

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Beiträge zur Kenntnis des Kaukasischen Petroleums

Levin, Ignatz

1886

[urn:nbn:de:bsz:31-273647](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-273647)

III, 7

Levin, Ignatz
(1886)

(T.H. 2082)

BETRÄGE
ZUR
KENNTNISS DES KAUKASISCHEN PETROLEUMS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DES NATURWISSENSCHAFTLICHEN
DIPLOMS FÜR TECHNIKER

AN DER

TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN KARLSRUHE

VORGELEGT VON

IGNATZ LEVIN

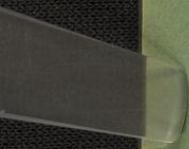
AUS ODESSA.

KARLSRUHE 1886.

DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

III 7

1. 50



KENNT

ERI

D

BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS DES KAUKASISCHEN PETROLEUMS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DES NATURWISSENSCHAFTLICHEN

DIPLOMS FÜR TECHNIKER

AN DER

TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN KARLSRUHE

VORGELEGT VON

IGNATZ LEVIN

AUS ODESSA.

1942. S. 143

KARLSRUHE 1886.

DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

Bibl. Techn. Hochschule
Archiv der Hochschulschriften



SEINEN THEUREN ELTERN

IN DANKBARER VEREHRUNG

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Städt. Bibliothek
Karlsruhe

SEINEN THEUREN ELTERN



IN DANKBARER VEREHRUNG

VOM VERFASSEN

V
Laborat
Veranlas
fessor D
Mit
verehren
laufe die
während
meinen
Anc
freundlic

Inhalts-Übersicht.

Vorliegende Arbeit wurde im chemisch-technischen Laboratorium der technischen Hochschule zu Karlsruhe auf Veranlassung und unter der Leitung des Herrn Hofrath Professor Dr. C. Engler durchgeführt.

Mit Freuden ergreife ich die Gelegenheit, meinem hochverehrten Lehrer auch an dieser Stelle für die mir im Verlaufe dieser Arbeit ertheilten Rathschläge, sowie für das mir während meiner Studienzeit so vielfach bewiesene Wohlwollen meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Auch danke ich Herrn Privatdocent Dr. Kast für sein freundliches Entgegenkommen bei Ausführung dieser Arbeit.

Resultate.

VI. Literatur-Zusammenstellung.

Vorliegende Arbeit wurde im chemisch-technischen
Laboratorium der technischen Hochschule zu Karlsruhe auf
Veranlassung und unter der Leitung des Herrn Hofrat Pro-
fessor Dr. G. Engler durchgeföhrt.
Mit Freuden erzeile ich die Gelegenheit meinem hoch-
verehrten Lehrer auch an dieser Stelle für die mir im Ver-
laufe dieser Arbeit erhaltenen Rathschläge sowie für das mir
während meiner Studienzelt so reichlich bewiesene Wohlwollen
meinen warmen Dank auszusprechen.
Auch danke ich Herrn Privatdozent Dr. Kest für sein
freundliches Entgegenkommen bei Ausföhnung dieser Arbeit.

I. Die
II. Die
III. Nach
Fettr
IV. Prof
als L
amer
V. Zusa
Resu
VI. Liter

Inhalts-Übersicht.

Die Entstehung des Petroleums.

- I. Die Entstehung des Petroleums.
- II. Die Bestandtheile des Petroleums.
- III. Nachweis von Kohlenwasserstoffen der aromatischen und Fettreihe in Petroleum aus Baku.
- IV. Prüfung des kaukasischen Petroleums auf seinen Werth als Leuchtmaterial, insbesondere im Vergleich mit dem amerikanischen Leuchtöl:
 1. Untersuchung des Petroleums durch fractionirte Destillation.
 2. Vergleichende Versuche über die Steigkraft kaukasischen und amerikanischen Petroleums in Capillaren und im Docht.
 3. Vergleichende Messungen über die Leuchtkraft des kaukasischen und amerikanischen Leucht-Petroleums.
- V. Zusammenstellung der bei der Untersuchung erhaltenen Resultate.
- VI. Literatur-Zusammenstellung.

Inhalts-Übersicht.

- I. Die Entstehung des Petroleum.
- II. Die Bestandtheile des Petroleum.
- III. Nachweis von Kohlenwasserstoffen der aromatischen und Fettreihe in Petroleum aus Baku.
- IV. Prüfung des kaukasischen Petroleum auf seinen Werth als Leuchtmaterial, insbesondere im Vergleich mit dem amerikanischen Leuchtöl:
 1. Untersuchung des Petroleum durch fractionäre Destillation.
 2. Vergleichende Versuche über die Steigkraft kaukasischen und amerikanischen Petroleum in Capillaren und im Leucht.
 3. Vergleichende Messungen über die Leuchtstärke der kaukasischen und amerikanischen Leucht-Petroleum.
- V. Zusammenstellung der bei der Untersuchung erhaltenen Resultate.
- VI. Literatur-Zusammenstellung.

Die Entstehung des Petroleums.

Die Frage, wie die Entstehung des Petroleums zu erklären ist, kann zur Zeit, obwohl schon viele Geologen und Chemiker sich an der Lösung dieser schwierigen Aufgabe versucht haben, doch noch nicht als endgiltig gelöst betrachtet werden. Allerdings muss zugegeben werden, dass besonders einige der in neuerer Zeit aufgestellten Theorien mit den an vielen Petroleumlagerstätten beobachteten Verhältnissen im Einklang stehen und in diesen Fällen die Bildungsweise dieses merkwürdigen Naturproductes genügend erklären, für andere Verhältnisse hingegen geben auch diese Hypothesen nur einen sehr ungenügenden Aufschluss. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass das Petroleum und ähnliche Körper ihre Entstehung verschiedenen geognostischen Perioden verdanken.

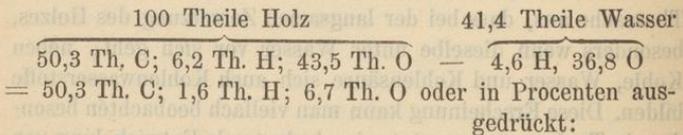
Im Nachfolgenden sollen die wichtigeren der bisher aufgestellten Theorien sowie die Thatsachen, welche sowohl für als auch gegen dieselben sprechen, näher erörtert werden. —

Bischoff¹⁾ als Vertreter der ältesten Theorie geht von der Thatsache aus, dass bei der langsamen Zersetzung des Holzes, besonders wenn dieselbe unter Wasser vor sich geht, neben Kohle, Wasser und Kohlensäure sich auch Kohlenwasserstoffe bilden. Diese Erscheinung kann man vielfach beobachten besonders in Torfmooren, wo stets eine bedeutende Entwicklung von Sumpfgas stattfindet. Auch in Stein- und Braunkohlenlagern, die ja erwiesenermassen pflanzlichen Ursprungs sind, tritt häufig eine Entwicklung von Kohlenwasserstoffen auf. [In

¹⁾ Lehrbuch der chem. und physik. Geologie, pag. 1755.

einigen Fällen hat man sogar ein Hervorsickern von Erdöl beobachtet, welches in einem Kohlenschacht in Schottland so bedeutend war, dass sich die Arbeiter durch Schutzbretter dagegen decken mussten.] Da nun das Petroleum der Hauptsache nach aus Kohlenwasserstoffen zusammengesetzt ist, so lag der Gedanke nicht fern, dasselbe könnte ein durch gewisse Umstände modificirtes Zersetzungsproduct des Holzes sein. — Gegen diese Theorie sprechen jedoch verschiedene Thatsachen. Zunächst besitzt das Holz und in grösserem oder geringerem Masse alle pflanzlichen Stoffe eine chemische Zusammensetzung, welche die Bildung von complicirter zusammengesetzten Kohlenwasserstoffen höchst unwahrscheinlich macht, wenigstens wenn man die Verhältnisse annimmt, unter welchen aus diesen Stoffen Braun- und Steinkohle entstanden sind. Es enthält das Holz nämlich ca. 50,3 % C 6,2 % H und 43,5 % O; die wasserstoffärmste natürlich vorkommende Kohle, der Antracit, enthält ca. 92 % C 3,6 % H und 3,9 % O.

Wir sehen aus diesen Zahlen, dass das Holz soviel als möglich beim Uebergang in Kohle sich seines Sauerstoffs entledigt hat, und zwar tritt der O wie bei den meisten chemischen Zersetzungen als H_2O und erst in zweiter Linie als CO_2 aus. Für die Bildung von höheren Kohlenwasserstoffen ist zu wenig H resp. zu viel O vorhanden, besonders da in der natürlich vorkommenden Kohle stets noch ein beträchtlicher Theil des ursprünglichen H enthalten ist. — Man kann sich die Bildung des Antracits aus dem Holz unter Bildung von Wasser und Kohlensäure auf folgende Weise schematisch darstellen:



85,8 Th. C; 2,8 Th. H; 11,4 Th. O.

Zieht man hiervon noch 11 Theile Kohlensäure:
= 3 Th. C + 8 Th. O ab, so erhält man als Endproduct:
82,8 Th. C; 2,8 Th. H; 3,4 Th. O oder procentisch:

93,1 % C; 3,1 % H; 3,8 % O.

Vergleichen wir hiermit die Analysen verschiedener Antracite nach Regnault:

	C	H	O
Pennsylvanien	93,6 %	2,6 %	3,8 %
Wallis	92,7 „	3,4 „	3,9 „
Mayenne	91,6 „	4 „	4,4 „
Herzogenrath	92,3 „	4,3 „	3,4 „
Folglich im Durchschnitt:	92,5 %	3,6 %	3,9 %

Hieraus darf geschlossen werden, dass im Grossen und Ganzen bei der Umwandlung von Holz in Kohle kein Kohlenwasserstoff gebildet wird, ja die angeführten Analysen zeigen, dass die Abgabe von O noch mehr auf Kosten des C erfolgt ist, als es obige Rechnung voraussetzt, da thatsächlich im Durchschnitt im Antracit noch mehr Wasserstoff vorhanden ist. Natürlicherweise darf man sich obige Reactionen nicht als nach einander verlaufend vorstellen, vielmehr gehen dieselben stets zu gleicher Zeit und unter Bildung von Zwischenproducten, Braunkohle etc. vor sich, das Endproduct ist jedoch das nämliche. Dass aus dem Holz oder dessen Umwandlungsproducten auch nicht etwa durch den Einfluss einer höheren Temperatur, durch eine Art von Destillation, Petroleum entstanden sein kann, werden wir weiter unten sehen. Das Vorkommen von Petroleum und Petrol ähnlichen Producten in Braun- und Steinkohlenlagern erklärt sich einfach aus dem Umstande, dass in Begleitung der Kohlenflötze häufig bitumenhaltige Schieferthone vorkommen, welche thierische Reste, namentlich solche von Fischen einschliessen.

Dass aus solchen thierischen Resten das Petroleum sich gebildet hat, dass also die Entstehung desselben auf Zersetzung animalischer Reste zurückzuführen ist, hat zuerst Wrigley¹⁾ ausgesprochen. Ihm liegen bei seinen Studien besonders die Verhältnisse in Amerika vor und er zeigt, dass sich in dem ganzen Gebiete der ölführenden Schichten Nordamerikas, dem Devon und Silur, keine Kohlenflötze finden, ja dass mit dem Auftreten von Kohle (Subcarbon und productiver Steinkohlen-

¹⁾ Special Report on the Petroleum of Pennsylvania by Henry E. Wrigley 1875.

formation) das Petroleum verschwindet und dass insbesondere die so bitumenreichen Brandschiefer (Posidonien E. Lias) überaus reich an Resten von Sauriern, Mollusken und Fischen aller Art sind, aus deren organischen Bestandtheilen das Bitumen und das Petroleum entstanden sein können. Andererseits zeigen Schieferthone in nächster Nähe von Kohlenflötzen, obgleich reich an Pflanzenabdrücken, oft kein Bitumen; sie erweisen sich aber stets als bituminös, sobald sie thierische Reste einschliessen.

