

Zeitschrift: Mitteilungen der Ostschweizerischen Geographisch-Commerciellen Gesellschaft in St. Gallen
Herausgeber: Ostschweizerische Geographisch-Commercielle Gesellschaft
Band: - (1902)
Heft: 2

Artikel: Über das Vorkommen und die Entstehung des Erdöls
Autor: Werder, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1092439>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Kriegsflottenbestand 1897/98.

Fahrzeuge	Tonnen- gehalt	Indizierte Pferdekräfte	Geschütze	Lanzier- rohre
2 Turmschiffe „Riachuelo“ und „24 de Mais“ (1883/85)	10,650	13,500	50	10
2 Turmschiffe 1897 „Deodoro M.“ und „Floriano P.“	7,324	6,800	36	—
6 Kreuzer I. Klasse (Almirante Ta- mandaré, Amazonas, Andrado, Benjamin Constant, Quinze No- vembro, Ersatz Barroso, 1890 bis 1896)	18,585	32,200	122	27
3 Kreuzer II. Klasse	2,390	3,430	22	—
1 Küstenverteidiger (Bahia 1865)	1,000	1,640	4	—
3 Flussmonitore	1,020	540	5	—
3 Torpedokreuzer 1896 „Caramurú“ „Timbirá-Tupy“	3,090	18,000	36	9
4 Torpedokanonenboote 1877—93	9,318	10,400	47	6
1 Kanonenboot	800	1,200	11	2
15 Torpedoboote I. Klasse	1,390	18,650	29	39
7 „ II. „	?	?	?	?
6 „ III. „	?	?	?	?
16 Holzschiffe (für Flusschiffahrt)	?	?	?	?
69 Fahrzeuge	55,567	106,360	362	93

Ueber das Vorkommen und die Entstehung des Erdöls.

Von Dr. J. Werder.

Wer heute, in der Aera des elektrischen Lichtes, der durch Auer in so geniale Bahnen geleiteten Gasbeleuchtung, in der Entwicklungsperiode des Calciumcarbids und Acetylens vom Petrol noch als von einem modernen Beleuchtungsmittel spricht, begegnet in gewissen Kreisen einem mitleidigen Lächeln. Denkt man doch, wenn man nur von Petrol reden hört, an die mannigfachen Nachteile und Unannehmlichkeiten dieser Lichtquelle, an die umständliche Bedienung der Lampen, an den unangenehmen Geruch der Petrolflammen, an rauchende Dochte und schwarze, verrusste Dielen! Und doch wird

das Petrol seine Rolle als vielgebrauchtes Beleuchtungsmittel noch lange nicht ausgespielt haben, auch wenn seine Konkurrenten einen noch grösseren Grad der Vervollkommnung erreicht haben werden. Dass dies heute noch in vollem Masse zutrifft, dafür bürgen seine ansehnlichen Verbrauchsziffern. Konsumierte doch Deutschland allein in den letzten Jahren durchschnittlich ca. 630 Millionen Liter Petrol, von diesen allerdings einen nicht näher zu bestimmenden Prozentsatz zu Kraftzwecken. Auch der Konsum der Nebenprodukte des Leuchtpetrols, der Petrolessenzen (Benzine, Gasolin etc.) und der Mineralschmieröle hat ständig eher eine Zu- als eine Abnahme zu verzeichnen.

Die Einführung des Petrols als Beleuchtungsmittel bedeutete geradezu eine neue Aera in der Beleuchtungstechnik, soweit man von einer solchen damals überhaupt sprechen konnte. Das relativ häufige und an den meisten Fundorten quantitativ ganz erhebliche Vorkommen sicherten ihm schon früh alle Beachtung. Herodot erwähnt das Erdöl der Insel Zante als Mittel zum Einbalsamieren von Leichen, Plutarch berichtet über den brennenden Erdölsee bei Ekbatana und Plinius und Dioscorides schreiben, dass das Petrol von Agrigent in Sizilien von den Einwohnern zur Beleuchtung benutzt werde. In Amerika sind Petrolvorkommnisse schon vor mehr als 500 Jahren ausgebeutet worden. Auf einer Karte von 1670 ist in der Nähe des jetzigen Ortes Cuba die Bemerkung *Fontaine de bitume* eingezeichnet und auf einer Karte von 1755 ist an der Mündung des jetzigen Oil Creek in den Alleghanyfluss das Wort *Petroleum* eingeschrieben.

Nordamerika nimmt denn unter den heute Erdöl produzierenden Gebieten vorläufig noch weitaus den ersten Rang ein.

