlaugenmassen vorlag, nicht dasselbe auf die Dauer.

Mutterlaugen, welche bei gewöhnlicher Temperatur kein Wasser mehr entlassen, enthalten nach Usiglio neben 2.59 Chlornatrium:

1. Magnesiumsulfat 1.85. Dieses wird, wie nicht nur jetzt von Höfer, sondern schon längst von mir (zum Beispiel 1891 in Nummer 53 der „Chemiker-Zeitung“) genauer erläutert, fast ganz vom Erdöl zer- setzt. Die Säure liefert Schwefel, soweit er nicht ver- gast, das heisst in Schwefelwasserstoff übergeht.

Die Magnesia erscheint da, wo sie nicht total niedergeschlagen ist als Carbonat. Belag: die 10 bereits erwähnten Analysen. Sulfate scheiden also hiermit aus der Reihe der wesentlichen Faktoren.

2. Chlorkalium 0.53; ist angegeben in den Analysen 1 (ber.), 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 18 der Petrol- begleitwasser.

3. Chlormagnesium 3.16; präsentiert sich in den 17 Analysen 1 und 3 (ber.), 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

4. Brommagnesium 0.33; erscheint als solches in den Analysen 8, 18, 19, 20; als Bromnatrium in 1 und 3 (ber.), 2, 4, 5, 6 I, 6 II. Bromide sind also in 11 Petrolwassern gefunden. Ausserdem sind sie mit dem folgenden Jod, wie Höfer selbst zitiert, in allen kaukasischen Rohölwassern nachgewiesen.

5. Jodmagnesium (beziehungsweise Jodnatrium oder Jodcalcium), im Meerwasser 0.00024 Prozent, in Mutterlaugen wohl fast 0.002. Existiert in den Wasser- analysen 5, 8, 12, 14, beziehungsweise in 1 und 3 (ber.), 2, 4, 5, 6 I, 6 II, 18, 19, 20.

6. Sonstiges, darin Bor, Lithium etc.; im Meer- wasser 0.00176 Prozent. Von Bor redet Analyse 1, von Lithium die von 1 und 5.

Qualitativ ist also alles das nachgewiesen, was zur Konstitution von Mutterlaugen gehört.

Da hinzu tritt nun aber auch noch Chlorcalcium, was allerdings nicht bei Usiglio und nur selten in den Analysen salinischer Lösungen als solches erscheint, aber doch ein spezifisches Mutterlaugensalz ist, das in Verbindung mit Chlormagnesium den Tachhydrit zusammensetzt.

In überraschend charakteristischer Weise findet es sich notiert in den 14 Analysen 1 und 3 (ber.), 4, 5, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20. Die drei Analysen 9, 10, 11 vom Kaukasus weisen bis zu 22.23 Prozent auf. Viel davon wird aber hier von den Kalkgerüsten der Seetiere herrühren.

Die weiter in den von Höfer zusammengestellten Analysen erscheinenden Verbindungen sind abgesehen von indifferenten Substanzen:

a) kohlen-saurer Kalk. Der ist leicht erklärlich, er findet sich fast überall.

b) Bariums- salze, und zwar einmal Bariumcarbonat (Witherit), zweimal Baryterde und fünfmal Chlorbarium. Da Bariumsulfat als Schwerspat das am häufigsten vorkommende Mineral, aber unlöslich ist in süssem Wasser, muss eine Umsetzung mit Chlormagnesium angenommen werden. Aus dieser geht Chlorbarium hervor und Magnesiumsulfat, welches letztere dann dem Erdöl zur Beute fällt.

c) Chloraluminium in Nr. 4, Erdölwasser von Sulz im Elsass, ist insofern interessant, weil ich schon früher über das Auftreten dieses Körpers in Oelheimer Petroleumrückständen berichtet habe. Es ist als ein Derivat von Mutterlaugensalzen zu betrachten. Chlor- magnesium liefert die nötige Salzsäure.

d) Soda in 7 Analysen, Salmiak in einer, Am- moniumcarbonat in einer, wurden schon eingangs be- sprochen.

Die übrigen Komponenten wie Ton, Eisen, Kieselsäure, humusartige organische Bestandteile und so weiter bedürfen keiner besonderen Erwähnung, sie sind ja nahezu allgegenwärtig.

Sieht man sich nun die bei den Mutterlaugen an- geführten Salze vergleichsweise mit denen der Höfer'schen Zusammenstellung an, so drängt sich einem auch gegen den Willen die Ueberzeugung auf, dass beide Reihen identisch sind. Dasselbe greift Platz, wenn man die Analysen unserer Soolquellen vornimmt

Ergo: Mutterlaugensalze sind es jedenfalls in optima forma.

Wenn ihr Gehalt an Magnesium und Kalisalzen nicht mehr in dem ursprünglichen Verhältnis unter sich und zu den anderen Salzen geblieben ist, so ergibt sich dieser Umstand natürlichst aus den Wegen der Lösungen, aus den Mineralien, die sie da angetroffen, und aus den Veränderungen und Umsetzungen, die sie unterwegs erlitten haben. Geradeso geht's unseren natürlichen Soolen.

Das Verhältnis der anderen Salze zum überwiegenden Chlornatrium kann doch keinen Grund abgeben, zu behaupten, dass sie keine Nebenprodukte eines Salzbildungsprozesses seien. Chlornatrium macht sich auch anderswo breit.

So bleiben ja auch nach Usiglio's Versuchen 2:5885 Na Cl bei 1:8545 Mg SO<sub>4</sub> in der letzten Mutterlauge gelöst, also kommen 1:4 Na Cl auf 1 Mg SO<sub>4</sub>; in der Kieseritregion unserer norddeutschen Mutterlaugensalzlager finden sich jedoch 17 Teile Kieserit, das heisst 15:8 Mg SO<sub>4</sub> auf 65 Teile Steinsalz, also kommen da 4:1 Na Cl auf 1 Mg SO<sub>4</sub>. Da sieht man sehr deutlich, dass in solchen Salzgemischen Chlornatrium unter Umständen sehr gegen seine Mitkomponenten auftreten kann.

Mutterlaugen gibts jedoch nur bei der Bildung von Steinsalzlager, und ihr Steckbrief lautet (wie schon erwähnt) auf die besonderen Kennzeichen: Brom, Jod, Bor, Lithium. Und dass sie aus Organismen Bitumen machen können, erhellt daraus, dass unsere natürlichen Soolen fast alle etwas bituminös sind.