Gegen diese Theorie von Wrigley kann eigentlich nur der Einwand gemacht werden, dass in den meisten Petroleumsorten Stickstoff nicht oder doch nur in sehr geringen Mengen vorhanden ist. Diese Thatsache erklärt man sich durch die leichte Zersetzlichkeit, Flüchtigkeit und Wasserlöslichkeit der Stickstoffverbindungen, welche sich bei Zersetzung animalischer Stoffe bilden. Man bedenke nur, wie rasch, trotz mancherlei Vorsichtsmassregeln, der Stickstoff aus Fäcalstoffen in Form flüchtiger Verbindungen entweicht, und man wird es nicht wunderbar finden, dass aus animalischen Verwesungsproducten, die nicht allein Gase haben abgeben können, sondern auch der Auswaschung und vielleicht auch chemischen Einwirkung des Meerwassers unterworfen waren, der Stickstoff fast vollständig verschwunden ist.

Die Theorie von Wrigley, dass das Petroleum ein Zersetzungsproduct thierischer Reste ist, wird heutzutage von den meisten Geologen und Chemikern anerkannt. Allerdings hat auch die neue Ansicht Mendelejeffs¹⁾ viele Anhänger gefunden. Mendelejeff nimmt wie auch viele andere Forscher an, dass sich das Petroleum nicht an seiner ursprünglichen Entstehungsstelle vorfindet, dass es vielmehr durch das specifisch schwerere Wasser verdrängt und in den Spalten der Erdrinde in die Höhe gehoben ist. Hierfür spricht die Thatsache, dass da, wo sich das Erdöl in grossen Massen vorfindet, für gewöhnlich Organismenreste (thierische oder pflanzliche) nicht vorgefunden werden; die eigentlichen Entstehungsstellen sind nach Mendelejeffs Ansicht unter den Orten zu suchen, wo das Oel

¹⁾ Ber. d. Dt. ch. Ges. 1877, pag. 229.

jetzt vorkommt. Im Kaukasus kommt es in dem mittleren Tertiär (Miocän), in Pennsylvanien in devonischen und silurischen Schichten vor, die darunter liegenden Schichten können unmöglich so viele thierische oder pflanzliche Reste enthalten, dass daraus die Entstehung einer so grossen Menge Petroleums genügend erklärt wäre. Mendelejeff erklärte deshalb die Entstehung des Petroleums auf eine andere Weise. Er knüpft hierbei an die Laplace'sche Hypothese der Entstehung der Erde an, indem er annimmt, dass der flüssige vorwiegend metallische Kern im Innern der Erde vorzugsweise aus Kohlenstoffeisen bestehe. Dringt nun Wasser von der Erdoberfläche durch Risse auf diese Kohlenstoffmetalle ein, so entstehen bei hohem Druck und hoher Temperatur Metalloxyde und Kohlenwasserstoffe. Die letzteren steigen in Dampfform bis in die kälteren Erdschichten empor, wo sie sich verdichten, indem sie Klüfte und loses Gestein anfüllen. — Man muss zugestehen, dass diese Ansicht das Vorkommen des Petroleums erklärt, jedoch ist dieselbe noch sehr hypothetisch und gründet sich auf wenig positive Thatsachen. — Was den Punkt der Mendelejeff'schen Beweisführung anlangt, dass die Entstehungsstellen des Petroleums unter seinen jetzigen Fundörtern zu suchen seien, so muss man bedenken, dass überall, wo Petroleum vorkommt, stets bedeutende Hebungen und Senkungen der Schichten, ja sogar oft bedeutende Verwerfungen derselben stattgefunden haben, dass vielfach ein Heruntersickern des Petroleums an Gebirgswänden, die z. B. aus Muschelkalk bestehen und ein Hervorquellen an tiefer gelegenen Orten nach Art der artesischen Brunnen beobachtet worden ist, ja selbst an Fundorten, wo an hydrostatische Kräfte nicht zu denken ist, wird das Erdöl oftmals durch den Druck der in ihm vorhandenen Gase nach unten getrieben. Man darf es also keineswegs als erwiesen betrachten, dass das Petroleum seinen Weg in der Erdrinde stets von unten nach oben genommen habe. Vor allem aber müssten sich in den Auswürfen der Vulkane petrolartige Producte vorfinden, da ja hier der von Mendelejeff angenommene Vorgang vor sich geht. Es zeigt sich jedoch gerade hierbei, dass das Wasser gar nicht bis zu der feuerflüssigen Masse gelangen kann, sondern schon vorher in dampfförmigem

Zustande wieder nach der Oberfläche der Erde getrieben wird. Dass man, wie das Mendelejeff annimmt, überhaupt einen dampfförmigen Zustand des Petrols, bevor es sich flüssig in der Erdrinde absetzte, als unwahrscheinlich ansehen muss, werden wir in Nachfolgendem sehen.

— Die bei weitem schwierigere Frage, welche zur Zeit auch noch in ziemliches Dunkel gehüllt ist, ist die, auf welche Weise das Petroleum aus seinen Grundstoffen entstanden ist. —

Bekanntlich gewinnt man aus Braunkohlen, bituminösen Schiefeln und ähnlichen Stoffen durch trockene Destillation ein Mineralöl, welches dem Petroleum ähnlich ist und aus welchem auch Brennöl dargestellt werden. Man glaubte nun lange Zeit, das Petroleum sei nichts anderes als ein auf analoge Weise durch die Hitze des Erdinneren aus organischen Stoffen entstandenes Destillationsproduct, welches tief im Erdinneren erzeugt, in Dampfform in Klüften und Spalten aufgestiegen sei und sich in höheren Schichten condensirt habe. Jedoch erwies sich diese Hypothese als unhaltbar. Denn erstens ist die chemische Zusammensetzung aller auf diese Weise erhaltenen Producte wesentlich verschieden von der Zusammensetzung der bisher entdeckten Petroleumarten, dieselben zeichnen sich namentlich durch einen hohen Gehalt an Paraffin und Sauerstoffverbindungen aus. Zweitens ist aber die Hitze, die zur Erzeugung von Oel aus Braunkohlen und ähnlichen Stoffen nöthig ist, so gross (800° und darüber), dass man die Bildung des Petroleums in einer Tiefe der Erdrinde annehmen müsste, welche überhaupt keine organischen Stoffe noch viel weniger irgend welche Kohlenlager enthalten kann. Endlich müsste bei einer solchen Bildungsweise ebenso wie bei der nach Mendelejeff das in Dampfform aufsteigende Petroleum entsprechend dem verschiedenen Siedepunkte seiner einzelnen Theile sich nach und nach in der Erdrinde in dem Masse als dieselbe nach ihrer Oberfläche immer kälter und kälter wird, condensirt haben, so dass z. B. in einer Tiefe, wo die Erdtemperatur 200° beträgt, nur solche Petroleumproducte zu finden wären, welche ungefähr bei 200° sieden, und dass schliesslich in der Nähe der Erdoberfläche die am leichtesten siedenden Theile sich condensirt hätten. Dem ist jedoch nicht

so. Man kann im Gegentheil constatiren, dass im Allgemeinen die aus grösserer Tiefe gewonnenen Producte ein kleineres specifisches Gewicht und einen niedrigeren Siedepunkt besitzen als die an der Oberfläche der Erde oder in geringerer Tiefe gewonnenen Oele, und dass das auf einem beliebigen Niveau gewonnene Oel aus bei den verschiedensten Temperaturen destillirenden Theilen zusammengesetzt ist.

Man verliess demgemäss diese Hypothese, und indem man sich mehr und mehr der Theorie von Wrigley zuwandte, nahm man an, das Petroleum sei durch Zersetzung aus rein thierischen Stoffen oder doch aus einer Mischung thierischer Reste mit pflanzlichen (Tangen etc.) auf dem Grunde früherer Salzseen entstanden. Jedoch war man sich über die Einzelheiten dieser Vorgänge noch nicht klar und konnte sich namentlich auch die vielen merkwürdigen Erscheinungen, die das Auftreten von Petroleum begleiten: das Vorkommen desselben in einzelnen Schichten, das Fehlen von Petrefacten in denselben, den starken Gasdruck, der in den meisten Petroleumlagern zu bemerken ist etc., noch nicht erklären. Es war bisher auch noch keine Vermuthung geäussert worden, aus was für Thier- oder Pflanzenkörpern das Petroleum entstanden sein könnte. — Erst in neuerer Zeit sprachen sich mehrere Gelehrte und Fachmänner über diese interessanten Punkte eingehender aus. —

In einem in der Versammlung deutscher Geologen in Saarbrücken im Jahre 1881 gehaltenen Vortrage erläuterte Dr. C. Ochsenius die Bedeutung der Mutterlaugensalze als wichtiges Agens in der Natur, welche insbesondere auch bei der Bildung des Petroleums thätig gewesen seien. Auf die hauptsächlichsten Momente dieser Theorie, wie sie auch im Jahre 1882 in der Zeitschrift „Natur“ N. 29 dem allgemeinen Leserkreis zugänglich gemacht wurde, werde ich weiter unten zurückkommen.

Im Jahre 1883 erschien eine besonders in Bezug auf die geologischen und paläontologischen Verhältnisse der Oelfundorte in Deutschland und Galizien interessante Broschüre „Petroleum Central Europa's“ von J. L. Piedboeuf (Berg- und Hütten-Ingenieur Düsseldorf), in welcher auch eine ge-

rade sich an diese geognostischen Verhältnisse anschliessende Erklärung der Bildung des Petroleums gegeben wird. Der Verfasser beweist zunächst, dass das Petroleum in den central-europäischen Fundstellen sich im Trias vorzüglich im Muschelkalk in Amerika in der unteren Kohlenformation, dem Devon und auch noch in dem oberen Silur vorfindet. Alle diese Formationen sind aber charakterisirt durch gewaltige Kalkablagerungen, die bisweilen in einer Mächtigkeit von mehreren hundert Meter entwickelt sind. Die älteren Formationen enthalten die meisten der im Handel vorkommenden Marmorarten, welche unter der Lupe betrachtet krystallinische Partien zeigen, die vielfach durch ihre Structur als aus thierischen Ueberresten hervorgegangen sich kennzeichnen. Diese krystallinischen Theile sind durch ein kalkhaltiges, verschieden gefärbtes Bindemittel verbunden. Der Muschelkalk der Trias zeigt analoge Beschaffenheit, nur sind die organischen Ueberreste, mit denen er angefüllt ist, noch viel auffallender, so dass er ja diesen seinen Namen verdankt. Die Entstehungsweise dieser Kalkschichten sowie der dieselben in beiden Formationen (Kohlen- und Tertiär-Formationen) überlagernden Dolomitbänke bringt Piedboeuf in innigen Zusammenhang mit der Bildung des Petroleums, indem nach seiner Theorie dieses mit jenen völlig gleichzeitig entstanden ist.