1859 eröffnete Drake in 22 m Tiefe die erste erdölführende Kluft, die ihm täglich 30 Hektoliter Oel im Werte von ca. 28,000 Fr. lieferte. Da brach ein eigentliches Oelfieber los, das sich täglich steigerte, als Funke 1861 in Pennsylvanien den ersten überfliessenden Brunnen erhielt, der ihm täglich 477 hl Oel spendete. Den Höhepunkt dieser merkwürdigen Campagne bedeutete die Eröffnung des Philipp Wells-Brunnens, der täglich 4770 hl Erdöl gab. Tausende strömten herbei, zahllose Bohrlöcher wurden durch Menschenhand und Dampfkraft niedergetrieben, in unbeschreiblich kurzer Zeit entstanden ganze Städte, ungeheure Reichtümer wurden in kürzester Zeit erworben — aber auch verloren, als nämlich in Folge der plötzlich beispiellos gesteigerten Produktion der Preis für ein Fass

oder Barrel (= 159 l) an Ort und Stelle selbst von ursprünglich 144 Fr. auf 10 Cents zurückging. Man wusste damals mit dem ungeahnt so billig gewordenen Produkt so wenig mehr anzufangen, dass man es aus den vielen überfließenden Brunnen in die nächstgelegenen Bäche oder Flüsse ableitete.

Die nächste Folge dieses ungeheuren Preiserückganges war eine rasche Zunahme der Anwendung des Erdöls. 38 Fabriken in den Hafenstädten, die früher Bogheadkohle aus Schottland auf Teer verarbeiteten, nahmen nun als Rohstoff ausschliesslich Erdöl und führten bald grosse Mengen des neuen Leuchtmaterials unter der Bezeichnung Kerosin, Pittöl oder raffiniertes Petroleum nach Europa aus.

Die beispiellosen Erfolge, die in Nordamerika mit der Ausbeutung des Erdöls erreicht worden, lenkten die Aufmerksamkeit auch auf die Erdölvorkommnisse zunächst in *Europa*. Seit dem 13. Jahrhundert scheint in *Galizien* das Erdöl, dort Ropa genannt, bekannt gewesen zu sein. Eine Notiz, dass dasselbe in flachen Gruben gesammelt werde, stammt aus dem Jahre 1708. 1848 brachten jüdische Geschäftsleute schwarzgrüne Ropa zu einem Apotheker in Lemberg. Zwei Pharmazeuten erkannten dieselbe als rohes Erdöl. Sie destillierten dasselbe und brachten es als Steinöl, vorerst nur als Heilmittel in den Handel. Erst 1853 gelang es ihnen, aus dem Rohöl ein zu Beleuchtungszwecken geeignetes Destillat abzuscheiden. Von einer anfänglichen Förderung von 10,000 kg stieg die galizische Erdölproduktion bei der stets wachsenden Nachfrage auf 55,000 kg = 55 Tonnen im Jahre 1859, auf 80,000 Tonnen im Jahre 1893.

Als im Jahre 1862 das Erdöl auch in Russland eingeführt wurde, fasste Novosilzoff, in Erinnerung an die Beobachtung von Oelquellen, die er 20 Jahre früher bei den Feldzügen im *Kaukasus* gemacht hatte, den Entschluss, diese auszubeuten. Die ersten Bohrungen hatten wenig Erfolg. Am 4. Februar 1866 stiess man auf hartes Gestein, bald darauf erfolgten mehrere heftige Explosionen, welche das Bohrgerüst hoch in die Luft schleuderten, dann erschien ein Oelstrahl von anfänglich etwa 50 m Höhe. Nach Vertiefung des Bohrloches lieferte es täglich über 800 Tonnen oder jährlich für ca. 32,000,000 Fr. Erdöl. Eine Quelle in Baku, die Mammutquelle genannt, lieferte anfangs stündlich 500 Tonnen Oel, das in imposantem Strahle von 67 m Höhe aufgeschleudert wurde.

Mit was für Gefühlen mögen die glücklichen Entdecker dieses ungeheure Schauspiel beobachtet haben, das sie über Nacht zu den Reichsten der Erde machte!

Gegen diese Vorkommnisse sind die bis heute zugänglichen Vorräte *Deutschlands* an Erdöl gering, obgleich wir auch hier mit stattlichen Ziffern aufrücken können. So schätzt man die Menge des im hannoverschen Erdölfelde liegenden Rohöles auf 5 Mill. Tonnen und Bohrungen bei Heide in Holstein lassen eine Lagerung von mindestens 15 Mill. Tonnen Erdöl vermuten. Erwähnenswerte deutsche Vorkommnisse sind ferner diejenigen von Hagenau, Lobsann, Pechelbronn und Schwabweiler, wo zum Teil schon seit 1841 mittelst 68 bis 83 m tiefer Schächte aus miocenem Sand teils dickflüssiges Erdöl, teils ölhaltiger Sand gewonnen und verarbeitet wird.