Es heisst dann weiter im selben Abschnitt II:

„Nach meinem Dafürhalten ist das grosse Sterben der Meeresbewohner überhaupt dadurch bedingt, dass sich die Lebensbedingungen rasch ändern, so dass die Fauna nicht genügend Zeit findet, weder zur Auswanderung noch zur Anpassung; diese rasche Aenderung kann sich sowohl auf die Temperatur, als auch auf die Zusammensetzung des Meerwassers beziehen. Die erwähnte Hypothese von Ochsenius wäre nur eines der Beispiele, falls die chemische Zusammensetzung des das Oel begleitenden Wassers die Voraussetzung der Wirkung der Mutterlaugensalze gestatten würde.“

Der letzte Satz ist mir nicht recht klar. Die Wirkung der Mutterlaugensalze als Gift steht fest, denn einfache Chlornatriumlösungen verhindern die Zersetzung von Organismen, wie die Leichen von Vizakna bewiesen haben. Anders mit Magnesiumsulfat und Chlormagnesium (Mutterlaugensalze); ersteres ist fäulnisbefördernd, letzteres korrodiert sogar die Cellulose.

Zu dem folgenden Satze Höfer's:

„Viel mehr Wahrscheinlichkeit hat die Hypothese des Prof. Nik. Andrussow, welche zwar ebenfalls eine Bai voraussetzt, in welcher das Wasser infolge Verdunstens übersalzen ist und die in sie hineingeratene Tiere tötet. Die Vorgänge in der Karabugas-Bai an der Ostküste des Kaspisee scheinen diese Annahme zu bestätigen.“

Während die Hypothese Ochsenius den plötzlichen Untergang einer ungeheuren Menge Organismen zur Folge hätte, so fände nach jener Andrussow's ein allmähliches aber immerwährendes Absterben statt.

Beide Hypothesen haben aber eine naturgemässe Konsequenz, nämlich die gleichzeitige Bildung von Salzlagern, und zwar müsste jene von Erdöl nach Ochsenius in demselben geologischen Horizonte neben, nach Andrussow jedoch im Salz gelegen sein.“  
muss ich bemerken, dass eine gleichzeitige Bildung von Salzlagern und Petroleumhorizonten nie von mir behauptet worden ist.

Die Reste der Nebenprodukte einer Steinsalzbildung bedürfen jedenfalls der Hebung, ehe sie in Meerbusen oder tiefere Gelände abfliessen können. Und dass ausserdem ihr Weg recht lang sein kann, wird bewiesen durch ihr Auftreten in Form von salinischen Mineralquellen in Geländen, die eines benachbarten Steinsalzlagers total entbehren. Ich muss bitten, da entschieden auseinander zu halten diejenigen Mutterlaugen, welche über einem in Formation begriffenen Steinsalzflötz sich bilden und während des Absatzes vom Anhydrit über die Barre in den Ocean zurückkehren (ohne da grösseres Unheil anzurichten, als vielleicht die Fische zu vertreiben, wie das am Ostufer des Kaspi beobachtet worden ist) und die Reste von diesen selben Mutterlaugen, die in den Vertiefungen der obersten unebenen Teile des tonhaltigen Anhydrites stehen bleiben, aber erst infolge der Versandung oder Hebung der Küste von der Kommunikation mit dem Meere vollständig abgeschlossen werden.

Den Mengen dieser Reste bürde ich den Massennord der Organismen auf, deren Begräbnis unter mitgekommenen (Salz-)Ton Petroleum zur Folge hat. Sie hinterlassen ja so unverkennbare Spuren, dass sie gewiss nicht zu verleugnen sind.

Jedenfalls sind sie aber älter als ihre Opfer; es kann also keine Rede sein von demselben geologischen Horizont mit Erdöl.

Das allmähliche aber kontinuierliche Absterben von Fischen, die in die Laken des Adschidarja durch den Karabugas geraten und da verenden, kann kein hinreichendes Material für Petroleum liefern; es fehlt da die luftdichte Bedeckung. Die Leichen sinken in den spezifisch schweren Laken nicht unter und werden zu Strandgut.

Strandgut fällt aber den grossen und kleinen Leichenfressern und Strandkehrern zur Beute, und selbst wenn die von diesen verschmähten Kadaver im Sande begraben werden, entsteht kein Petrol; das wird bewiesen durch die Klarheit des Wassers von Strandbrunnen; die zeigen nicht einmal ein schillerndes Häutchen.

Als Fortsetzung der Polemik erscheinen zwei weitere Perioden, nämlich:

„Diesen Voraussetzungen widerspricht jedoch die Beobachtung. Man findet zwar mehrerenorts in der Nähe der Erdöllagerstätten auch Salzlagern, wie zum Beispiel in den Karpathen (Galizien, Bukowina, Rumänien, Bosnien, Texas etc.), doch gehören die Oel- und Salzlagernstätten verschiedenen geologischen Horizonten, ja verschiedenen Formationen an, weshalb sie genetisch nicht aufeinander bezogen werden dürfen.“

Sowohl diese Tatsache, als auch die chemische Zusammensetzung der das Erdöl begleitenden Wasser spricht ganz entschieden gegen die Zulässigkeit der Hypothese Ochsenius.“

Dagegen muss ich feststellen, dass ich nie behauptet habe, dass jedes Salzflötz ein gleichaltes Petroleumlager besitzen müsse, ich habe nur gesagt, dass Mutterlaugenreste, die von einer Steinsalzbildung stammen — andere Bezugsquellen sind bis jetzt noch unbekannt — unter Umständen, wenn sie eine reiche marine Fauna und Flora vergiften und luftdicht begraben, dadurch Erdölbildung veranlassen.

Dass Erdölansammlungen und Steinsalzlager in den verschiedensten Horizonten oder Formationen vorkommen, ist ja selbstredend; damit ist jedoch keineswegs gesagt, dass zwei Vorkommen im selben Horizont auf einander bezogen werden müssen. Verdacht ist noch lange kein Beweis. Das Gift wird in den meisten Fällen älter sein als seine Opfer. Dieser letzte Umstand ist die einzige Voraussetzung, die ich annehme. Der Einwurf Höfer's ist also ganz unberechtigt.

Wenn nun Höfer behauptet, die chemische Zusammensetzung der Erdölbeileitwässer spräche ganz entschieden gegen die Zulässigkeit meiner „Hypothese“, so habe ich im vorhergehenden gerade das Gegenteil aus seinem eigenen Material dargetan. Es sind eben nur Mutterlaugensalze.

Einen brillanteren Beweis zu meinen Gunsten aus der Feder eines Gegners konnte ich mir gar nicht wünschen. Es ist jedenfalls ein weiterer Fortschritt in der Erkenntnis, nachdem mein alter Satz: „Kein Petrol ohne salzige Gesellschaft“, von Höfer endlich akzeptiert worden.

Der Höfer'sche Einwand, dass die verschiedenen Salze in den Petrolwässern nicht in demselben quantitativen Verhältnis zu einander stehen, wie in der ursprünglichen Mutterlauge, die bei gewöhnlicher Temperatur kein Wasser mehr abgibt, ist gar nicht stichhaltig. Nachweislich trennen sich auf dem Wege, den Mutterlaugen zurücklegen, zuweilen Chloride von Sulfaten, Boraten etc. Da ist es wahrlich nicht zu verwundern, wenn später zutretende Gewässer nicht alles angetroffene gleichmässig aufnehmen oder nur eine Partie des zerfallenen Salzgemisches anfassen.