Nach der Bildung des Perms und der unteren Trias, also in einer Periode, welche mit der Uebergangszeit zwischen der Bildung des oberen Buntsandstein und des Muschelkalks beginnt, war der Continent wahrscheinlich von salzigen Seen überdeckt, deren Niveau höher lag als das unserer heutigen Meere und deren Ufer vom oberen Buntsandstein gebildet wurden. Dieser enthält bedeutende Mengen von Thonen, welche Gyps und Steinsalzlager einschliessen. Anfangs war die Zusammensetzung des Wassers in diesen Seen wohl eine ähnliche wie die unseres jetzigen Meerwassers; dasselbe enthielt also ausser Chloralkalien noch ziemliche Mengen von Magnesiumchlorid, ferner Calcium und Magnesiumsulfat. Auch das animalische Leben in diesen Seen mag ein ähnliches gewesen sein wie das der heutigen Meere. In den Tiefen hatten sich eigentliche Meeresthiere entwickelt, an den Küsten aber

eine Fauna, wie sie einer geringeren Wassertiefe entspricht, namentlich eine grosse Menge Amphibien oder Saurier. Aus den Excrementen und Cadavern dieser Thierwelt, welche mit thonigem Schlamm vermengt von Flüssen und Bächen nach der Mitte des Sees geführt wurden, häufte sich nach und nach in der Tiefe ein ungeheurer Herd animalischer Stoffe an, welche nur sehr langsam der Zersetzung unterlagen, da bekanntlich Salzlösungen, namentlich Magnesiumlaugen, die Fäulniss ungemein hemmen. Durch Flüsse und Bäche wurden ferner dem See auch noch viele Salze, vorzüglich Gyps, zugeführt, so dass derselbe nach und nach einen ähnlichen Charakter wie das heutige Todte Meer angenommen haben mag, d. h. das Thierleben in der Tiefe erstarb und nur in den weniger salzigen Regionen der Küste konnte sich dasselbe noch längere Zeit erhalten und dem See immer neue Mengen organischer Körper zuführen. Auf dem Grunde des Sees hatte nun schon eine allmähliche Zersetzung begonnen, es hatten sich Ammoniumcarbonat, Kohlensäure und Kohlenwasserstoffe gebildet. Die Kohlensäure konnte zum grössten Theile entweichen. Zum kleineren Theile bildete sie in Verbindung mit dem Ammoniumcarbonat durch Einwirkung auf das Calciumsulfat des nun stark kalkhaltigen Wassers kohlen-sauren Kalk, welcher sich auf und zwischen den organischen Massen niederschlug. Zu gleicher Zeit bildete sich durch die reducirende Wirkung der faulenden organischen Substanzen aus dem schwefelsauren Kalk Schwefelcalcium, welches sich noch heute vielfach in Petroleumlagern vorfindet. (Ob das Vorkommen von Schwefel in der Nähe von Petroleumlagern auf noch weitere Umsetzungen des Schwefelcalciums zurückzuführen ist, wollen wir dahingestellt sein lassen.) Nachdem auf diese Weise nach und nach der bei weitem grösste Theil des in dem Wasser enthaltenen Kalkes als kohlen-saurer Kalk niedergeschlagen war, begann sich auch durch Einwirkung von Ammoniumcarbonat auf die Magnesiumsalze Magnesiumcarbonat auszuschcheiden. Da das Magnesiumcarbonat sich nicht gleich als krystallinischer Niederschlag absetzt, sondern zunächst eine flockige Abscheidung bildet, so hielt diese, verbunden mit dem von oben immer wieder auffallenden Schlamm, viele gasige

Kohlenwasserstoffe zurück, während die Kohlensäure sich stets mit Ammoniak und den Kalksalzen umsetzen konnte. So wurden nach und nach ganze Schichten von kalkigem porösem Gestein gebildet, welche Kohlenwasserstoffe und thonige Massen einschlossen. Als Schlussproduct lagerten sich Dolomite und dolomitische Kalke auf, welche heutzutage den Uebergang zwischen den Bänken des Muschelkalks und denen des Keupers bilden. In dem See war nun auch schon alles animalische Leben erloschen und er setzte bald auf seinem Grunde eine Schicht Steinsalz ab, welche durch ihre Festigkeit jedes weitere Entweichen von Kohlenwasserstoffen verhinderte. Die aus der Zersetzung der thierischen Stoffe resultirenden sehr leicht löslichen Ammoniums Salze sowie die Mutterlaugensalze, welche sich ja auch in Steinsalzlager n nur in vereinzelt Fällen vorfinden, wurden schliesslich fortgespült, erstere mögen sich auch unter Zersetzung in die Luft verflüchtigt haben. Durch diese Entstehungsart des Petroleums erklärt sich nicht allein die Erscheinung, dass die Gesteine, in welchen das Petroleum vorkommt, im Allgemeinen porös sind, sondern auch der ungeheure Druck, den man noch jetzt in vielen Petroleumlager n findet. Nimmt man z. B. an, das Petroleum habe sich in einem Salzwasser von 1,25 Dichtigkeit, in einer Tiefe von 400 m gebildet, so war das Gas einem Druck von 50 Atmosphären unterworfen. Die darüber geschichteten festen Gesteine verhinderten oftmals, dass sich dieser Druck nach der Hebung der Schichten ausgleichen konnte, derselbe wurde vielmehr durch nachträglich erfolgte Zersetzung der organischen Massen noch vergrössert und äussert sich zur Zeit überall da, wo die feste Decke durchbrochen ist. Im Kaspischen Meere nimmt man eine Entwicklung von Kohlenwasserstoffen in solcher Menge wahr, dass man dieselben bei ruhigem Seegang anzünden kann, so dass die Flammen weithin sichtbar sind. Oft treten auch an dieser Stelle solche Mengen von flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffverbindungen aus, dass kleine Fahrzeuge umgeworfen werden. Die ursprünglich feste Decke ist eben an dieser Stelle wie an vielen andern gerissen, der Druck kann sich ausgleichen und erzeugt hier gerade die

durch die Verhältnisse bedingten so auffallenden Erscheinungen.¹⁾

In Amerika werden diese Vorgänge, die soeben für die Trias erörtert worden sind, in analoger Weise in einer früheren Periode stattgefunden haben, auch mögen hier andere Thiergattungen das Material für die Petroleumbildung geliefert haben, Umstände, die die Verschiedenheit des amerikanischen Erdöls von dem unseres Continentes erklären.

Man muss zugeben, dass diese Theorie eine Menge Erscheinungen erklärt, namentlich auch die Thatsache, dass das Auftreten von Petroleum stets mit dem von Salzwasser verbunden ist, auch wird die Bildung von Petroleum durch die energische Einwirkung der concentrirten Salzlaugen sowie das Fehlen von Stickstoffverbindungen in demselben erklärlich. Immerhin giebt es aber auch in dieser Erklärungsweise noch verschiedene dunkle Punkte. So lässt es Piedboeuf unerörtert, auf welche Weise in einem Binnensee, der nach und nach den Charakter eines Bittersees annimmt, sich noch so viel organisches Leben entwickeln kann, und die oben gegebene Erklärung, dass an den Küsten, wo Flüsse und Bäche Süßwasser in den See einführen, das organische Leben noch lange fortbestehen kann, während in der Tiefe dasselbe schon erloschen ist, giebt den ganz enormen Quantitäten von Petroleum gegenüber, wie wir sie beispielweise am Kaukasus finden, nur einen ungenügenden Ausweg.

Die schon oben erwähnte Hypothese von Ochsenius, mit welcher die später erschienene von Piedboeuf in vielen Einzelheiten übereinstimmt, basirt zwar auf ähnlichen Beobachtungen, wie sie der Theorie von Piedboeuf zu Grunde liegen, jedoch ist der Gesichtspunkt, von dem beide Ansichten sich entwickelt haben, gänzlich verschieden. Während nach Piedboeuf's Theorie das Petroleum eigentlich in jedem Binnensee bei dem gewöhnlichen Verlaufe der Entwicklung hätte entstehen müssen, so dass sich dasselbe zur Zeit vornehmlich unter

¹⁾ Bei Gelegenheit der im vorigen Herbst unternommenen Studienreise nach dem Kaukasus, auf welcher ich Herrn Hofrath Professor Dr. C. Engler begleitete, haben wir diese merkwürdigen Naturerscheinungen selbst in Augenschein genommen.

Steinsalzlageren oder doch in unmittelbarer Nähe derselben vorfinden müsste, nimmt Ochsenius an, dass aussergewöhnliche, wenn auch nicht gerade selten vorkommende Naturereignisse die Vorbedingungen für die Entstehung von Petroleum aus organischen Körpern geschaffen haben.

Die Theorie von Ochsenius unterscheidet sich principiell von allen andern dadurch, dass in derselben zum ersten Male ein bisher wenig beachtetes Agens eingeführt ist, welches speciell für die Bildung des Petroleums von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein mag und auch sonst im Haushalte der Natur vielfach wirksam gewesen sein kann. Es sind dies die Mutterlaugensalze, die wir ja, wie bekannt, in den wenigsten Fällen in den Steinsalzlageren selbst vorfinden, die vielmehr, wie Ochsenius des Näheren beschreibt, vermöge ihrer grösseren Hygroscopicität in Lösung verblieben sind (Ausnahmen: Stassfurt und Kalusz). Als das Steinsalzlager, wie das oft der Fall gewesen ist, durch vulkanische Thätigkeit gehoben wurde, bahnten sich diese Salzlaugen, mit Sand und Schlamm gemischt, ihren Weg unter- oder oberirdisch durch irgend einen Riss der ursprünglich festen Gesteinsmassen nach aussen. Wenn dieselben nun in tiefer liegenden Regionen Buchten erreichten, in denen sich ein üppig vegetirendes organisches Leben, insbesondere eine reich entwickelte Thierwelt vorfand, so wurden mit einem Schlage durch die vergiftenden Wirkungen der Salze, vornehmlich der Magnesiumsalze, alle Organismen in weitem Umkreise getödtet und mit Sand und Schlamm überdeckt. Es mögen nun ähnliche Reactionen eingetreten sein, wie sie schon oben in Piedboeuf's Hypothese entwickelt worden sind, in diesem Falle erhärteten jedoch besonders die Schlammmassen, welche einen sehr bedeutenden Gehalt an Thon aufwiesen, ziemlich schnell zu einer festen Decke und schlossen die grosse Menge der unter ihnen begrabenen Organismen hermetisch von den Einflüssen der Atmosphäre ab. Unter solchen Umständen konnten sich bei der allmäligen Verwesung neben leichteren Kohlenwasserstoffen auch solche von höherem Kohlenstoffgehalt bilden. Das gebildete Erdöl kann nun von seiner ursprünglichen Lagerstelle auf dieselbe Weise wie die Mutterlaugen

selbst nach der Hebung in alle tiefer liegenden Schichten gelangt sein, es kann durch Erhöhung des Grundwasserniveaus zum Theil gehoben worden sein, kann sich in Hohlräumen angesammelt und in Schichten hineingezogen haben, welche ursprünglich absolut gar nicht mit seiner Bildung in Zusammenhang standen. Immerhin kann man jedoch in vielen Fällen annehmen, dass das Erdöl nur theilweise von seiner ursprünglichen Bildungsstelle entfernt worden ist, besonders da, wo die einschliessenden Sandthone dem oft ziemlich dickflüssigen Petroleum genügenden Anhalt gewährten. Auch der Umstand, dass das Petroleum vielfach noch heutzutage unter einer festen Decke einen gewaltigen Druck aufweist (an Stellen, wo an hydrostatische Kräfte nicht zu denken ist), rechtfertigt die Annahme, dass sich das Oel nicht sehr weit von seiner Bildungsstelle entfernt hat, da sonst der ganz enorme Druck Gelegenheit gefunden hätte, sich auszugleichen.