Für *Oesterreich* ist wie erwähnt, Galizien besonders wichtig. Dort zieht sich der ölführende Landstrich längs dem nördlichen und nordöstlichen Abhange der Karpathen hin, fängt in Westgalizien bei Limanowa an und erstreckt sich fast ohne Unterbrechung bis in die Bukowina und Moldau. Längs der deutschen Grenze, in Galizien und österr. Schlesien, sind vollkommen neu errichtete, grossartige Petroleumraffinerien entstanden und man behauptet heute, dass die galizischen Petrolgebiete denen von Asien und Nordamerika an Ergebigkeit nicht nachstehen. Zudem soll die Qualität dieser Erdöle bei weitem besser sein.

Rumänien besitzt erdölführende Gebiete namentlich in der Walachei und in der Moldau. Die geologischen Verhältnisse der dortigen Petrolvorkommen sind nach einer für die Pariser Ausstellung verfassten Abhandlung Concou's äusserst günstig, ebenso die Transportverhältnisse nach den westlichen Gegenden auf der Donau und nach dem Mittelländischen Meer und Suezkanal durch das Schwarze Meer und den Bosphorus. Wie in Amerika und in den andren Erdölproduktionsgebieten gibt es auch in Rumänien Springquellen. 1899 wurden rund 300,000 Tonnen Rohpetrol gewonnen. Das Erdöl hat dort die Kohlen als Brennmaterial überflügelt. Die rumänische Industrie benutzt das rohe Erdöl, Masut genannt, in grossem Masstab an Stelle der teureren Kohlen zu Heizzwecken und auf den Bahnen werden z. Zt. etwa 250 Lokomotiven mit Erdöl geheizt.

Ein klassisches Gebiet für die Petrolgewinnung ist, wie wir schon kurz erwähnten, *Russland*. Ein ausgedehntes Petroleumgebiet erstreckt sich vom Nord- bis zum Südfusse des Kaukasus. Das Hauptgebiet liegt im Gouvernement Baku auf der Insel Apscheron. Häufig kommen Springquellen vor und überall zeigen sich kleine Kegel, welche Schlamm und Naphta auswerfen und sich dann wieder schliessen. Mit der Naphta treten aus dem unter Lehmboden liegen-

den tertiären Kalkstein häufig Kohlenwasserstoffgase zu Tage, welche, angezündet, Nachts zur Beleuchtung der Arbeitsplätze und Wege dienen und einen ganz imposanten Anblick gewähren. Die grössten dieser Gasquellen liegen 16 km östlich von Baku auf Apscheron und bilden die sog. grossen oder heiligen Feuer, die nach dem Glauben der hier wohnenden indischen Feueranbeter seit Erschaffung der Welt brennen und noch jetzt Anlass zu Wallfahrten nach einem hier vor uralten Zeiten erbauten Feuertempel geben.

Auch am nordöstlichen Ufer des Kaspischen Meeres sind Erdöl-lagerstätten vorhanden, deren Produkte von den Kirgisen unter andrem als Heilmittel für Hautkrankheiten der Schafe verwendet werden.

Erdöl ist ferner nachgewiesen in Sibirien, an der Petschora und neuerdings in ungewöhnlich reichem Masse im Wolga-Gouvernement. Die mit Naphta durchdrungene Erde, die dort gefunden wird, soll Steinkohlen als Feuerungsmaterial zu ersetzen im Stande sein.

Ein grosses und wie es scheint reiches Erdöllager ist 1899 in der Provinz Imeretien im westlichen Kaukasus in Angriff genommen worden, ein weiteres bedeutendes Erdölvorkommen wurde ebenfalls 1899 an der neuen Bahnstrecke zwischen Baku und Petrowsk aufgedeckt und neuerdings richtet sich die Aufmerksamkeit nach der chinesischen Grenze, wo sich in der Provinz Fergana reiche Erdöl-lagerstätten befinden.

Ein Bild von der mächtig sich hebenden Petrolindustrie Russlands geben die folgenden Zahlen. Die Förderung betrug:

1894:	4,790,000 Tonnen	1898:	7,838,000 Tonnen
1895:	6,079,000 »	1899:	8,452,000 »
1896:	6,225,000 »	1900:	9,683,000 »
1897:	6,790,000 »		

d. h. innert 7 Jahren hat sich die Förderung mehr als verdoppelt.