Aber auf eine Gleichmässigkeit der das Petroleum begleitenden Tone hat Zuber (glaube ich) mit grossem Rechte aufmerksam gemacht. Sie erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, dass die Laugenreste, die von der Decke eines Steinsalzflötzes ablaufen, schlammigen, weichen Salzen, der ja in ältesten wie jüngsten Zeiten sich ziemlich gleich geblieben ist, mitnehmen, der den dichten Sargdeckel der vergifteten Fauna und Flora bildete oder wenigstens mitbildet half.

Des weiteren ist hier zu erwähnen, dass Tone auf dem Wege des Adsorptionsprozesses einzelne Salze aus Lösungen verschiedener Salze trennen können; eine Kupferammoniumsulfatsolution wird, wie bereits verzeichnet, zum Beispiel beim Filtrieren durch Kaolin kupferfrei; andererseits muss der Gehalt an Magnesiumsulfat in manchem Steinsalz der Anwesenheit von Ton zugeschrieben werden.

(Näheres hierüber siehe E. Kohler, Zeitschrift für praktische Geologie, H. 2, 1893 und Ochsenius, Nova Acta 1878.)

Dieser einzige Tonfaktor reicht m. E. schon hin, um eine Verschiebung der Verhältniszahlen der einzelnen Komponenten der Mutterlauge zu erklären. Bei meinen Versuchen (1878) stellte sich heraus, dass Chlornatrium anscheinend nichts oder wenigstens nicht viel mit Ton zu tun haben wollte, und daraus resultiert wohl sein Vorwiegen in den Begleitwässern des Petroleums; dessen Tonbetten beschäftigen sich annehmbar mehr mit den anderen Salzen als mit dem Chlornatrium. Ganz dasselbe Verhalten wird ja auch bei den meisten salinischen Mineralquellen beobachtet.

Uebrigens leiten auch die Angaben Höfer's von selbst zu der von ihm hervorgehobenen Präponderanz des Chlornatriums hin.

Wie vorhergehend angeführt, enthalten Mutterlaugen nach Usiglio:

Chlornatrium . .	2.59	Teile oder	30.615	Perzent
Magnesiumsulfat	1.85	„	21.867	„
Chlorkalium . .	0.53	„	6.265	„
Chlormagnesium	3.16	„	37.352	„
Bromnatrium . .	0.33	„	3.901	„

8.46 Teile oder 100.000 Perzent.

Scheidet nun Magnesiumsulfat ganz aus und Chlormagnesium, das bekanntlich alles, sogar die Cellulose korrodiert, ebenfalls, so stellt sich das Exempel folgendermassen:

Chlornatrium	2.59	Teile oder etwa	75.1	Perzent des Salzgemisches
Chlorkalium	0.53	„	15.3	„
Bromnatrium	0.33	„	9.6	„

3.45 Teile oder etwa 100.0 Perzent des Salzgemisches

und zwar ohne Rücksicht auf die Schicksale der Chlornatriumbegleiter auf ihrem Wege zum Begräbnis der Organismen, wobei sie sicher noch Einbusse erleiden.

Hiermit ist wohl die Präponderanz des Chlornatriums in den Petrolwässern als eine natürliche Konsequenz der obwaltenden Verhältnisse so klargelegt, dass sie nicht weiter von Höfer als ein Argument gegen die Existenz von Mutterlaugen in jenen geltend gemacht werden kann.

Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass ein Teil des Chlornatriums in Verbindung mit den Verwesungsprodukten Ammoniak und Kohlensäure zur Bildung von Chlorammonium (Salmiak) und Natriumcarbonat (Soda) verwendet worden ist.

Zu Anfang des Abschnittes III sagt Höfer in seiner Arbeit (wie eingangs berührt):

„Ochsenius, welcher im konsequenten Verfolgen seiner vielartig angewendeten Barrenhypothese . . .“ Dieser Passus gibt mir willkommene Veranlassung zu konstatieren, dass nach meiner Ueberzeugung sich fast sämtliche Erscheinungen in der Sedimentärgeologie erklären lassen durch die stattgehabten Hebungen und Senkungen der Erdrinde — jeder Meeresboden war einmal Festland, und jeder Kontinent einmal Seegrund — im Verein mit den Barrenwirkungen. Vulkanismus und atmosphärische Faktoren werden weniger energisch hier eingegriffen haben. Ohne Katastrophen und Revolutionen haben sich m. E. die Mehrzahl der Aenderungen Schritt für Schritt auf trockenem oder nassem Wege vollzogen. (Erosion, Ab- und Anschwemmung, und so weiter).

Fast allen Chemismus vom Cambrium an aber schreibe ich dem Salinismus zu. Unsere süssen Gewässer beherrschen nur sehr wenig Terrain; mögen ihnen auch die Kohlenflötze zur Last fallen. Schon vor zehn Jahren präzierte ich den 1881 in Saarbrücken über Mutterlaugen gehaltenen Vortrag unter dem Namen „Barrenwirkungen“ in der Zeitschrift für praktische Geologie und führte als solche an:

1. Wechselagerungen von marinen, limnischen und brakischen Schichten bei stabilem Niveau des Ozeans und des Landes. Eine niedrige Barre beschränkt nicht die Herrschaft des Ozeans über die in der Barre liegende Bucht, lässt also marine Sedimente produzieren; eine entsprechend hohe überliefert die Bucht aber den etwa vorhandenen Süsswasserzuflüssen, lässt also fluviatile Schichten entstehen. Die Veränderlichkeit der (wohl meist sandigen) Barre bewirkt einfach also die wechselnde Beschaffenheit der Betten.

2. Bildung von mächtigen Steinsalzlagerstätten.

3. Mutterlaugen als Nebenprodukte von jenen. Aus diesen ergeben sich direkt

4. Salzseen.

5. Natürliche Soolen, salinische Mineralquellen (Säuerlinge, Schwefelquellen, Bitterwasser, und so weiter).

6. Erdöl (indirekt).

Die ganze Höfer'sche Abhandlung über Erdöl findet sich kondensiert in meinem Aufsatz im Heft 5 der Zeitschrift für praktische Geologie 1903, wo S. 197 zu lesen: „In der Tat erscheint kein Erdöl ohne salzige Gesellschaft, und diese begreift nicht bloss das Chlornatrium, sondern auch dessen Gefolge, das heisst eine ganze Reihe von Mutterlaugensalzen und deren Derivaten, die wir im Petroleum selbst oder in dessen Begleitwässern antreffen.“

Chlormagnesium, Chlorkalium, Chlorcalcium finden sich neben dem Hauptfaktor Chlornatrium bei uns in Oelheim; dort erscheinen auch Bor, Brom, Jod und

Lithium; anderwärts sind diese mindestens in den Petroldestillationsrückständen zu finden; auch Alkalicarbonate fehlen nicht; Salmiak ist ebenso nachgewiesen worden, obwohl seine Existenz in der Natur eine ephemere zu sein pflegt; marine Sulfate dagegen mangeln zumeist im deutschen und kaukasischen Steinöl, sie sind in andere Schwefelverbindungen übergeführt worden.“

7. Alkalicarbonate.
8. Kali- und Natronsalpeter.
9. Marine Kalke z. T.
10. Dolomite.
11. Natriumsilicate.
12. Borate.
13. Schwefellager z. T.