Setzen wir diese Hypothese in Beziehung zu den Verhältnissen, die zur Zeit an den Orten, wo Petroleum sich vorfindet, beobachtet werden, so zeigt sich eine grosse Uebereinstimmung. Zunächst ist die Annahme, dass Muttersalzlagen auf oben beschriebene Weise aus Steinsalzlagern ausgebrochen sind, eine sehr wahrscheinliche. Der Ursprung der so häufig auftretenden Mineralquellen ist allein auf derartige Laugen zurückzuführen und ausgelaugte Steinsalzlager, wie sie Piedboeuf anzunehmen scheint, gehören zu den grössten Seltenheiten. Eine aus Steinsalzlagen entstandene Quelle würde auch eine ganz andere Zusammenstellung der Salze aufweisen. Das Petroleum ist nun thatsächlich stets von Salzwasser begleitet, dessen Zusammensetzung eine grosse Aehnlichkeit mit derjenigen der Muttersalzlagen zeigt, wie solche beim Eindunsten von Salzseen resultiren. Auch das fast gänzliche Fehlen von Petrefacten in den Petroleum führenden Schichten wird durch diese Theorie erklärt, da man annehmen kann, dass die Einwirkung der concentrirten Salzlagen so heftig war, dass es zu einer regelrechten Petrification, wie sie bei blosser Einwirkung von Meerwasser auf organische Körper stets vor sich geht, nicht kommen konnte.

Eine eigenthümliche Naturscheinung ist noch zu er-

wähnen, die besonders auf der Apscheron-Halbinsel in den Gebieten nördlich von Baku bei Balachani zu beobachten ist, und die mit obiger Hypothese sehr in Einklang steht. Es sind dies die sogenannten Schlammvulkane. Dieselben stehen in keinem Zusammenhang mit der ächten vulkanischen Thätigkeit der Erde; sie bilden sich vielmehr in manchen Fällen dadurch, dass durch den ungeheuren Gasdruck, der in den Petroleum führenden Schichten auftritt, gewisse schlammigweiche Schichtengesteine mit Salzwasser und Oel vermenget durch Risse in den darüber liegenden festen Thonen nach der Oberfläche der Erde getrieben werden. Hier entstehen dann niedrige kraterähnliche Schlammkegel, in welchen sich von Zeit zu Zeit die Ausbrüche wiederholen. Jedoch können diese Schlammvulkane auch anderen Vorgängen ihre Entstehung verdanken. Es brechen häufig die über solchen schlammigweichen Schichten lagernden Gesteinsmassen von oben nach unten oder auch seitlich ein und pressen die Schlammmassen mit dem in ihnen enthaltenen Petroleum nach der Oberfläche der Erde. In einigen Fällen entzündeten sich durch die starke Reibung der Schichten die Gase, auch treten häufig Erderschütterungen, Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche in Folge dieser Einstürze auf. So war früher die Insel Tscheleken im Kaspischen Meere eine Halbinsel, während sie jetzt vom Festlande vollständig getrennt ist. Wäre keine Senkung der Schichten eingetreten, so müsste sich ihre Halbinselnatur immer mehr verstärkt haben, da ja das Niveau des Kaspischen Meeres immer mehr gesunken ist. Auch ist nachgewiesen worden, dass der Meeresgrund an vielen Stellen eine wesentliche Hebung, an anderen eine Senkung erfahren hat, wobei mehrmals ein Ausbrechen von dunkelgefärbten thonigen Schlammmassen, wie sie auch aus vielen Petroleumbohrlöchern aus der Tiefe hervorquellen, beobachtet wurde. Die Herkunft solcher salzigen Schlamm lager, welche das Einbrechen der Schichten und somit die sogenannten Schlammvulkane ermöglichen, erklärt von allen zur Zeit existirenden Hypothesen nur diejenige von Ochsenius.

Schliesslich will ich noch, da vorliegende Arbeit speciell das Petroleum von Baku zum Gegenstand hat, die geologi-

schen Verhältnisse, unter welchen dasselbe im Kaukasus auftritt, schildern.

Das altberühmte Petroleumgebiet von Baku auf der Halbinsel Apscheron befindet sich am östlichen Ende des Kaukasus, erstreckt sich aber noch mehrere Meilen südlich am Ufer des Kaspischen Meeres entlang. Seine Fortsetzung findet dasselbe in einem submarinen Höhenzug, welcher mit der Insel Tschelekin endet. Die Petroleum führenden Schichten bestehen aus geologisch sehr jungen, thonigen und sandigen Schichten der jüngeren Tertiärperiode, die wohl auch unter dem Begriff des Flysch zusammengefasst, werden, indem man mit diesem Namen die Sandsteine und Schiefer bezeichnet, welche dem Nummulitenkalke übergeordnet sind. In den meisten Fällen findet sich das Erdöl in Erdalten vor, welche den Scheitellinien der Gebirge parallel sind und gegen Südost abfallen, dasselbe ist jedoch keineswegs an die Gesteine ein und derselben Flyschfacies gebunden. Wenn nun auch fast alle diese Schichten mit Oel durchzogen sind, so unterscheidet man doch auf Apscheron hauptsächlich drei oelreiche Sandsteinlagen, deren unterste reich an kieselligen Einlagerungen ist. Namentlich aber tritt die Naphta an solchen Stellen auf, wo durch locale Spalten und Risse das in den verschiedenen Schichten vorhandene Petroleum in einen unterirdischen Behälter zusammenfliessen kann. Deshalb sind gerade an den Stellen, wo starke Faltungs- und Verwerfungserscheinungen die regelmässige Lagerung unterbrochen haben, wo Bruchlinien in den Schichten auftreten, stets erfolgreiche Tiefbohrungen ausgeführt worden. Häufig sind diese weichen Sandsteine und blättrigen Schiefer, in denen sich das Erdöl vorfindet, von sarmatischen und Steppenkalk-Bildungen überlagert, jedoch treten die ölführenden Schichten auch schon in sehr geringer Tiefe auf, so dass die Industrie in Baku vor der Pennsylvaniens den Vorthiel einer viel leichteren und müheloseren Gewinnung des Rohmaterials hat.

Ueberblicken wir zum Schlusse das Gesagte, so ergibt sich, dass man nach den bisherigen Forschungen das Petroleum als ein Product organischer, vorzüglich thierischer Reste anzusehen habe, welches sich in allen geologischen Perioden

gebildet hat. Die Frage, auf welche Weise und durch welche Agentien diese Bildung vor sich gegangen ist, kann nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft noch nicht als endgiltig gelöst betrachtet werden, so viel steht jedoch fest, dass die Einwirkung von Salzlösungen bei der Petroleumbildung eine grosse Rolle gespielt hat.

Die Bestandtheile des Petroleums.

Das Petroleum bildet im rohen Zustande eine mehr oder weniger dickflüssige Masse von verschiedenartiger, meist dunkelbrauner bis schwarzbrauner Färbung und ebenfalls verschiedenem specifischem Gewicht. Es besteht aus einem Gemisch der verschiedensten gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffe mit geringem und wechselndem Gehalt an Sauerstoff-, Schwefel- und Stickstoff-Verbindungen. Von so grossem Interesse die genaue Kenntniss der Bestandtheile des Petroleums in mancherlei Hinsicht, besonders auch in Rücksicht auf seine Bildungsweise ist, so besitzen wir trotzdem in Folge der Schwierigkeit, die in demselben miteinander gemischten verschiedenartigen Stoffe von einander zu trennen, noch kein vollständiges Bild über seine Zusammensetzung.

Das amerikanische Petroleum ist am eingehendsten untersucht, besonders haben sich Chandler, Pelouze und Cahours, S. C. Deville und später Schorlemmer damit befasst. Dasselbe besteht hauptsächlich aus Grenz-Kohlenwasserstoffen, daher die Eigenschaften dieser Verbindungen auch der Hauptsache nach dem Petroleum zukommen. Ausser den normalen Grenz-Kohlenwasserstoffen wurden in den Destillaten bis 120° auch Isomere derselben gefunden. In geringer Menge beigemischt sind diesen Paraffinen ungesättigte Kohlenwasserstoffe der Zusammensetzung C_nH_{2n} .

Aus der Gruppe der gesättigten Kohlenwasserstoffe sind aus dem amerikanischen Petroleum folgende Einzelverbindungen isolirt¹⁾: Butan, Petan, Hexan, Heptan, Octan, Nonan,

¹⁾ Tumsky, Technolog. d. Napht. Moscou.

Dekan, Endekan, Dodekan, Tridekan, Tetradekan, Pentadekan, Hexdekan oder Palmetylwasserstoff. Dieser letzte Kohlenwasserstoff ist bisher wenig untersucht und ist möglicherweise in nicht ganz reinem Zustande ausgeschieden worden. Biel gelang es, aus dem amerikanischen Petroleum unter anderem auch den Kohlenwasserstoff $C_{21}H_{44}$ zu isoliren, dessen Siedepunkt nach seiner Angabe bei 280° liegt. Von den aromatischen Kohlenwasserstoffen sind im amerikanischen Petroleum, und zwar in der Fraktion $70-125^{\circ}$ Benzol und Toluol in Form ihrer Nitroproducte beim Behandeln mit rauchender HNO_3 ausgeschieden. In den Fractionen $150-170^{\circ}$ und $170-190^{\circ}$ ist Pseudo-Cumol und Mesitylen nachgewiesen.¹⁾ Auch in Bezug auf andere Petroleumsorten, beispielsweise das galizische, hannoversche etc. sind Untersuchungen angestellt, auf die näher einzugehen jedoch hier nicht angezeigt erscheint, da diese Arbeiten nicht viel mehr enthalten als dasjenige, was über das amerikanische Petroleum angeführt worden ist.

Mir schien es von ganz besonderem Interesse, das kaukasische Petroleum, welches sich durch seine vorzüglichen Eigenschaften immer mehr und mehr Eingang in Europa verschafft, zu untersuchen.

Die ersten Untersuchungen über kaukasisches Petroleum sind von S. C. Deville²⁾ ausgeführt worden. Seine Arbeiten haben hauptsächlich das specifische Gewicht, den Ausdehnungscoefficient, die Elementarzusammensetzung, die californische Fähigkeit und die Menge der bei verschiedenen Temperaturen erhaltenen Destillate einzelner Oelsorten zum Gegenstand.

Ferner hat auch Eichler³⁾ die Menge der in einigen Naphtasorten enthaltenen Fractionen von bestimmter Siedetemperatur bestimmt. Dieser Forscher unternahm es, die Säuren, welche bei der Gewinnung des Kerosinöls auch mit in das Destillat übergehen, zu untersuchen. Leider sind diese Untersuchungen, welche interessante Aufklärungen über die in dem Naphta enthaltenen Sauerstoffverbindungen versprochen,

¹⁾ C. Engler, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. 1885 pag. 2234.

²⁾ Comptes rend. L. XXIII, 191.