Den Löwenanteil an der russischen Erdölproduktion hat die Halbinsel Apscheron. Sie ist das weitaus reichste Produktionsfeld geblieben, trotzdem an vielen Orten des Kaukasus bedeutende Oelfelder exploitiert worden sind, von denen ausser den schon genannten namentlich jene des Daghestau- und Tergebietes eine grosse Zukunft zu haben scheinen. Betrug doch die Gesamtproduktion an Erdöl auf Apscheron im Jahre 1900 allein 9,600,000 Tonnen, d. h. 99,1% der russischen Gesamtproduktion. Interessant ist, wie mit der Zunahme der Bohrungen und des gefördertten Oelquantums die selbsttätigen Springquellen immer mehr abnehmen und wie man infolge

dessen immer mehr auf das Schöpfen angewiesen ist. Es geht das aus folgender Zusammenstellung, die ein Bild über die Produktivität der Oelfelder Apscherons in den Jahren 1898—1900 gibt, recht augenscheinlich hervor:

	Millionen Pud		
	1898	1899	1900
Gesamtproduktion	485,9	525,3	600,7
Produktion der Springquellen . .	113,1	80,5	71,5
» » Schöpfarbeit	372,8	444,8	529,2

Auch *Asien* und *Afrika* besitzen reiche, zum Teil schon längst bekannte Petroleumvorkommen. In Kleinasien wird Petrol am Euphrat gewonnen. In Japan soll Petrol in 10 Provinzen gefunden werden, zwar schon seit ca. 1200 Jahren bekannt sein, aber erst seit 20 Jahren benutzt werden.

In *Zentralafrika* hat Livingstone stark paraffinhaltiges Erdöl entdeckt. Nach amtlichen Untersuchungen befinden sich in West-Algerien vier petroleumhaltige Zonen, deren Bodenbeschaffenheit genau derjenigen in Baku und Galizien entspricht und die zu grossen Hoffnungen berechtigen. Auch im Departement Oran und Constantine ist Mineralöl in wechselnden Tiefen aufgefunden worden. Um die Ausbeutung der oranischen Erdöllager bewerben sich bereits drei Gesellschaften.

Ohne Zweifel werden sich die Erdölfunde auch in China noch erheblich vermehren.

Des *amerikanischen* Erdöls haben wir bereits kurz Erwähnung getan, soweit es die Geschichte der Auffindung des Erdöls betraf. Fast alle Staaten Nordamerikas produzieren Erdöl. Die Förderung ist innerhalb relativ kurzer Frist ganz enorm gestiegen. So betrug die Erdölproduktion Pennsylvaniens 1859 noch 2000 Fass à 159 l, 40 Jahre später schon 21 Millionen Fass! Am ergiebigsten sind die Oelfelder Pennsylvaniens. Lieferten sie doch 1899 volle 62% der damals ca. 5 Mill. Tonnen betragenden Gesamtproduktion der Vereinigten Staaten. Leider hat die Förderung aus der früher so ergiebigen, nördlich von Franklin gelegenen oberen Oelregion Pennsylvaniens nahezu ganz aufgehört. Dagegen sind die südlichen Regionen, die schon 1865 in Angriff genommen wurden, auch heute noch recht ergiebig. Die Quellen in Canada versiegen durchschnittlich nach drei Jahren.

So scheinen die Verhältnisse mit der Zeit eher ungünstiger zu werden und das stolze Amerika wird sich in absehbarer Zeit,

wie in manch andren Beziehungen auch Europa, eine Ueberflügung durch das mächtig sich reckende Russland gefallen lassen müssen. In den letzten Jahren hat sich namentlich auf dem deutschen, englischen und chinesischen Markte ein lebhafter Wettstreit zwischen amerikanischem und russischem Petrol entwickelt. Während der Erfolg an den ersteren zwei Plätzen unbestritten auf russischer Seite ist, drängt auf dem chinesischen Markte amerikanisches Petrol das russische immer mehr zurück.

1897 beteiligte sich Russland auf dem deutschen Markte mit nur 5% des Gesamtkonsums, 3 Jahre später bereits mit 15%. Auf dem englischen Markt deckte Russland im Jahre 1900 bereits 50% des Konsums. Diese Ziffer dürfte in kurzer Zeit rapid anwachsen, da das russische Petrol oder Kerosin sich bei den englischen Konsumenten einer stets wachsenden Beliebtheit erfreut und anderseits das englische Geschäft von kapitalkräftigen, russischen Firmen forciert wird.