14. Erzlagerstätten. Bei der Beschreibung von solchen liest man jetzt häufig den Ausdruck: Metallaugen.

#### 15. Gesteinsumwandlungen.

Zu letzteren will ich nur bemerken, dass F. Hornung, ein ausgezeichnete Harzkenner, kürzlich den Anspruch getan hat, die Metamorphose vieler Harzgesteine sei nichts als Laugenarbeit. Auch die Entstehung von nichtpolarischen Wüsten gehört hierher.

Zu Barrenwirkungen im fließenden Süßwasser ist der Aufbau unserer Kohlenflöze zu zählen. Nur sehr wenige von diesen sind aus Torf hervorgegangen. Höfer meint also ganz richtig, dass ich meine Barrenwirkungen (oder „Hypothese“ wie er sie nennt) viertelartig anwende. Das ist mein aus Ueberzeugungstreue hervorgehendes gutes Recht. Ich bin sicher, dass sich meine Barrenwirkungen mit der Zeit Bahn brechen werden.

Wenn nun aber weiter Höfer sagt:

„Bei dieser Gelegenheit will ich auch einen anderen Irrtum von Ochsenius berichtigen, den er in die Literatur dadurch einführen wollte, dass er H. G. Bronn als einen Vertreter des animalischen Ursprunges des Erdöles nennt. Im Gegenteile leitete dieser hervorragende Gelehrte Bergtheer, Asphalt und Steinöl von Pflanzen, beziehungsweise Steinkohlen ab und lässt es sogar eine Frage sein, ob der Erölgehalt der an Fischen und Reptilien reichen Schiefer den animalischen Wesen zu verdanken ist. Siehe Handbuch der Geschichte der Natur, II. Band, S. 569 und 654, 1843.“

So muss ich diesen Vorwurf entschieden zurückweisen.

In H. G. Bronn's Geschichte der Natur, Band II, S. 646, steht: „Es ist bekannt, dass manche beerdigte Leichen, deren Fett durch Einwirkung von Alkalien und einigen Metalloxyden in Talgsäure (früher Adipocire) verwandelt (saponifiziert) worden ist, eine weit grössere Dauer erlangen.“

Hierauf bezog sich mein Hinweis im Jahre 1896, wo in Nummer 25 der „Berg- und hüttenmännischen Zeitung“ zu lesen ist: „Die Frage über Herkunft und Entstehungsart des Steinöls aus vorwiegend animalischen Wesen ist endlich entschieden. Lange genug hat es allerdings gedauert. R. Murchison deutete die erstere bereits im Jahre 1830 an (Jahrb. Min. 1830, S. 125), und die Mitwirkung von Alkalien bei der Verwandlung der Fette in tierischen Leichen in Adipocire wurde von H. Bronn (Geschichte der Natur II, S. 646) erwähnt.“

Die offenbar recht unpassende Unterstellung Höfer's, ich hätte Irrtümer in die Literatur einführen wollen, fällt also in nichts zusammen. Ich habe richtig zitiert und gebe dabei gern der Wahrheit die Ehre, dass ich nicht der erste gewesen, der die Herkunft des Petroleums aus vorzugsweise tierischen Organismen andeutete oder vermutete. Will Höfer nur Bronn's An-

sicht auf S. 569 und 654, welche ja auch noch in den sechziger Jahren die vieler nordamerikanischer Geologen war, berücksichtigen, so ist das eben seine Sache. Ich habe Bronn gar nicht als Vertreter meiner Ansicht hingestellt, sondern nur eine von ihm erwähnte Tatsache angeführt. Nachdem Engler gearbeitet hat, kommt es überhaupt nicht mehr darauf an, welche Meinungen über Petrol früher kundgegeben worden sind.

Das Ende des Abschnittes III widmet Höfer dem grossen Absterben von Wassertieren. Ueber kolossale Fischfluten an den Küsten und enorme Leichenmassen von Fischen auf offener See sowohl wie an Flussufern habe ich in meinem Buche: Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen (Stuttgart 1887) auf S. 155 ff und 166 und späteren Publikationen reichliches Material verzeichnet. Ich führe von dort erwähnten Seefischfluten nur die Jahreszahlen an. 1528, 1676, 1844, 52, 54, 66, 68, 77, 78, 79, 80, 81, 82. Ich selbst habe mehrtägige Fischfluten von Caranx trachurus in den sechziger Jahren in Südchile einige Male erlebt. Sie verpesteten die Uferregionen aber nicht allzulange. Grosse und kleine Leichenfresser räumen bald damit auf.

Als Beispiel von küstenfernen Kadavermassen im Jahre 1882 ist das Resultat der Lopholatilus-Expedition der Vereinigten Staaten zu zitieren. In der Breite der Chesapeakebai war der Atlantic über 200 Kilometer weit nur ein ungeheures Leichenfeld des Tilefisches (Lopholatilus chamaeleonticeps) mit einem Einzelgewicht bis zu 20 Kilogramm. F. W. Collins berechnete an 5000 bis 7500 Quadratmiles für das Leichenfeld. 1898 wurde ein eingehender Bericht darüber und über das spätere Verschwinden dieses Tilefisches erstattet.

E. Hartert erwähnt von Fischmassen schäumendes Meer in der Nähe der Capverden. (Wanderjahre eines Naturforschers, S. 4.)

Süßwasserfische an Rinnsalufeln liefern zuweilen enormes Kadavermaterial. Darüber schrieb man 1897, dass am Ob und Irtisch der Leichensaum 2500 Kilometer lang war und 5 Meter starke Schichten in vielen an 100 Meter im Durchmesser zeigenden Uferandgruben angehäuft hatte

Ueber die verschiedenen Ursachen von plötzlichem Absterben der Fische, Krebse, Schildkröten und anderer Wassertiere sind auf S. 166 unter 7 Nummern zahlreiche Bemerkungen in meinem Buche (Natronsalpeter) verzeichnet und Nachträge notiert.

Nach einem argen Gewittersturm Ende Mai 1891 schwammen tote Fische massenhaft in den Gewässern der Umgebung von Berlin.