³⁾ Bull. soc. natur. Moscou 1874 No. 4 pag. 274.

nicht zu Ende geführt worden. Eichler hielt übrigens die Kohlenwasserstoffe des kaukasischen Petroleums für Verbindungen der Reihe $C_n H_{2n+2}$. Lissenko¹⁾ hat zuerst auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass bei der Destillation des kaukasischen Rohöls Fractionen erhalten werden, deren specifisches Gewicht im Vergleich mit den gleich hohen aus amerikanischem Petroleum erhaltenen bei weitem höher ist. Die Resultate sind von Biel und Wilm²⁾ bestätigt worden. Lissenko wollte aus diesem wesentlichen Unterschied des kaukasischen Petroleums gegenüber dem amerikanischen folgern, dass das kaukasische für Beleuchtungszwecke nur geringwerthig sei. Diese Folgerung wurde jedoch von Biel³⁾ widerlegt. Wenn, wie vorstehende Angaben zeigen, das kaukasische Petroleum Gegenstand der Studien verschiedener Forscher war, so waren doch über den chemischen Charakter der im kaukasischen Oel enthaltenen Verbindungen noch keine eingehenderen Untersuchungen gemacht worden, bis Beilstein und Kurbatoff⁴⁾ eine Anzahl von Petroleumsorten aus verschiedenen Theilen des Kaukasus, allerdings nur die niedersiedenden Theile derselben, der Untersuchung in dieser Richtung unterwarfen. Als Resultat ihrer Untersuchungen stellten sie die Behauptung auf, dass das Petroleum des mittleren Kaukasus, welches aus den „Kaiserbrunnen“ gewonnen war, wesentlich verschieden sei von dem auf der Apscheron-Halbinsel und an anderen Orten des Kaukasus gewonnenen, da es ihnen gelang, in ersterem Benzol, Toluol, Pentan, Hexan, Heptan nachzuweisen, während sie in den andern Oelen weder aromatische noch fette Kohlenwasserstoffe, sondern nur Hydrocarbüre finden konnten. Im Allgemeinen glauben sie, dass das kaukasische Petroleum aus hydrogenisirten aromatischen Kohlenwasserstoffen, Hydrocarbüren, die demnach der Reihe $C_n H_{2n}$ ($C_n H_{2n-6} H_6$) angehören, bestehe, während das Oel der Kaiserbrunnen der Zusammensetzung nach dem amerikanischen Oel gleich komme, also in der Hauptsache aus Kohlenwasser-

¹⁾ Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1878 pag. 341.

²⁾ Russ. Chem. Gesellsch. 1879 I. 43.

³⁾ Russ. Chem. Gesellsch. 1879 I. pag. 45.

⁴⁾ Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1880 XIII p. 1818; *ibid.* 1881.

stoffen der Reihe C_nH_{2n+2} gebildet werden, denen ein geringer Procentsatz aromatischer Kohlenwasserstoffe beigemischt sei.

Fast um dieselbe Zeit unternahmen Schützenberger und Jonin¹⁾ Untersuchungen, welche im Wesentlichen die Ansicht von Beilstein und Kurbatoff über die hydrogenisirten Kohlenwasserstoffe bestätigten. Sie verwendeten zu ihren Studien alle Fractionen, sogar die über 360° siedenden Theile der kaukasischen Oele. Die nach der Behandlung mit rauchender Schwefelsäure zurückbleibenden Kohlenwasserstoffe, welche nach ihrer Ansicht die Formel C_nH_{2n} haben, nannten sie, um die Beständigkeit derselben anzudeuten, Paraffäne. Durch Behandeln mit Chlor gelang es ihnen nicht, charakterisirte beständige Verbindungen aus dem Petroleum zu erhalten.

Gustavson²⁾ suchte sich über die Natur des Petroleums auf andere Weise Aufklärung zu verschaffen. Er liess bei Gegenwart von Al_2Br_6 Bromwasserstoff auf verschiedene Fractionen des russischen und amerikanischen Oeles einwirken und beobachtete dabei ein bemerkenswerthes Zerfallen des Petroleums in gasförmige Kohlenwasserstoffe, welche hauptsächlich der Reihe C_nH_{2n+2} angehören. Gleichzeitig entstand dabei eine Verbindung von Kohlenwasserstoff mit Al_2Br_6 , welche die constante Zusammenstellung $Al_2Br_6(C_4H_8)_2$ hatte, gleichviel ob zur Reaction Hexan, Paraffin oder irgend ein Destillat des russischen Kerosins verwendet wurde.

Endlich ist noch eine Beobachtung Mendelejeff's³⁾ bemerkenswerth. Dieser Forscher fand bei der Untersuchung 6 verschiedener Sorten Baku'scher Naphta, dass nach 4—5 maligem Destilliren die Fraction, welche bei $100-105^\circ$ siedet, das constante specifische Gewicht $0,751-0,756$ (bei $15^\circ C.$) hat. Mendelejeff folgert daraus, dass die verschiedenen specifischen Gewichte der Oele verschiedener Bohrlöcher nicht durch die Verschiedenheit der sie zusammensetzenden chemischen Verbindungen, sondern vielmehr durch die Beimengung höher oder nieder siedender Fractionen bedingt sei.

¹⁾ Comptes rend. XCL. 823.

²⁾ Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1881 pag. 2619.

³⁾ Zeitschr. Russ. Chem. Gesellsch. 1882 pag 54.

Nachweis von Kohlenwasserstoffen der aromatischen und Fett-Reihe in Petroleum aus Baku.

In der oben entwickelten Theorie über die Entstehung des Petroleums haben wir dargethan, dass die auf dem europäischen Continent aufgefundenen Petroleumlager, da sie sämtlich neueren geologischen Bildungen angehören, ihre Entstehung fast gleichzeitigen und analogen Vorgängen verdanken. Dementsprechend müssten dieselben auch eine im Grossen und Ganzen ähnliche Zusammensetzung besitzen, was jedoch mit den bisherigen Forschungen nicht übereinstimmt. Im Gegentheil waren in den elsässer, den galizischen, den italienischen Petroleumarten aromatische Kohlenwasserstoffe aufgefunden worden, während nach den Arbeiten von Beilstein und Kurbatoff¹⁾ in den Petroleumarten der Apscheron Halbinsel aromatische Kohlenwasserstoffe nicht vorhanden waren.

Da jedoch ausser obiger Theorie das hohe specifische Gewicht des kaukasischen Petroleums einen Gehalt an kohlenstoffreicheren Verbindungen erwarten lässt, so war es interessant, die Oele aus Baku eingehend bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung zu untersuchen.

Bekanntlich gelingt es nur ausnahmsweise, aus einem Petroleum irgend einen Kohlenwasserstoff durch fractionirte Destillation zu isoliren, obwohl letztere ja sonst häufig zur Trennung unzersetzt destillirender organischer Verbindungen angewendet wird. Das Petroleum ist ein zu complicirt zusammengesetztes Gemenge der verschiedenartigsten Kohlenwasserstoffe und die Siedepunkte der einzelnen Verbindungen sind so wenig von einander verschieden, dass die fractionirte Destillation fast immer nur zur Trennung mehrerer ziemlich gleich hoch siedenden Kohlenwasserstoffe von der grossen Menge der übrigen dienen kann. Bei der weiteren Untersuchung einer solchen Fraction sucht man daher gewisse Kohlenwasserstoffverbindungen zu erhalten, welche durch ihre Eigenschaften die Trennung von den übrigen ermöglichen. Man kann entweder

¹⁾ Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. 1880 XIII p. 1818.

durch Behandlung mit Salpetersäure aus den etwa vorhandenen aromatischen Kohlenwasserstoffen Nitrokörper herstellen und diese dann von den fetten Kohlenwasserstoffen, welche nicht fähig sind, mit Salpetersäure Nitrokörper zu bilden, trennen oder man kann in ähnlicher Weise auch durch Behandeln mit Brom oder einem anderen Halogen Halogen-substitutionsproducte zu gewinnen suchen, welche von aromatischen Kohlenwasserstoffen gewöhnlich leicht gebildet werden. Brom wirkt allerdings auch auf die Kohlenwasserstoffe der Fettreihe ein, indem es bei gesättigten Kohlenwasserstoffen Substitutionsproducte, bei ungesättigten Kohlenwasserstoffen Additionsproducte liefert, jedoch lassen sich die aromatischen Bromproducte meist leicht von denen der Fettreihe scheiden. Eine oft angewendete Methode, die Kohlenwasserstoffe der Fettreihe von denen der aromatischen Reihe zu trennen, ist endlich die Darstellung der Sulfosäuren durch Behandlung mit Schwefelsäure. Da die gesättigten Kohlenwasserstoffe der Fettreihe von Schwefelsäure nicht angegriffen werden, so kann man dieselben auf diese Weise als solche gewinnen, während man die aromatischen Kohlenwasserstoffe in Form der Sulfosäuren erhält. Gemischt mit diesen letzteren sind dann allerdings auch noch die Sulfosäuren, welche bei Einwirkung der Schwefelsäure auf die Homologen des Aethylens entstehen, doch lassen sich auch diese durch geeignete Methoden von den Sulfosäuren der aromatischen Kohlenwasserstoffe trennen.

Zu meinen Untersuchungen verwendete ich ein Leuchtöl, bezogen aus einem der Gesellschaft Gebrüder Nobel gehörigen Reservoir in Illowo, ein Oel, welches aus Rohölen von Baku hergestellt war. Aus demselben wurden zunächst alle bis 200° siedenden Theile abdestillirt und aus dem Destillat zwei Fractionen von 150—170° und 170—190° gewonnen. Aus je 700 gr Leuchtöl wurden auf diese Weise je 100 gr dieser Fractionen erhalten. Ich richtete mein Augenmerk hauptsächlich auf diese Fractionen, weil in diesen Pseudocumol und Mesitylen vermuthet werden konnten, Kohlenwasserstoffe, welche J. Bock¹⁾ im

¹⁾ J. Bock, Inaugural-Dissertation, Freiburg i. B. 1880.

amerikanischen, elsässer und galizischen Petroleum schon nachgewiesen hat.

Zur Darstellung von Nitroderivaten wurden in einem Kolben 50 cc der Fraction 170—190° mit einem Gemisch von 100 cc englischer Schwefelsäure und 50 cc Salpetersäure von specifischem Gewicht 1,33 übergossen, es trat jedoch hierbei keine Reaction ein. Als unter den gleichen Umständen rauchende Salpetersäure angewendet wurde, war die Reaction so heftig und tiefgreifend, dass trotz starker Kühlung die Kohlenwasserstoffe theilweise zersetzt wurden. Ein normaler Verlauf der Reaction wurde jedoch erreicht, als eine Salpetersäure vom specifischen Gewicht 1,52, aus welcher ich durch einen starken Luftstrom vorher alle Dämpfe von Untersalpetersäure ausgetrieben hatte, angewendet wurde; es wurde jedoch auch hierbei für gute Kühlung gesorgt. Nach längerem Stehen (5—6 Tage) schied sich an der Berührungsfläche von Säure und Petroleum ein Nitroproduct ab, welches deutlich gelbe und weisse Krystalle nebeneinander erkennen liess und also schon hierdurch als ein Gemenge zweier Verbindungen charakterisirt war. Die Krystalle wurden auf einem Glaswollefilter gesammelt und von der anhaftenden Säure mit Wasser und verdünnter Natronlauge gereinigt, das noch anhaftende Oel mit Alkohol abgewaschen. Im Filtrat versuchte ich durch Zusatz von Wasser noch Nitroderivate auszuscheiden, es gelang mir dies jedoch nicht, es schieden sich vielmehr nur schmutzig grügraue, wenig charakterisirte Producte ab.