Allerdings ist das Quantum des von Amerika importierten Leuchtöls noch immer weit überwiegend. Zur siegreichen Beendigung des Konkurrenzkampfes seitens Russlands trägt aber der Umstand nicht wenig bei, dass die Preisdifferenz zwischen den Londoner Notierungen für amerikanisches und russisches Petrol immer kleiner wird. Eine Ausnahme hievon macht nur Hamburg, wo das amerikanische Petrol immer noch weitaus die Oberhand besitzt.

Soviel über die Verbreitung des Erdöls. Es kann angesichts der ungeheuren Wichtigkeit dieses Handelsartikels und bei der interessanten chemischen Zusammensetzung des Rohpetrols nicht überraschen, dass die Ergründung seines Ursprungs, sowie Entstehungsweise eine Menge Gelehrte auf das lebhafteste beschäftigte.

Die Frage nach der Entstehung des Erdöls ist eines der kompliziertesten chemischen Probleme, mit dessen Lösung sich die Träger klangvollster Namen, wie Berthelot, Mendelejeff, Höfer, Engler und andre befasst haben. Trotz der zum Teil grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiete ist das Rätsel noch ungelöst, besitzen wir noch keine einwandfreie Theorie über das Woher dieses merkwürdigen Körpers und dürfen in absehbarer Zeit eine Lösung der Frage kaum erwarten.

Zu was für merkwürdigen Ansichten das Grübeln über die Entstehung des Erdöls bei einigermassen schwungvoller Phantasie führen kann, beweist die Theorie eines amerikanischen »Forschers«, wonach das Erdöl aus nichts andrem als dem Urin der Walfische

bestehe, der vom Polarbusen auf unterirdischen Wegen bis nach Pennsylvanien und in die andren Oelgebiete gelangt sei!

Aisinmann fasst die bis jetzt existierenden, ernst zu nehmenden Ansichten über die Erdölentstehung in zwei Hauptgruppen zusammen, von denen die eine das Erdöl aus anorganischen, die andre aus organischen Materialien entstanden lassen sein will.

Schon A. v. Humboldt huldigte 1804 der anorganischen Hypothese. Nach ihm ist nicht zu zweifeln, dass Erdöl das Produkt der Destillation in einer immensen Tiefe ist und aus primitiven Gesteinen hervorgeht, welche unter den Kräften der ganzen vulkanischen Aktion liegen. Etwas präziser drückt sich Berthelot aus, der die Entstehung des Erdöls der Einwirkung von Kohlensäure auf die Erdalkalimetalle, Calcium, Baryum und Strontium zuschreibt, welche sich hiebei in Acetyläure verwandeln. Durch Einwirkung von Wasser auf diese letzteren entsteht Acetylen und daraus durch Polymerisation Erdöl und teerartige Produkte.

Die am besten ausgeführte und wissenschaftlich begründete Hypothese der anorganischen Bildung des Erdöls veröffentlichte 1878 Mendelejeff. Die Ausführungen des berühmten russischen Gelehrten gipfeln darin, dass sich an den Gebirgsrändern in Folge sekundärer Hebungen tief in das Innere sich erstreckende Risse und Spalten vorfinden, welche dem Wasser den Zutritt zu den im Innern der Erde befindlichen glühenden Metallkohlenstoffverbindungen gestatten, wobei sich Kohlenwasserstoffe bilden. Da Mendelejeff aber sich den Aufbau der Erdkruste selbst so vorstellt, dass über den glühenden, feuerflüssigen Metallen eine teilweise noch flüssige, teilweise nur noch plastische Schlackenzone sich befindet, und diese Schlackenzone dem Wasser den Zutritt zu den glühenden Metallen notwendigerweise verwehren muss, ist die von Mendelejeff gedachte Wechselwirkung zwischen diesen beiden Agentien ausgeschlossen.

Durch die neuesten Untersuchungen über die Metallkohlenstoffverbindungen oder Metallcarbide, von denen das bekannteste das zur Darstellung von Acetylgas verwendete Calciumcarbid ist, hat die Theorie Mendelejeffs aber wieder an Boden gewonnen. Als Beweis dafür, dass das Petrol gewisser Gegenden geradezu mineralischen Ursprungs sein *muss*, führt Moissan, der durch seine Untersuchungen über die Metallcarbide bekannt und berühmt gewordene französische Forscher, den Asphalt in den Kalksteinspalten von Limages an. Asphalt ist ein Oxydationsprodukt des Petroleums. Infolge seines Zusammenvorkommens mit Basalttuff am genannten