Da auch die Fische des Kupferschiefers am Schlusse dieses Abschnittes III berührt werden, will ich nur mitteilen, dass neuerdings eine Ansicht ausgesprochen worden ist, nach welcher verschiedene Laugentümpel mit Metallsolutionen vorhanden waren und diese von einbrechendem Meerwasser mit Fischen überflutet wurden.\*) F. Hornung begründet das näher.

Abschnitt IV gipfelt in der Behauptung, dass Chlorbarium zweifelsohne ein vortreffliches Schurfmittel nach Erdöl ist, weil es leicht die Sulfatfreiheit des Bodens, die durch Petrol bewirkt wird, nachweist.

\*) Höfer erzählt am Ende des Abschnittes III auch von Vitriolwassern, die bei Elbogen in Böhmen einmal tausende von Fischen töteten.

Das passiert heutzutage noch zuweilen, seltener dagegen dienen vitriolische Wasser zur Konservierung von Leichen.

Hierauf bezieht sich folgende Notiz, die der Auffrischung wert erscheint.

**Der Bergmann von Falun.** Von Dichtern oft bearbeitet worden ist die Sage, dass ein Bergmann, der kurz vor seiner Hochzeit jugendkräftig zu seinem Tagewerk in den Schacht hinabstieg, dort tödlich verunglückte und nach sechzig Jahren so gut erhalten wieder an das Tageslicht gebracht wurde, dass er einem

Leider sind nun nicht alle Begleitflüssigkeiten des Erdöls sulfatfrei. Ich zitiere hier zu den betreffenden Höferschen Angaben noch eine (glaub ich von Bremen stammende) Notiz aus meinem Aufsätze in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung Nr. 25, 1896. Es heisst da: „In einer über einen Zentimeter starken Salzkruste, die sich im Laufe eines längeren Zeitraumes kürzlich an den Heizröhren von Kesseln angesetzt hat, in welchen täglich 600—700 Zentner Rohöl von ihrem Gehalt an Rohbenzin befreit wurden, fanden sich NaCl vorwiegend, Mg SO<sub>4</sub> reichlich, KCl nicht wenig, Ca SO<sub>4</sub> spärlichst“. Also Chloride und Sulfate von Mutterlaugensalzen!

Lebenden gleich und von seiner ehemaligen Braut, die inzwischen zur achtpfährigen Greisin geworden, wiedererkannt wurde. Der Vorgang hat sich nach einer im sächsischen Erzgebirge erhalten gebliebenen Ueberlieferung bei dem Erzgebirgsstädtchen Ehrenfriedersdorf zugetragen und ist in einer älteren Sammlung dichterischer be- handelter sächsischer Volkssagen unter dem Namen „Die lange Schicht von Ehrenfriedersdorf“ weiteren Kreisen bekannt geworden. Gleichwohl verlegen die deutschen Dichter, die den Stoff be- handelten (wie es erst jüngst wieder geschehen), das Ereignis nach Falun in Schweden, und auch in der beliebten Oper Franz v. Hol- steins „Der Heideschacht“ verunglückt der junge Bergmann in einem Kupferbergwerk bei Falun — warum? Hat man den Schauplatz aus Vorliebe für das Fremde mit dichterischer Freiheit nach dem Ausland verlegt? Der Grund ist ein anderer: es hat sich nunmehr feststellen lassen, dass die merkwürdige Begebenheit sich in der Tat zweimal zugetragen hat. Bei Ehrenfriedersdorf erfolgte die Auffindung des erhalten gebliebenen Leichnams am 20. September 1568, sechzig Jahre nach der Verschüttung im Schachte, bei Falun am 28. Fe- bruar 1720, ungefähr fünfzig Jahre nach dem Unglück. In den Akten des beteiligten sächsischen Bergamtes findet sich folgender Eintrag: „Kund und zu wissen sei, dass nachverzeichnete Akten, mit Namen Thomas Kandler, Andreas Reiter der ältere zu Ehren- friedersdorf und Simon Löser zu Drebach vor mir, Valentin Feigen, Bergmeister und Thomas Langern, Geschwornen im Bergamt, aus- gesagt, dass ihnen wohlwissend und in gutem Gedächtnis sei, dass einer mit Namen Oswald Barthel, Bergmann, welcher allhier zu Ehrenfriedersdorf unten im Flecken in einem kleinen Häuslein ge- wohnt, das dieser Zeit Hans Rössler innen ist, im Jahre 1508 am Tage Katharinae, den 25. November, im Sauberge verfallen, also dass ihm kein Mensch zu Rettung hat kommen können. Derselbe Oswald Barthel ist heute, Montags, den 20. September, im 1568 Jahre aus Brünlers Fundgrube im Sauberge, da man dieselbe ab- gewältigt, ungefähr in der 7. Lachter unter dem tiefen Sauberg- stollen wiedergefunden worden. Ist also 60 Jahr 9 Wochen und 3 Tage im Sauberge unter Berg und Wasser gelegen. Darauf ist er den 26. September 1568 christlicher Weise auf der Gewerken des Sauberg-Stollens Unkosten zur Erde bestätigt worden, mit einer schönen Leichenpredigt, die der achtbare, ehrwürdige und wohl- gelahlte Herr Mag. Georg Raute, derzeit unser Pfarrherr allhier, getan und im Anfange der Predigt uns dieses zu Gemüte geführt, dass gross zu verwundern, dass er einem eine Leichenpredigt tun sollte, welcher 35 Jahre eher als er, der Pfarrherr, geboren, gestorben wäre. Es ist aber gemeldeter Oswald Barthel selig, da im Gewaltigen ge- räumt worden, erslich ganz gefunden worden, also dass nichts an ihm gemangelt.“ — Es folgt dann eine längere Beschreibung des Leichnams und seiner durchwegs wohlerhaltenen Kleidung, „und man wohl vermeint, ihn ganz aus dem Sauberge zu bringen; da er aber angegriffen (wurde), ist er mitten entzwei gebrochen und also in zwei Stücken herausgebracht worden. Des zum Zeugnis, dass es eigentlich und gewiss geschehen, ist zur Beglaubigung alsobald ins Bergbuch einverleibt und mässiglich, der es begehret, zur Nachricht eingeschrieben worden.“ Ein Abdruck der Leichenrede des Pfarrers wird noch heute im Pfarrarchive zu Ehrenfriedersdorf aufbewahrt, findet sich aber auch in der Zwickauer Ratsbibliothek. Den Nachweis nun, dass ein ganz ähnlicher Fall bei Falun vorgekommen ist, hat jüngst ein Herr Karl Sahlin zu Laxa in Schweden, Disponent einer dortigen Bergwerksgesellschaft, in der naturwissenschaftlichen Zeit- schrift „Neithus“ geführt. Er verweist auf die wissenschaftliche Zeitschrift Acta literaria Sueciae von 1721 und 1722, wo Adam Leyel seinen genauen Bericht über den vor zwei Jahren in einem Kupferbergwerk gefundenen menschlichen Leichnam (Narratio accu- rata de cadavere humano in fodina cuprimontana ante duos annos reperito) veröffentlicht hat. Zugleich gibt er ein Schriftstück bekannt, das in dem Faluner Grubenarchiv aufbewahrt wird und in der Ueber- setzung lautet: „Ein kurzer Bericht über diesen wiedergefundenen Mann im Marderfellschacht, welcher dort 48 Jahre in der Grube gelegen hat, als er hervorkam ans Tageslicht: Anno 1720 den 28. Februar, und noch zu sehen ist und man sich darüber wundern kann, dass er so lange unter der Erde gelegen hat; jedoch hatte er gleichwohl seine Gestalt mit Kleidern samt Hut und Haar, aber doch vom Grubenwasser sehr scharf und schwarz, als er wiedererkannt wurde von einigen, welche ihn Gross-Mas Bus-bas genannt hatten, und steht noch bis zum heutigen Tage in Brakstugan hier bei der Grube in einer Tonne; was auf Verlangen hiermit attestiert wird.