Die auf dem Filter zurückbleibende gelbrothe Krystallmasse ist leicht löslich in Benzol und Chloroform, nur schwierig vollständig löslich in heissem absolutem Alkohol, worin sich jedoch ein Theil der Krystalle leicht löste. Es wurde deshalb zur Trennung folgendermassen verfahren. — In einem Rundkölbchen wurden die Krystalle mit einer zur Lösung nicht genügenden Menge absoluten Alkohols übergossen und einige Zeit mit demselben am Rückflusskühler gekocht. Der überstehende Alkohol, der einen Theil der Krystalle gelöst enthielt, wurde nun unter Anwendung eines Heiss-Wasser-Trichters filtrirt, der Rückstand aber nochmals mit Alkohol behandelt. Aus den heissen alkoholischen Filtraten schieden sich sofort

spiessige Krystalle aus; dieselben zeigten nach mehrmaliger Umkrystallisation aus Alkohol den constanten Schmelzpunkt 185°, was auf Trinitropseudocumol hindeutete. Eine Elementaranalyse der bei 100° getrockneten Substanz bestätigte diese Vermuthung:

Angewandte Substanz = 0,3345 gr	
Gewicht der gefundenen CO ₂ = 0,524 gr;	Berechnet für
dies entspricht: 0,142 gr C	C ₉ H ₉ (NO ₂) ₃
oder in Procenten = 42,45 C	C = 42,35 %
Gewicht des gefundenen H ₂ O = 0,108 gr	H = 3,53 „
dies entspricht: 0,0119 gr H	N = 16,47 „
oder in Procenten = 3,6 H	

Die bei der Behandlung mit heissem Alkohol zurückbleibende Krystallmasse war nun von rein weisser Farbe und zeigte nach 8 maligem Umkrystallisiren aus Benzol, in dem sie leicht löslich war, den constanten Schmelzpunkt 232°. Da Trinitromesitylen auch bei 232° schmilzt und eine Elementaranalyse gut auf die Zusammensetzung dieser Verbindung stimmt, so darf dieses Product zweifellos als aus Trinitromesitylen bestehend angesprochen werden.

Angewandte Substanz = 0,2823 gr.	
Gewicht der gefundenen CO ₂ = 0,438 gr;	Berechnet für
dies entspricht = 0,1194 C	C ₉ H ₉ (NO ₂) ₃
oder in Procenten = 42,27 C	C = 42,35
Gewicht der gefundenen H ₂ O = 0,0936 gr;	H = 3,53
dies entspricht 0,0104 H	N = 16,47
oder in Procenten = 3,68 H	

N-Bestimmung:

Angewandte Substanz 0,350 gr
N gefunden 16,62 %.

Ein Versuch, diese Nitroverbindung in die Amidoverbindung überzuführen, scheiterte an der grossen Beständigkeit derselben. Die verschiedensten Reductionsmittel, wie: Zink und Schwefelsäure, Zinn und Salzsäure, alkoholisches Schwefelammonium etc. blieben ohne Wirkung, ein Verhalten, das dem von Fittig¹⁾ aus dem Steinkohlentheer dargestellten Trinitromesitylen entspricht.

¹⁾ Annalen CLI pag. 265.

auf ähnliche Weise erhaltenen Bromproducte mit feuchtem Silberoxyd sich Nonylen abschied. Ich versuchte auf gleiche Weise Kohlenwasserstoffe der Fettreihe auszuschcheiden, jedoch liessen sich hierbei keine charakterisirten Producte erhalten. Ich verfuhr deshalb, um einen der in vorliegendem Petroleum enthaltenen Kohlenwasserstoffe der Fettreihe zu isoliren, auf andere Weise, indem ich durch Behandlung mit Schwefelsäure die aromatischen Verbindungen in Form ihrer Sulfosäuren ausschied. Es war jedoch zu diesem Zweck nothwendig, eine engere Fraction anzuwenden, und ich wählte hierzu die Fraction von 149—151°, da gerade innerhalb dieser Grade bedeutendere Mengen von Kohlenwasserstoffen überdestillirten.

20 gr dieser Fraction wurden mehrmals mit der dreifachen Gewichtsmenge kalter rauchender Schwefelsäure in einem Messcylinder gut durchgeschüttelt, bis keine Volumverminderung mehr zu bemerken war. Sodann wurden die Kohlenwasserstoffe von der Schwefelsäure im Scheidetrichter getrennt und wiederholt erst mit Wasser, dem wenig Natronlauge zugesetzt war, sodann mit reinem Wasser gewaschen, mit Chlorcalcium getrocknet und schliesslich destillirt. Der Siedepunkt hatte sich nicht verändert und mehrere Dampfdichtebestimmungen zeigten, dass durchaus noch kein einheitlicher Körper vorlag.

Wurde jedoch die zur Sulfurirung dienende Schwefelsäure auf 40—50° erwärmt, so verlief die Reaction ungleich energischer. Während bei der vorigen Behandlung von 20 gr Kohlenwasserstoffen, 8 gr, also 40 % durch Sulfurirung entfernt wurde, so gingen bei dieser zweiten Behandlung von 20 gr der aus obigem Process resultirenden Kohlenwasserstoffe nochmals 8 gr in die Schwefelsäure in Lösung. Das hinterbliebene Oel wurde gewaschen, getrocknet und wiederholt destillirt, wobei es den Siedepunkt 149°—151° zeigte. Es gab bei den ausgeführten Dampfdichtebestimmungen nach der Methode von Victor Meyer folgende Resultate:

I. Angewandte Substanz	= 0,051 gr
B = Barometerstand	= 758 mm
t = Temperatur	= 21°
V = gefundenes Volumen	= 9,75 ccm

t° = Temperatur des Wassers = 20°
 Wt° = Tension des Wasserdampfs bei t° = 17,3
 D = Dampfdichte
 S = Angewandte Substanz.

$$D = \frac{s(1 + 0,00366 t) 587780}{(B - Wt^{\circ}) V} = 4,47.$$

II. Angewandte Substanz = 0,0505 gr

$$B = 744,4$$

$$t = 17,5$$

$$V = 9,6$$

$$t^{\circ} = 16$$

$$Wt^{\circ} = 17,1$$

$$D = 4,52$$

Berechnet für Nonan 4,541.

Eine hierauf ausgeführte Elementaranalyse ergab:

Angewandte Substanz = 0,1670 gr

Gewicht des gefundenen CO_2 = 0,5153; Berechnet für

dies entspricht = 0,1405 C

oder in Procenten = 84,13 C

Gewicht des gefundenen H_2O = 0,2376;

dies entspricht = 0,0264 H

oder in Procenten = 15,80 H

C_9H_{20}

$(\text{C}_n\text{H}_{2n+2})$

C = 84,37 %

H = 15,62 %

Da es mir gelungen war, Pseudocumol und Mesitylen in Form ihrer Nitro- und Bromderivate in dem vorliegenden kaukasischen Petroleum nachzuweisen, so hoffte ich, in der Fraction 149—151° auch noch das dritte Cumol, das Aethylmethylbenzol, welches innerhalb dieser Temperaturgrade siedet, aufzufinden. Dieser Kohlenwasserstoff konnte in Form seiner Sulfoverbindung in der zur Reindarstellung des Nonans verwendeten Schwefelsäure enthalten sein. Es wurde deshalb, um diese Verbindung zu erhalten, die Hauptmenge der überschüssigen Schwefelsäure mit Bariumcarbonat abgestumpft, so jedoch, dass die Lösung noch stark sauer blieb. Das Filtrat hiervon wurde, um das Strontiumsalz (welches nach den Angaben Jacobsens¹⁾ die charakterisirteste Verbindung dieser Sulfosäure ist) zu erhalten, mit Strontiumcarbonat im Ueber-

¹⁾ Annalen.

schuss versetzt. Das so gebildete sulfosaure Strontium konnte jedoch nur als braunes, in Wasser und Alkohol sehr leicht lösliches Pulver erhalten werden, welches sich nicht als genügend rein für die Analyse erwies.

Ich werde jedoch nicht verfehlen, später diese Verbindung noch näher zu studiren.

Wie die vorstehenden Untersuchungen zeigen, ist es mir gelungen, in einem kaukasischen Petroleum aus Baku aromatische Kohlenwasserstoffe, nämlich Pseudocumol und Mesitylen und einen Repräsentanten der Fettreihe das Nonan nachzuweisen. Da aus den Versuchen von Wreden¹⁾ hervorgeht, dass aus den hydrirten Kohlenwasserstoffen $C_n H_{2n}$ sich die Carbüre $C_n H_{2n-6}$ nicht oder nur äusserst schwierig zurückbilden, obige Nitro- und Bromderivate also nicht aus hydrirten Kohlenwasserstoffen der Reihe $C_n H_{2n}$ entstanden sind, so stehen diese Resultate einigermassen im Gegensatz zu denen von Beilstein und Kurbatoff, nach deren Studien aromatische Kohlenwasserstoffe in den Oelen der Apscheron-Halbinsel nicht vorhanden sind. Andererseits bilden dieselben einen neuen Beleg für die Ansicht, dass das Petroleum des europäischen Continents, als nahezu gleichzeitig in der Tertiärperiode gebildet, auch annäherd eine ähnliche Zusammensetzung aufweisen muss.

IV. Prüfung des kaukasischen Petroleums auf seinen Werth als Leuchtmaterial, insbesondere in Vergleich mit dem amerikanischen Leuchtöl.

1. Untersuchung des Petroleums durch fractionirte Destillation.

Wie oben gezeigt worden ist, sind über die chemische Natur des kaukasischen Petroleums schon mannigfaltige Untersuchungen gemacht, jedoch noch sehr wenig Versuche ange-

¹⁾ Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1880 pag. 1818.

stellt worden, die uns Aufschluss über die praktische Bedeutung desselben als Beleuchtungsmaterial geben. Allerdings war man bisher stets geneigt, das amerikanische Brenn-Petroleum dem kaukasischen in Beziehung auf seine Leuchtkraft voranzustellen, ohne jedoch irgend einen thatsächlichen Grund für diese Bevorzugung des ersteren zu haben. Es schien also geboten, auch in dieser Richtung das kaukasische Petroleum eingehend zu untersuchen und seinen Leuchtwert im Vergleich zu dem des amerikanischen Oeles festzustellen.

Zur Beurtheilung des Petroleums bzw. seines Werthes als Beleuchtungsmaterial genügt es, wie die Erfahrung gezeigt hat, nicht, das specifische Gewicht und den Entflammungspunkt festzustellen. Beide Eigenschaften können von den Fabrikanten in beliebigen Variationen künstlich erzielt werden, indem dieselben leichte und schwere Oele untereinander mischen. Die Leuchtkraft kann in solchen Fällen im Anfang eine vorzügliche sein, nimmt aber dadurch, dass sich Kohle am Docht ansetzt, schnell ab, so dass ein solches Petroleum durchaus nicht den Anforderungen entspricht, welche man an ein gutes Brennöl zu stellen berechtigt ist. Als eigentliches Brennöl kommen in den meisten Fällen nur die mittleren Fractionen, welche von 150—270° sieden, in Betracht. Die unter 150° siedenden Theile erniedrigen den Entflammungspunkt zu sehr und können, wenn sie in grosser Menge vorhanden sind, das Oel feuergefährlich machen; die über 290° siedenden beeinträchtigen die Leuchtkraft des Oeles und geben zu verschiedenen nachtheiligen Erscheinungen: Absetzen von koksartiger Kohle auf dem Dochte, schlechter Steigkraft etc. Veranlassung. Es ist deshalb zur Beurtheilung der Güte eines Petroleums unumgänglich nöthig, den Gehalt desselben an leichten Oelen, eigentlichen Leuchtölen, und an schweren Oelen zu ermitteln, was durch fractionirte Destillation geschieht. Nur auf diese Weise gewinnt man einen Einblick in die Natur eines Petroleums und des bei seiner Raffination eingeschlagenen Verfahrens. — Zur Ergänzung dieser Untersuchungsmethode dienen photometrische Messungen, durch welche man sowohl die Leuchtkraft der Gesamtöle als auch die der einzelnen Fractionen feststellen und so bestimmen kann, welche Fractionen noch

dem Oel beigemischt sein dürfen, ohne seine Leuchtkraft wesentlich zu beeinträchtigen. Es sind deshalb, um den Werth des kaukasischen Petroleums im Vergleich zum amerikanischen festzustellen, zunächst von verschiedenen Brennpetroleumsorten des Handels beiderlei Art fractionirte Destillationsproben hergestellt worden, und zwar von 10 Sorten amerikanischen und 4 russisch-kaukasischen Oelen.