Orte lässt sich ein anderer als vulkanischer Ursprung kaum denken. Moissan's Theorie der Entstehung des Erdöls durch Einwirkung von Wasser auf Metallcarbide hat viel Bestechendes für sich und verdient mindestens Gleichberechtigung mit den noch zu besprechenden Hypothesen. Alle Vertreter des anorganischen Ursprungs des Erdöls setzen also voraus, dass der ölbildende Prozess sich in grosser Tiefe abspiele, dass die dort gebildeten Kohlenwasserstoffe durch die bis tief hinabreichenden Spalten nach oben dringen, sich durch Abkühlung zu Flüssigkeiten kondensieren und teils in den Spalten sich ansammeln, teils in porösem Gestein, dem sie begegnen, sich weiter verbreiten.

Ein Haupteinwand gegen diese Art der Erdölbildung ist das Versiegen vieler grosser und wichtiger Oelterrains. Was hindert aber, die Richtigkeit der genannten Theorien vorausgesetzt, die Annahme der unveränderten Fortwirkung von Wasser auf die unerschöpflich grossen feurigflüssigen Metallmassen im Erdinnern? Warum hat das Erdöl, wie es aus Bohrlöchern strömt, nicht diejenige höhere Temperatur, welche ihm nach der Theorie von der Zunahme der Erdwärme eigen sein sollte? Und warum findet sich z. B. in den Alpen, in den Gebirgszügen Pennsylvaniens, in den Karpathen, wo tief hinabreichende Spalten nachweisbar sind, kein Erdöl? Warum findet sich Erdöl so ausserordentlich häufig in Sedimentgebieten, die von jeder vulkanischen Wirkung unberührt geblieben sind?

Das sind Einwände, die dafür sprechen, dass die Annahme hoher Temperaturen als Faktoren zur Bildung von Erdöl auszuschliessen ist, dass der Herd der Erdölbildung in geringer Tiefe gesucht werden muss. Nach Zaloziecki, dem Hauptgegner Mendelejeffs, hat man sich bei der Forschung nach den Bildungsbedingungen des Erdöls auf die Verhältnisse der geologisch ältesten primären Lagerstätten des *Bitumens* als äusserste Extreme zu beschränken.

Bei so zahlreichen Einwänden gegen die Bildung des Erdöls auf anorganischem Wege kann es nicht befremden, dass sich die überwiegende Zahl der Geologen und Chemiker für den Ursprung aus *organischen* Substanzen entschieden hat. Doch gehen innerhalb dieser gleichen Richtung die meisten wiederum weit auseinander. Die einen wollen das Erdöl aus vegetabilischen, die andern aus animalischen und die dritten aus vegetabilischen und animalischen Materialien entstanden wissen.

Die Anhänger des vegetabilischen Ursprungs betrachten als Bildungssubstanzen teils die Meeresalgen, teils Sumpf- und Landpflanzen, teils Torf und Kohle.

Die Tatsache, dass in den grossartigen Produktionsgebieten Ostamerikas das Erdöl von Carbonschichten geführt wird, unter denen aber lediglich *marine* Bildungen sich befinden, schliessen die Möglichkeit, dass Erdöl von Landpflanzen oder von Kohlenflötzen stammt, von vorneherein aus.

Nach Lesquereux ist das pennsylvanische Petrol aus Meeres- bzw. aus Seealgen entstanden. Die Hypothese beruht auf der Tatsache, dass in den erdölführenden Schichten eine grosse Anzahl mehr oder weniger guterhaltener Ueberreste von Algen sich befinden. Im ferneren ist als Beweis für ungeheure grosse Ansammlungen von Algen auf dem Meeresboden, auf die enormen Anhäufungen von Tangen in den Sargasso-Meeren des Stillen und Atlantischen Ozeans hingewiesen worden.