Ueber den Wert des Chlorbariums für die Praxis des Auffindens von Petroleum in der Tiefe hat sich der Naphtha-Ingenieur Claudius Angermann in Nr. 5 des Organs der Bohrtechniker Seite 5, 1903, geäußert. Mir kam es so vor, als ob er gesagt hätte: „Die Wünschelrute Chlorbarium nützt uns Naphthaleuten nichts.“ Ich glaube aber auch, dass es sulfatfreie (z. B. ka'kige) Gelände ohne Erdöl im Unter- grunde gibt.

Schliessen wir das Erdölkapitel mit der Repro- duktion meiner schon vor Jahren aufgestellten Thesen.

1. Ich habe zuerst die Behauptung aufgestellt: Erdöl bildet sich aus massigen Anhäufungen von Or- ganismen, und zwar vorzugsweise Seetieren, die unter einer luftdichten Schlammdecke begraben, den Ein- wirkungen von Mutterlaugensalzen anheimfallen.

2. Engler hat aus erstgenanntem Material, be- ziehungsweise Thran ohne Salz, Bitumen, ähnlich oder gleich demjenigen, welches in gewissen Schiefen vor- kommt, destilliert, aber Erdöl war das Druckdestillat nicht.

3. Fr. Heusler hat aus dem Englerschen Produkt vermittelt Aluminiumchlorid synthetisches Erdöl her- gestellt und damit bewiesen, dass Mutterlaugensalze, beziehungsweise des aus ihnen hervorgehende Alu- miniumchlorid notwendig zur Bildung von Erdöl sind, während andere Chloride versagen.

4. Damit werden alle anderen aufgestellten Er- klärungen und Theorien über diesen Gegenstand hin- fällig, insbesondere die von H. Höer, der von Beginn an einen Zusammenhang zwischen salinischen Sub- stanzen und Erdölbildung konsequent geleugnet hat. (Zeitschr. f. pr. Geol. 1896, S. 220.)\*

Grufvan, 20. Dezember 1725. E. Sundström.“ — Nach späteren Schriften soll der „versteinerte Grubenarbeiter“, wie er in Schweden gewöhnlich genannt wird, mit seinem wirklichen Namen Matts Israelsson geheissen haben, tatsächlich 30 Jahre lang aufbewahrt und erst 1749 auf Kosten einer Bergbaugesellschaft bestattet worden sein. Ein so spätes Begräbnis und die Aufbewahrung einer Tonne deutet allerdings nicht darauf hin, dass des Bergmanns unverheiratet gebliebene Braut, wie die sächsische Sage von Oswald Barthel er- zählt und die Dichter besonders zu verwerthen gewusst haben, von dem wunderbaren Wiedersehen tief ergriffen gewesen ist; sie würde mindestens, und schon um ihren religiösen Pflichten zu genügen, ein ehrliches Begräbnis zweifellos durchgesetzt haben. In dieser Hin- sicht scheint die sächsische Ueberlieferung glaubwürdiger zu sein. Die lange Erhaltung eines menschlichen Leichnams in einem Schachte ist übrigens an sich nichts Wunderbares; es gehört dazu nur mit Vitriol gesättigtes Wasser, wie es sich infolge von Zersetzung der Kupfer-, Schwefel- und Arsenkiese in manchen Gruben ansammelt.

\*) Ich vermute, dass die Coaloil-Ansicht der nordamerikanischen Geologen seinerzeit Anlass gegeben hat zu einer verfehlten Fabriks- anlage in Südchile.

Zu Beginn der 60 er Jahre kauften Philadelphia-Unternehmer an 50.000 Tonnen Kohlenklein von den Halden des Cousinoschen Werkes in Coronel, welches ich damals dirigierte. In grossartiger Retortenanlage produzierten sie Leuchtöl und Paraffin aus dem ter- tiären, bituminösen Material, konnten aber nicht gegen das massig aus den Vereinigten Staaten importierte Petroleum dauernd aufkommen. Die von Bronn 1848 vermutete Abstammung des Erdöles von Kohlen ist jedoch schon 1838 von K. C. v. Leonhard, Professor der Geo- logie in Heidelberg, angezweifelt worden. Derselbe schrieb in B. II seiner populären Geologie, S. 378 ff.: „Längst hatte man vermutet, das Erdöl zugleich mit Steinkohlen gebildet worden, dass es wie diese ein Erzeugnis der Zersetzung pflanzlicher Stoffe sei. Lässt sich jedoch eine solche Vermutung auf die gesamte grosse Bitu- menmenge verwenden, die in flüssiger und fester Form auf der Aussenfläche unseres Planeten und in seiner Rinde gefunden wird? Ist alles Erdöl durch unterirdische Hitze infolge feuriger Zersetzung aus Steinkohlen vermittelt einer Art Destillation-prozess entstanden? Stammen die aus Erdtiefen empordringenden Bitumenquellen sämtlich von Steinkohlenniederlagen ab? — Gegen solche Annahmen erheben sich manche Bedenkenlichkeiten. Einmal spricht der Umstand dawider, dass Erdölquellen aus Gesteinsformationen an den Tag treten, unter- halb davon an ein Vorhandensein von Kohlengebilden nicht wohl zu glauben ist. . . . Was endlich besonders merkwürdig ist, dass Erdpech so oft in Spalten, auf Gangräumen getroffen wird und verschiedene Erzformationen begleitet. Man sieht es hier in Quarzdrusen, begleitet von Kalk- und Gipspatkristallen; ja es finden sich Asphaltkugeln ganz umschlossen von Bergkristallen.