Zur Ausführung der Destillation werden gewöhnlich runde Fractionskölbchen von 6,5 cm Durchmesser mit 1,6 cm weitem und 15 cm langem Hals verwendet, bei welchem die Entfernung des seitlichen Entbindungsrohres für die Dämpfe von dem oberen Theile des Kolbens 6,5 cm betrug. — Die Destillation selbst wurde nach der im hiesigen Laboratorium schon seit lange üblichen und bewährten Methode ausgeführt.

Für jede Destillation kamen 100 ccm Petroleum zur Anwendung und geschah die Erwärmung desselben bis 150° auf dem Drahtnetz, später auf freier Flamme derart, dass in einer bestimmten Zeit stets ungefähr gleiche Mengen Petroleum überdestillirten (2—2,5 cm pro Minute). Die Menge des übergegangenen Destillates wurde von 130° ab von je 20 zu 20° also bei 150, 170 etc. bis 310° sowohl volumprocentisch als auch dem Gewichte nach bestimmt. — War einer der bezeichneten Temperaturgrade, zunächst also 130° erreicht, so wurde der Brenner so lange beseitigt, bis die Temperatur um mindestens 20°, also auf 110° gesunken war, hierauf das Oel wieder zum Kochen erhitzt, bis das Thermometer wieder dieselbe Temperatur, also 130° zeigte. Mit diesem Abkühlen und Wiedererhitzen wurde jedesmal so lange fortgefahren, als beim Erhitzen auf den bestimmten Temperaturgrad noch messbare Mengen übergingen. Diese Methode zeigt, wie sich erwarten lässt, mit der von Beilstein¹⁾ vorgeschlagenen durchaus keine völlige Uebereinstimmung in den Resultaten. Es scheint jedoch im Gegensatz zu dieser die Destillation gleichmässiger zu verlaufen und nicht so sehr von kleinen Zufälligkeiten abhängig zu sein. Dementsprechend lassen sich bei unserer Methode bis auf 1 % unter sich über-

¹⁾ Chem. Ind. 1884 pag. 386.

Amerikanisches Petroleum.

Entfl.- Punkt	Spec. Gewicht	Beginn d. Siedens	130-150	150-170	170-190	190-210	210-230	230-250	250-270	270-290	290-310	bis 310°	über 310
P e t r o l e u m No. I.													
25,5	0,809	115°	6,5 cc	7,5 cc	8 cc	6 cc	9 cc	7,75 cc	9,25 cc	11 cc	5 cc	77 cc	28 cc
			4,49 gr	5,37	7,32	4,58	5,98	6,03	7,49	9,91	3,18	59,72 g	
P e t r o l e u m No. II.													
24,5	0,800	100°	6,9 cc	8,9	11	8,25	9	7,8	8	7	2	77,85	24,15
			4,83 gr	6,31	6,9	8,58	6,41	8,07	6,47	5,74	1,89	62,19	
P e t r o l e u m No. III.													
25,5	0,805	102°	8,5 cc	6,5	11	12,5	10,5	9,5	6,5	6,5	8	7	86,5
			5,81 gr	4,65	9,36	9,93	8,01	7,8	4,83	5,3	6,8	6,0	68,49
P e t r o l e u m No. IV.													
24,5	0,805	110°	7,75 cc	7,5	8	5,75	6,25	11,5	9,75	9,75	4,75	78	26,75
			5,21 gr	5,95	5,95	5,35	4,75	5,23	9,24	8,14	8,15	4	61,97
P e t r o l e u m No. V.													
23,5	0,800	105°	9,25 cc	11,25	8	9,25	5	7	5,25	7,25	6,25	5	74,25
			6,51 gr	9,29	6,03	5,73	4,38	5,11	5,08	5,5	5,78	4	57,41

23,5		0,800		105°		9,25 cc		11,25		8		0,08		0,73		4,88		5,11		0,08		7,35		6,25		0,75		74,35		30,75	
P e t r o l e u m		N o. V I.		8		5,25		5,11		0,08		7,35		6,25		0,75		74,35		30,75											
27,5	0,805	115°	4 cc	8,5	12,5	11,5	8,75	9,5	9,25	10,5	4,75	4	83,25	20,75																	
			2,75 gr	6,79	9,08	8,64	7,04	7,55	7,8	8,49	3,86	3,97	66																		
P e t r o l e u m N o. V I I.																															
24	0,800	95°	10,25	9,5	8	8	6	6,5	4,5	10,25	9	6,5	78,5	28,0																	
			7,19	7	6,45	5,89	4,88	5,02	3,58	9,8	7,82	5,5	63,13																		
P e t r o l e u m N o. V I I I.																															
25,5	0,805	110°	8 cc	8,75	9	7,75	6	6,25	8,75	5,75	10,75	7,75	78,75	29,25																	
			5,2 gr	6,53	6,83	6,02	4,89	4,96	7,07	4,83	9,1	6,4	61,86																		
P e t r o l e u m N o. I X.																															
26,5	0,800	108°	7,25 cc	9,75	9	7,75	8,75	5,75	5,25	9,75	8,75	10	82	28																	
			5,12 gr	7,45	6,86	5,81	6,51	4,38	4,96	8,31	7,43	7,91	64,74																		
P e t r o l e u m N o. X.																															
23	0,800	100°	8 cc	14,5	12,5	7,75	5,75	6,5	5,75	9,75	6,25	4,25	81	23,25																	
			5,18 gr	11,22	9,22	6,38	4,3	5,15	4,68	8,15	5,21	3,69	63,18																		
Mittelzahlen:																															
bis 150°																															
16,9 cc																															
von 150-290°																															
57,1 cc																															
über 290°																															
25,0 cc																															

Kaukasisches Petroleum.

Kuhl- Punkt	Spec. Gewicht	Beginn d. Siedens	bis 130°	130-150	150-170	170-190	190-210	210-230	230-250	250-270	270-290	290-310	bis 310°	über 290
----------------	------------------	----------------------	----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------

Petroleum No. I.

31	0,820	129°	—	6 cc	16	16	16,25	14,75	13	8,5	4,5	3	98 cc	5 cc
				5,23 gr	11,94	13,33	13,1	12,17	10,66	6,37	3,27	2,32	78,39 g	

Petroleum No. II.

32	0,820	112°	2,25 cc	8,75	15	11,5	13	15,75	11	9	7	5	98,25	6,75 cc
			1,69 gr	6,37	11,55	8,97	10,42	13,15	10,28	7,83	5,74	4,6	80,6	

Petroleum No. III.

34	0,8205	118°	2 cc	6,75	13	14	18,25	15	14	7	4,75	2,5	96,25	5 cc
			1,43 gr	5,06	10,01	10,92	14,6	12,45	12,84	6,09	3,89	2,0	79,29	

Petroleum No. IV.

36	0,820	119°	2 cc	4,25	14	19	13,75	23,25	10	6	3	1	96	5 cc
			1,32 gr	3,1	11,3	14,8	10,33	18,09	9,3	5,23	2,46	0,91	76,84	

Mittelzahlen:

bis 150°
8 cc

von 150-290°
87,06 cc

über 290°
5,25 cc

einstimmende Resultate erreichen, was bei der Beilstein'schen nicht der Fall ist. — Zur Bestimmung des Entflammungspunktes diene ein amtlich geeichter Abel'scher Petroleumprober. — Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes wurde ein gewöhnlicher Aräometer angewendet.

In vorstehender Tabelle sind die Resultate dieser Untersuchungen zusammengestellt.

Auch die specifischen Gewichte und Entflammungspunkte der Herzbestandtheile (150—300°) aus amerikanischen und kaukasischen Oelen wurden untereinander verglichen.

Versuche ergeben:

Oelsorte:	Spec. Gewicht	Entfl.-P.
Amerik. No. I	0,805	29
„ No. II	0,800	28
Mittel:	0,8025 Sp. G.	28,5 Entfl.-P.
Kauk. No. I	0,825 Sp. G.	45,5° Entfl.-P.

Bei Vergleichung der Zahlen, welche obige Tabelle über amerikanisches und russisches Petroleum aufweist, bemerkt man die auffallende Thatsache, dass die kaukasischen Petroleummarken trotz des höheren specifischen Gewichtes viel weniger schwere, über 290° siedende Theile enthalten, ferner, dass die Ausbeute an eigentlichem Leuchtöl (150—290°) beim kaukasischen Oel viel grösser ist, als beim amerikanischen. So liefert das kaukasische Petroleum im Durchschnitt 87 % an Leuchtöl (150—290°) von specifischem Gewicht 0,825, das amerikanische dagegen nur 57 % Leuchtöl.

Das kaukasische Oel zeigt also nach diesen Versuchen einen entschieden höheren Gehalt an jenen, für die praktische Verwendung werthvollen mittleren Fractionen als die gewöhnlichen Handelsmarken des amerikanischen Petroleums.

2. Vergleichende Versuche über die Steigkraft amerikanischen und kaukasischen Petroleums in Capillaren und im Docht.

Von grosser Bedeutung für die praktische Verwerthung des Petroleums ist sein Verhalten in den Dochten. Nach

der Construction unserer Petroleumlampen ist eine gewisse Steigkraft des Oeles Vorbedingung, wenn dasselbe als gutes Beleuchtungsmaterial gelten soll. Es muss mindestens bis zum oberen Rand des Dochtes emporsteigen können, um in der Flamme zu verbrennen. Ebenso muss auch die Schnelligkeit des Steigens von Einfluss auf den Brennprocess sein, denn wenn das Oel zu langsam in dem Dochte in die Höhe geht und der Flamme zu wenig Nahrung zugeführt wird, so wird der Docht angegriffen, er verkohlt und hierdurch sowohl als auch aus Mangel an Oel wird die Intensität des Lichtes stark beeinträchtigt.

Es wurden deshalb behufs vergleichender Beurtheilung amerikanischen und kaukasischen Brennpetroleums auch Versuche angestellt, um die Steigkraft und die Schnelligkeit des Steigens der Oele festzustellen.

Da sich die Steigkraft in Dochten selbst schlecht beobachten lässt, so wurden zur Ermittlung derselben Capillaren angewendet. Ich ging dabei von der wohl berechtigten Annahme aus, dass ein Docht als ein System einer ganzen Menge feiner Capillaren anzusehen ist.

Nennen wir nun die Höhe der in der Capillare aufgestiegenen Flüssigkeitssäule h , den Radius r und das spezifische Gewicht s , so ist

$$h \cdot r = \frac{2 \alpha}{s},$$

α bedeutet darin die sogenannte „Capillarconstante“. Die Steigkraft eines Oeles hängt also ab von dem Werth des Ausdrucks $\frac{2 \alpha}{s}$, denn von zwei Oelen, von denen das eine einen grösseren Werth $\frac{2 \alpha}{s}$ besitzt als das andere, wird das erstere im selben Rohr (Docht) höher aufsteigen als das zweite. Die experimentelle Vergleichung lässt sich in einfacher Weise ausführen, wenn man die Oele jedesmal im selben Capillarrohr aufsteigen lässt. Die Steighöhe gibt alsdann ein Maass für die Grösse $\frac{2 \alpha}{s}$.