Die Entstehung des Erdöls aus Algen vertreten in neuester Zeit auch zwei deutsche Forscher, Krämer und Spilker. Nach ihnen verdankt der überwiegende Teil des Erdöls seinen Ursprung dem Diatomeenwachs und in zweiter Linie dem durch Verseifung und Kohlensäureabspaltung daraus entstandenen Erdwachs. Die Diatomeen, früher auch Bakterien, Stabtierchen genannt, sind einzellige, mit verkieselter Zellhaut versehene, teils frei im Wasser schwimmende, teils festsitzende Algen. Ihre Verbreitung ist unermesslich. Sie kommen wohl in allen Gewässern, sowohl süssen als salzigen vor und finden sich vorzugsweise in flachen Wasseransammlungen. Doch sind auch Arten aus bedeutenden Tiefen der Meere heraufgezogen worden. Ihr Kieselpanzer ist unverweslich und deshalb kommt den Diatomeen eine hohe geologische Bedeutung zu. Geradezu grenzenlos ist ihre Vermehrungsfähigkeit. So wird es erklärlich, dass diese Wesen im Laufe der Jahrhunderte mächtige Ablagerungen, ja selbst Felsen und ganze Gebirgszüge bilden konnten. Zu den grössten vorweltlichen Diatomeenablagerungen gehören die Lager bei Bilin in Böhmen, in der Lüneburger Heide und in und um Berlin. Nach Krämer ist keine andre Theorie, als diejenige der Bildung aus Diatomeenwachs im Stande, das Auftreten der ungeheuren Mengen von Erdöl an den verschiedensten Stellen des Erdballs gemeinverständlich und befriedigend zu erklären. Die Diatomeentheorie lässt auch die kühnste Annahme nicht zu kühn erscheinen. Anhaltspunkte dafür gibt nach Krämer der See von Ludwigshof. Derselbe ist 900 ha gross und enthält bei 7 m Mächtigkeit 63 Millionen Tonnen Seeschlick mit 6,3 Millionen Tonnen Trockensubstanz, welche nach der durchschnittlichen Ausbeute rund 2 Millionen Doppelzentner

Wachs liefern würden. Nichts hindert die Annahme, dass in älteren geologischen Epochen unter weit günstigeren Vegetationsverhältnissen Seen von der Ausdehnung eines Boden- oder eines Kaspisees mit Diatomeenschlamm angefüllt waren. Mit den daraus unter geeigneten Verhältnissen entstehenden Mengen Erdöl liessen sich selbst die ergiebigsten Fundorte der Gegenwart noch weit in den Schatten stellen.

Gegen die Entstehung des Erdöls aus Algen wird der gewichtige Einwand erhoben, wo denn die nach Ausscheidung der flüchtigen Kohlenwasserstoffe zurückgebliebenen kohligen Substanzen hingekommen seien. Unter den pennsylvanischen ölführenden Schichten finden sich keine Kohlenlager. Und doch müssten diese nach dem Massstabe der imposanten Oelmengen eine geradezu ungeheure Ausdehnung besitzen.

Rundweg von der Hand zu weisen ist die Bildungstheorie aus Torf, die von Binney vertreten worden ist. Wenn sich aus dem Torf durch allmälige Verbrennung Kohlenwasserstoffe bilden könnten, müsste ein ähnlicher Prozess sich auch heute noch in jedem Torfmoor abspielen. Das ist aber nicht der Fall.

Gegen die gleichzeitige Bildung von Kohlen und Erdöl aus den gleichen pflanzlichen Ueberresten, wie Reichenbach annimmt, spricht schon der Umstand, dass Fälle der gleichzeitigen Auffindung von Steinkohlen und Erdöl sehr selten und offenbar nur zufällig sind. Finden sich, wie das z. B. in Nordamerika stellenweise der Fall ist, Mineralkohlen in der Nähe des Erdöls, so liegen sie immer in höheren Schichten als das letztere. Erdöl kann also nicht aus Kohlen entstanden sein. Durch Einwirkung von überhitztem Dampf auf Holzstücke erhielt der durch eine Reihe von glänzenden Arbeiten über den Metamorphismus bei Felsarten und Mineralien bekannte französische Geologe Daubrée flüssige und gasförmige Produkte, welche den gewöhnlichen bituminösen Fossilien ähnlich waren und den charakteristischen Geruch des Pechelbronner Erdöls zeigen. Aus diesen Versuchen leitet Daubrée ebenfalls den vegetabilischen Ursprung des Erdöls ab. Wohl zeigen diese Versuche die relativ leichte Verbindungsfähigkeit von Kohlen- und Wasserstoff und damit die Möglichkeit der Bildung von Erdöl im Sinne seiner Versuche. Sie geben aber doch keine genügende Basis für den Aufbau seiner Hypothese und lassen der Aufstellung anderer Theorien noch weiten Spielraum.

Die andren Theorien bewegen sich auf dem Boden des *animalischen* Ursprungs des Erdöls und haben ihren ersten Vertreter in den 30er Jahren in Leopold von Buch gefunden, welcher den nicht unerheblichen Petrolgehalt des schwäbischen, oberliasischen Schiefers auf die hier reichlich eingeschlossenen *Tierreste* zurückführte. Nach andren haben die Infusorien, Actinien, weiche Polypen, Medusen, Würmer, Cephalopoden und andre kleine Krebsarten, die das Meer in so enormen Quantitäten beleben, das Material für die Erdölbildung geliefert.