Danach darf man wohl nicht alles Erdöl und Erdpech von Steinkohle ableiten, vielmehr führt das häufige Vorhandensein der

Diesen Zusammenhang gestent zwar Höfer jetzt ein, bestreitet aber, dass die salinischen Begleitsubstanzen des Erdöls Mutterlaugensalze sind, obgleich sich aus den von ihm selbst zusammengestellten Analysen ohne Zuhilfenahme von anderen leicht der Beweis führen liess, dass sämtliche und nur die typischen Mutterlaugensalze, beziehungsweise deren Derivate in den Begleitwässern des Erdöls (abgesehen von erdigen Bestandteilen) vertreten sind. Der Wechsel des quantitativen Verhältnisses der einzelnen Salze ist eine Folge der Arbeit der Mutterlaugen mit angetroffenen nicht salinischen Substanzen.\*)

Was nun das Kapitel V „Zur Bildung der Erzlagerstätten“ als Anhang zum Erdöl betrifft, so lässt sich das kurz behandeln, weil ersteres nichts neues bringt.

Es kann (nach Heusler) kein Zweifel darüber bestehen, dass der Ursprung aller metallischer Bestandteile unserer Erzvorkommen aus Eruptivgesteinen stammt und dass die Erze in Sedimentgesteinen in sekundärer Form abgesetzt sind, sei es lagerartig oder in Gängen; denn die ersten Sedimentgesteine sind das Produkt zerstörter Eruptivmassen.

Wir wissen, dass die älteren Eruptivgesteine Granit, Gneis etc. einen geringeren Gehalt an schweren Metallen haben, als die jüngeren zum Beispiel, wie Basalt etc., und dieser Umstand in Verbindung mit dem ermittelten spezifischen Gewicht des Erdballes zwingt zu der Annahme, dass die tieferen Schichten einen erheblich höheren Gehalt an Schwermetallen besitzen.

Stübel spricht die Ueberzeugung aus, dass hauptsächlich die enormen vulkanischen Massen, welche die krystallinischen Gesteine der ersten Erdrinde wie ein Parzer umhüllen, das Material für die sedimentären Schichten geliefert haben.

In noch weit höherem Grade dürften die viel leichter zersetzbaren vulkanischen Aschen hierzu beigetragen haben, deren Menge eine ganz enorme gewesen sein muss. (So liegen nach E. Suess 4—500 Meter Asche und Tuff unter der Stadt Neapel.)

Dass bei der Bildung von Erzlagerstätten in Sedimentgesteinen vom Cambrium aufwärts auf die Wirkung von organischen Materien beziehungsweise Kohlenwasserstoffen hingewiesen wird, steht heutzutage fast in jeder Beschreibung, welche die Genesis des Erzes berührt.\*\*)

Ob die Kohlenwasserstoffe nun gerade Erdöl ursprünglich gewesen sind, weiss ich nicht, obgleich mir Quarzkrystalle mit Petroleum als Einschluss nicht unbekannt sind.

Erdölquellen mit Entwicklungen von Kohlenwasserstoffgas darauf, dass gar manche Quellen unserer Substanz durch Zusammentritt von Gasen entstehen können, welche aus grossen Tiefen empordringen und sich in den oberen kälteren Schichten verdichten . . . . . Zum Schlusse noch die Bemerkung, dass in nicht wenigen Gegenden Erdölquellen mit Salzseen und mit Steinsalzflötzen im Verbande stehen.“

Die Kombination Erdöl-Salz ist also schon eine sehr alte, und es ist eigentlich zu verwundern, dass sie erst jetzt von Höfer anerkannt wird.

\*) Mir würden die Daten (nicht Ansichten) in der fleissigen Arbeit Höfers als kostbares Material für den durchschlagenden Beweis der Richtigkeit meiner Erklärung der Erdölbildung dienen, wenn diese Erklärung nicht schon längst formuliert, diskutiert und bestätigt wäre.

\*\*) Ich zitiere nur aus gerade vorliegendem Hefte 3, 1903 der Zeitschr. für prakt. Geologie: Goodchild, die schottischen Kupfererze: Gediagen Kupfer (wohl von organischen Stoffen reduziert); Maclaren, Wirkung organischer Stoffe auf die Ablagerung von Gold in Gängen. Die Sache ist schon etwas ältlich. Clement erwähnt Kupfer auf alter Grubenzimmerung bereits 1824 von Chessy, G. Bischof ähnliches 1825 und so fort. (l. c. 1901, Heft 10). G. Bischof überhaupt brachte 1863 in seinem Lehrbuch viel über die Wirkungen von Kohlenstoff und Kohlenwasserstoff, der als kräftiges Reduktionsmittel wirkt; Sulfate der Alkalien und alkalischen Erden werden durch kohlenhaltige Substanzen auf nassem Wege zu Sulfureten reduziert. (I, S. 52). Siehe auch Roth, Chem. Geol., I. 596 ff.

Alle unsere natürlichen Soolen sind bituminös; die früheren salinischen Lösungen, welche die Erzlagerstätten machen halfen, werden auch so gewesen sein; das heisst aber nur vom Cambrium an. Nur da erst gabs Organismen, und deshalb ist die Wirkung von organischen Stoffen bei der Formation von Erzen, Gesteinen, Salzen etc. durchaus kein Wunder.

Anders jedoch bei dem Auftreten von Kohlenwasserstoffen im weiteren Sinne, das heisst von Verbindungen aus der Reihe: „reiner Kohlenstoff, Graphit, Anthracit . . . . . purer Wasserstoff“ in den Erzlagerstätten, die dem azoischen Zeitalter angehören.

Höfer bringt eine ausführliche Reihe von Fällen an, wo Organolithe im Verein mit Erzen auftreten, unterscheidet aber dabei nicht die aus der azoischen Aera von denen der späteren Perioden. Ich könnte jene Fälle aus den archaischen Gebieten, abgesehen von den Graphitschiefern, noch vermehren. Bei Nullaberg in Wermland zum Beispiel liegen an 30 Meter mächtige Gneise und Glimmerschiefer, die in ihrer ganzen Ausdehnung nach von schwarzen, bituminösen Substanzen durchdrungen sind.

Auf die Frage, woher kommen nun die Kohlenwasserstoffe oder Bitumina, mit denen auch prä-cambrische Graphite; Anthracite, wo sie offenbar anorganische Ursprungs sind, hervorgehen konnten?

Auf diese Frage lässt sich Höfer nicht ein.

Ich habe sie wahrscheinlich richtig beantwortet im Mai 1898 in der Zeitschr. f. prakt. Geologie unter dem Titel: „Methan, Bitumen, Asphalt, Anthracit, Graphit, Diamant.“ Damals führte ich aus:

„Wir dürfen somit behaupten, dass Eisencarbid in Verbindung mit salinischen Lösungen und Kohlensäure zu azoischer Zeit wahrscheinlich Veranlassung gegeben hat zur Entstehung von Graphit, Anthracit und bitumenartigen Verbindungen in den krystallinischen Schiefen, beziehungsweise azoischen Gesteinen.“

Die bitumenartigen Verbindungen werden jedoch seit dem Erscheinen des pflanzlichen und tierischen Lebens wohl im allgemeinen leichter auf Organismen zurückgeführt, nachdem die Chemie der höheren Temperaturen ihre Herrschaft abgegeben.“

Das ist m. E. ungefähr der Standpunkt des bewährten Chemikers Mendelejeff, der allerdings auch das postarchaische Bitumen so entstehen lassen wollte, welche Ansicht ich nicht teile.

Aber Salz, Salz gehört fast überall mit dazu.

Das Salz, das Chloratrium wurde aus der Atmosphäre bei dem Sinken der Temperatur unter 776° niedergeschlagen. Später bei weniger als 100° nahm das flüssig sich anfindende Wasser es mit alle den anderen löslichen Substanzen, die nicht gasförmig blieben, auf.

Der Ozean war also der erste Empfänger der Secsalze. Im Präcambrium müssen schon konzentrierte Salzlösungen sich hie und da gebildet und gewirkt haben; denn in den archaischen und azoischen Gesteinen gibt es bereits an einzelnen Lokalitäten kohlige Substanzen und Kohlenwasserstoffe, und die konnten, beziehungsweise mussten entstehen durch Einwirkung von Mutterlaugensalzen auf Carbide, namentlich Eisencarbide. Anorganische marine Kalke gingen damals hervor aus Natriumcarbonat und Kalksilicat.

Schwerlich ist das damalige Seewasser salziger gewesen als das cambrische und heutige, das ergibt sich aus der Natur der erhaltenen cambrischen und späteren Tierreste. Konzentrierte Laken können sich also nur in partiell abgeschnürten Buchten gebildet haben; überhaupt ist ja jeder Teil der Oberfläche unserer Erde abwechselnd Festland und Meeresboden gewesen.

Ich hege die feste Ueberzeugung, dass das topographische Element „Barre“ neben Hebungen und Senkungen der Erdrinde mindestens vom Cambrium an eine eminente Rolle in der Geologie gespielt hat. Es liess mehr als Lager von Salz und Gyps entstehen.

Der Salinismus, die langsam aber sicher wirkende Arbeit der Salze, erklärt ohne Zuhilfenahme von Katastrophen — das bischen Vulkanismus beiseite gelassen — nicht nur alles das, was ich schon vor zehn Jahren als Barrenwirkungen bezeichnet habe (Barren im Süsswasser halfen unsere Kohlenlager machen), sondern auch die fossilen Wüsten.

Jedoch muss ich die ausführliche Beweisführung der meisten zahlreichen Kapitel über dieses Thema leider von nun an jüngeren Kräften überlassen. Solche finden sich allmählich spontan zur Arbeit ein. In Beschreibungen von Erzlagertstätten findet sich nicht selten der Ausdruck: Metallaugen; mein Satz: „Kein Petroleum ohne salzige Gesellschaft“ stellt sich auf immer breitere Basis; die Metamorphose von Harzgesteinen wurde kürzlich durch Hornung auch auf die Wirkung von konzentrierten Salzlösungen zurückgeführt.

Rekapitulieren wir:

1. Der k. k. Hofrat Herr Professor Dr. H. Höfer gesteht jetzt die früher von ihm energisch bestrittene Richtigkeit meiner Behauptung, dass die Begleitwasser unseres Erdöles salinisch sind, unumwunden zu.

2. Er bestreitet zwar noch die Qualität der salinischen Begleiter als Mutterlaugensalze, liefert aber in seiner Analysenzusammenstellung die besten Beweise für meine und gegen seine Ansicht, ohne zu äussern, wofür er die Salzgemische eigentlich hält.

3. Der unbegründete Vorwurf, ich hätte einen Irrtum in die Literatur einführen wollen, ist gründlich mit Anführung der betreffenden Angabe widerlegt worden.

4. Das Auftreten von Organolithen in den Erzlagertstätten der postarchaischen Sedimentgesteine ist längst vor Höfer behandelt worden.

5. Wenn Höfer scheinbar zustimmend sagt:

„Und gelegentlich einer übersichtlichen Besprechung der im Gneise Skandinaviens eingeschlossenen Erzstöcke bemerkt A. Daubrée in einer Fussnote: „In allen diesen Lagerstätten, wo man Anthracit und Graphit gefunden, zeigten sich diese Substanzen von Bitumen begleitet; der Umstand lässt glauben, dass alle drei organischer Abkunft sind“, so muss ich ihn auf meinen vorhin zitierten Aufsatz: Methan, Bitumen, . . . . . verweisen. Da wird die Bildung anorganischer Kohlenwasserstoffe, auf welche er nicht einmal hindeutet, obschon ein Mundelejeff sie geistreich behandelt hat, besprochen.

6. Die Behandlungsform der Meinungsverschiedenheiten lässt von jeher bei Herrn Professor Dr. Höfer sehr viel zu wünschen übrig. Wir stehen ja beide auf dem Boden der Erforschung der Wahrheit, das hätte von vornherein zur Vermeidung von Bitterkeit genügen sollen.

Gleichzeitig befinden wir uns beide in dem Banne der vier Begriffe: „Sammeln, Bestimmen, Ordnen, Begreifen“ in der Geologie, die ich für die schönste Wissenschaft halte. Von meinem 16. Lebensjahre an hat sie mir viele und hohe Genüsse bereitet, besonders in der Praxis.

\* \* \*

### Nachschrift.

In Nr. 19 dieser unserer „Chemiker- und Techniker-Zeitung“ vom 1. Oktober treffe ich auf Seite 11 eine interessante Petroleumnotiz. Nach ihr hat der Bergingenieur Winda bei Jekaterinodar am Kuban im nördlichen Kaukasus eine Reihe reicher Erdölquellen aufgefunden, die aus sandigen Tönen fliessen. In diesen kommen massenhafte Muschel- und Fischreste, hie und da mit verkohlten Pflanzenfragmenten, vor. Das würde im Falle der Bestätigung eine gute Beweisquelle für meine Anschauung über die Genesis des Erdöles werden, falls sich dieses noch auf primärer Lagerstätte erhalten hat. Besondere Wichtigkeit ist dann den Pflanzen beizulegen. Sind es eingespülte, von der Küste mit herabgebrachte Trümmer von Strandgewächsen oder sind es Meerespflanzen, etwa Algen, Tange und so weiter? Kenntliche, bestimmbare Stücke würden da erwünschten Aufschluss geben. Schwerlich werden sich die russischen Geologen die nähere Untersuchung der hochinteressanten, vielleicht äusserst charakteristischen Fundstätte, die anscheinend mehr bietet als die elsässische mit spärlichen organischen Resten, entgehen lassen.

Dr. Karl Ochsenius.