Das Verdienst der wissenschaftlichen Begründung der animalischen Hypothese gebührt *Höfer*. Als positive Stützen derselben führt er die Tatsachen an, dass

- 1) Petroleum auf primären Lagerstätten mit Tier-, aber ohne oder nur mit geringfügigen Pflanzenresten zusammen gefunden wird;
- 2) Schiefer, die ihres Bitumengehaltes wegen zur Erdöl- und Paraffingewinnung verwendet werden oder wurden, ebenfalls reich an animalischen, an pflanzlichen Resten aber arm sind;
- 3) Gesteine, welche reich an Pflanzenresten sind, in der Regel kein Bitumen enthalten, dass sie aber bituminös sind, sobald sich Tierreste zu ihnen gesellen;
- 4) aus einer Korallenbank am Ufer des Roten Meeres Petrol ausschwitzend getroffen wurde, das nur animalischen Ursprungs sein kann.

Für die Richtigkeit der animalischen Theorie spricht ferner, dass tierische Reste, selbstverständlich so weit sie organischer Natur sind, im Gegensatz zu den Pflanzen, bei ihrer Umsetzung in den Erdschichten erfahrungsgemäss keine oder nur ganz unbedeutende Rückstände von Kohlenstoff hinterlassen.

Die an Bitumen reiche Cannelkohle findet sich fast stets in Begleitung tierischer, namentlich Fischreste. Was liegt näher als die Annahme, dass der hohe Bitumengehalt auf diese Tierreste und nicht auf die pflanzlichen der Kohle zurückzuführen ist?

Die wirksamste Unterstützung erfuhr die Höfer'sche Theorie durch die grundlegenden Versuche *Englers*. Von der Annahme Höfers ausgehend, dass das Erdöl sich nur unter höherem Drucke bei nicht allzu hoher Temperatur gebildet habe, unterwarf er braunblanken, amerikanischen Fischtran einer Destillation bei 320—400° C. und einem Maximaldruck von 10 Atmosphären und erhielt ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen und Gasen, ähnlich denjenigen aus den Erdölquellen.

Diese klassischen Versuche schaffen der Höfer'schen Hypothese vom animalischen Ursprung des Erdöls eine unerschütterliche Basis, die durch Versuche Heusler's im Jahre 1896 noch gefestigt worden ist.

Der letzte Einwand gegen die Engler-Höfer'sche Theorie, die Abwesenheit von Stickstoffverbindungen im Erdöl, ist durch die Untersuchungen Veenhams über die Erdöle von Kalifornien, Texas, West-Virginien und Ohio zu Fall gebracht worden. Alle diese Oele enthielten Stickstoff. Dasselbe war aber nicht der Fall bei den Oelen Pennsylvaniens und New-Yorks. Als man aber die das Erdöl begleitenden Gase untersuchte, erwiesen sich dieselben durchwegs als stickstoffhaltig, in manchen Fällen sogar bis zu 28 %!

Demnach entstammt das Material, aus dem das Erdöl entstanden ist, höchst wahrscheinlich der marinen Fauna. Man hat sich die Entstehung des Erdöls nach der animalischen Hypothese ungefähr so vorzustellen, dass ungeheure Mengen verendeter Meertiere zunächst im freien Seewasser in Gährung übergangen. Das Seewasser verlangsamte infolge seiner konservierenden Wirkung den Zersetzungsprozess, so dass die letzten Phasen desselben noch vor sich gingen, als die halbverwesten Leichen in Schlamm eingebettet waren und dort unter der Einwirkung der miteingeschlossenen Luft zum Abschluss gelangten. Die schon vorhandenen und sich während der Zersetzung bildenden Gase lieferten den zur Erdölbildung notwendigen Druck, während die Zersetzung selbst die nötige Wärmequelle abgab.

Auch die Qualitätsdifferenzen der an den verschiedenen Orten gefundenen Erdöle lassen sich durch die animalische Theorie plausibel machen. Es waren hiefür nicht bloss die Verschiedenheit der Rohstoffe, sondern auch die Unterschiede in den nachträglich auf das Erdöl einwirkenden Prozessen massgebend, wie Temperatur, Dauer des Prozesses, Druckverhältnisse, Gesteinsmaterial etc.

Nur andeutungsweise sei hier noch der Hypothese des gemischten Ursprungs des Erdöls Erwähnung getan, der eine Reihe englischer, französischer und deutscher Forscher huldigen und wonach zur Bildung der fossilen Kohlenwasserstoffe tierische und pflanzliche Reste in gleichem Masse beigetragen haben.