Zu den Versuchen wurden drei Capillaren von verschiedenem Radius benutzt. Dieselben trugen eingezätzte mm-Thei-

lungen, deren Nullpunkt in den Flüssigkeitsspiegel eingestellt wurde. Nach dem Aufsteigen der Flüssigkeit hat man bei derselben Temperatur die Steighöhe an den Theilungen abzulesen. Die Capillarröhren wurden nach jedesmaligem Gebrauch zuerst mit Alkohol, sodann mit Aether gut ausgewaschen und sorgfältig getrocknet. Diese Art Reinigung erwies sich, wie besondere Versuche lehrten, als genügend.

Steighöhe des russisch-kaukasischen Oeles:

Capillare No.	I = h = 41	mm
"	"	II = h = 34,5 "
"	"	III = h = 32 "

Die so erhaltenen Zahlen sind zwar unter sich vergleichbar und, wie oben auseinandergesetzt, deshalb für den vorliegenden Zweck ausreichend, will man jedoch Zahlen haben, die allgemeine Bedeutung besitzen, so muss man die Capillarconstanten bestimmen. Dies geschieht, indem ausser der Steighöhe noch der Radius in Rücksicht gezogen wird. — Das spec. Gewicht wurde in gewöhnlicher Weise mit Aräometer festgestellt.

Die Radien der drei Capillarröhren wurden unter einem mit Ocularmicrometer versehenen Mikroskop ausgemessen. Zur Controle wurden überdies für das russische Oel, welches ich als „Normalöl“ bezeichnen werde, besondere Versuche zur Bestimmung der Capillarconstanten gemacht. — Aus einem mit concentrirter Schwefelsäure und destillirtem Wasser gereinigten und getrockneten Glasrohr wurden vor der Lampe drei Capillarröhren ausgezogen. Nachdem in ihnen die Steighöhen des Oeles beobachtet waren, wurden die Capillaren an der Stelle, an welcher sich der Meniscus befunden hatte, durchschnitten und an diesem Querschnitt der grösste und kleinste Durchmesser aufgesucht und gemessen. Das halbe Mittel beider wurde als Radius angenommen.

Hierbei wurden die folgenden Werthe gefunden:

Russisches Normalöl.

Capillare	Steighöhe mm	Sp. Gew. bei 17° C.	Radien mm	$\alpha = \frac{h \cdot r \cdot s}{2} = 2,74$ mm
I	$h = 62,5$	$s = 0,820$	$r = 0,107$	$\alpha = \frac{h \cdot r \cdot s}{2} = 2,74$ "
II	$h = 41,0$	$s = 0,820$	$r = 0,157$	$\alpha = \frac{h \cdot r \cdot s}{2} = 2,63$ "
III	$h = 32,1$	$s = 0,820$	$r = 0,20$	$\alpha = \frac{h \cdot r \cdot s}{2} = 2,63$ "
				Mittel f. $\alpha = 2,67$ "

Da es für die Vergleichung der amerikanischen und kaukasischen Oele bezüglich ihrer Steigkraft von Interesse war, zu erfahren, welchen Einfluss die niederen und besonders die über 300° siedenden Theile des Petroleums auf die Steigkraft ausüben, wurden auch noch verschiedene Fractionen, resp. Fractionsgemenge in dieser Hinsicht einer Untersuchung unterzogen, und zwar:

1. Das ganze Oel.
2. Das ganze Oel excl. der bis 150° siedenden Theile.
3. Die zwischen 150—300° siedenden Theile.
4. Die bis 300° sied. Theile des Oeles.
5. " " " " " " " " +10% Rückstände.¹⁾
6. " " " " " " " " +20% "
7. " " " " " " " " +30% "

Die Beobachtungen wurden sämmtlich bei einer Temperatur von 17° ausgeführt.

Die Mittelwerthe von α sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Amerikanisches Petroleum.

1. Von 2 amerik. Petrol. ist	$\alpha = 2,60$
2. Ganzes Oel excl. der bis 150° sied. Theile	$\alpha = 2,56$
3. Die zwischen 150—300° sied. Theile	$\alpha = 2,59$
4. Die bis 300° sied. Th. des Oeles	$\alpha = 2,63$
5. " " " " " " " " +10% Rückst.	$\alpha = 2,57$
6. " " " " " " " " +20% "	$\alpha = 2,55$
7. " " " " " " " " +30% "	$\alpha = 2,49$

¹⁾ Rückstände bedeuten die über 300° siedenden Theile.

Russisch-kaukasisches Petroleum.

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Von 2 russ.-kauk. Petrol. ist | $\alpha = 2,66$ |
| 2. Ganzes Oel excl. der bis 150° sied. Theile | $\alpha = 2,62$ |
| 3. Die zwischen 150—300° sied. Theile | $\alpha = 2,65$ |
| 4. Die bis 300° sied. Th. des Oeles | $\alpha = 2,67$ |
| 5. " " " " " " " " + 10% Rückst. | $\alpha = 2,62$ |
| 6. " " " " " " " " + 20% " " | $\alpha = 2,61$ |
| 7. " " " " " " " " + 30% " " | $\alpha = 2,58$ |

Aus den Zahlen ergibt sich, dass die Steighöhe beim russisch-kaukasischen Oel ein wenig grösser ist als beim amerikanischen.

Ferner ergibt sich aus den erhaltenen Zahlen, dass die über 300° siedenden Theile auf die Steigkraft der Oele einen ungünstigen Einfluss ausüben, jedoch macht sich dieser Einfluss weniger bei dem kaukasischen Petroleum geltend als bei dem amerikanischen. Aus der Thatsache, dass ein verhältnissmässig nicht unbedeutender Zusatz von über 300° siedenden Theilen keine merkliche Veränderung des spec. Gew. verursacht, geht hervor, dass die Beobachtung des spec. Gew. allein noch keinen Anhaltspunkt für Beurtheilung der Steigkraft eines Oeles bietet, während die Feststellung der letzteren (ein eben so rasch als leicht auszuführender Versuch, wenn Capillaren von bekanntem innerem Durchmesser vorrätzig sind) für die Beurtheilung eines Petroleums von grosser Wichtigkeit ist.

Wie schon oben erwähnt, ist für die Brauchbarkeit eines Erdöls die Schnelligkeit des Steigens in den Dochten von wesentlichem Einfluss. Die Versuche hierzu wurden direct mit Dochten, in denen man beim Lampenlicht das Aufsteigen des Oeles gut verfolgen kann, ausgeführt. Auf den völlig trockenen Dochten wurden von je 5 zu 5 cm Marken aufgetragen und der so präparirte Docht bis zur ersten Marke in das in einem Becherglase befindliche Oel eingetaucht, derart, dass derselbe vollständig senkrecht stand. Es wurde nun beobachtet, wie lange Zeit jedes einzelne Petroleum resp. jede einzelne Fraction brauchte, um in dem Docht 10 resp. 15 cm in die Höhe zu kommen. Die dabei beobachteten Resultate sind in folgender Tabelle enthalten:

Amerikan. Petroleum.

Das ganze Oel:

bis 10 cm dauerte 4 Minut.

„ 15 „ „ 11 „

Fraction 150°—300°:

bis 10 cm dauerte 3,5 Minut.

„ 15 „ „ 10,5 „

Fraction: ganzes Oel excl. der
bis 150° sied. Theile:

bis 10 cm dauerte 4,75 Minut.

„ 15 „ „ 13,5 „

Fraction: die bis 300° sied.
Theile:

bis 10 cm dauerte 3,5 Minut.

„ 15 „ „ 10 „

Russ.-kauk. Petroleum.

Das ganze Oel:

bis 10 cm dauerte 3,5 Minut.

„ 15 „ „ 8,75 „

Fraction 150°—300°:

bis 10 cm dauerte 3,5 Minut.

„ 15 „ „ 9,5 „

Fraction: ganzes Oel excl. der
bis 150° sied. Theile:

bis 10 cm dauerte 4 Minut.

„ 15 „ „ 10,5 „

Fraction: die bis 300° sied.
Theile:

bis 10 cm dauerte 2,5 Minut.

„ 15 „ „ 8 „

Es ist von besonderem Interesse, den ungünstigen Einfluss, den die über 300° siedenden Theile beim amerikanischen Petroleum auf die Schnelligkeit des Steigens ausüben, zu verfolgen, ein Einfluss, der sich beim kaukasischen Petroleum, wie aus nachstehender Tabelle zu ersehen ist, bei weitem weniger geltend macht:

Amerikan. Petroleum.

Die bis 300° sied. Theile des

Oeles + 10 % Rückst.:

bis 10 cm dauerte 4 Minut.

„ 15 „ „ 12 „

Die bis 300° sied. Theile

+ 20 % Rückst.:

bis 10 cm dauerte 4,5 Minut.

„ 15 „ „ 13 „

Die bis 300° sied. Theile

+ 30 % Rückst.:

bis 10 cm dauerte 6 Minut.

„ 15 „ „ 15 „

So zeigt amerikanisches

+ 30 % Rückstände eine Steiggeschwindigkeit von 6 bezw.

Russ.-kauk. Petroleum.

Die bis 300° sied. Theile

+ 10 % Rückst.:

bis 10 cm dauerte 3,5 Minut.

„ 15 „ „ 9,5 „

Die bis 300° sied. Theile

+ 20 % Rückst.:

bis 10 cm dauerte 4 Minut.

„ 15 „ „ 11 „

Die bis 300° sied. Theile

+ 30 % Rückst.:

bis 10 cm dauerte 5 Minut.

„ 15 „ „ 11 „

Petroleum Fraction bis 300°

steigt bis 10 cm in 3,5 bis 5 Minuten.

15 Minute
dagegen:
Es
300° sied
Grenzen
stens hins
Von
rustellen
und sein
rnächst
Steigkraft
Versuchen
gleichen s
Versuchs
zusammense
Gewicht
ein specif
specifische
desselben
Fraction
aus Braum
durch Mis
nischem
Die F
Dochten v
stellung d
Viscosität
schwindig
Russ
Viscosität
Ame
Viscosität
Säch
Viscosität

15 Minuten, das gleiche Gemenge des kaukasischen Petroleums dagegen: 5 bzw. 11 Minuten.

Es geht aus diesen Zahlen hervor, dass selbst höher als 300° siedende Antheile des kaukasischen Petroleums in gewissen Grenzen den Werth desselben als Beleuchtungsmaterial wenigstens hinsichtlich der Steigkraft nicht wesentlich beeinträchtigen.

Von Interesse war es nun noch, die Beziehungen festzustellen, welche zwischen der Viscosität eines Oeles und seiner Steigkraft in den Dochten bestehen. Um zunächst den Einfluss, den das specifische Gewicht auf die Steigkraft hat, zu eliminiren, verwendete ich zu diesen Versuchen durch künstliche Mischung erhaltene Oele von gleichen specifischen Gewichten, und zwar wurde bei den ersten Versuchsreihen das russische in seiner ursprünglichen Zusammensetzung angewendet. Dasselbe besass das specifische Gewicht 0,825. Um das amerikanische Petroleum, welches ein specifisches Gewicht 0,800 besass, in ein Oel von gleichem specifischem Gewicht 0,825 zu verwandeln, wurden 300 cc desselben mit 75 cc der aus dem gleichen Oel erhaltenen Fraction 250—300° gemischt. Ein sächsisches Oel (Solaröl aus Braunkohlentheer) von specifischem Gewicht 0,825 wurde durch Mischen von leichteren und schwereren Oelen von specifischem Gewicht 0,790—0,850 erhalten.

Die Bestimmungen der Schnelligkeit des Steigens in den Dochten wurden wie oben beschrieben ausgeführt; die Feststellung der Viscosität geschah mittelst des Engler'schen Viscositätsapparats, also durch Feststellung der Ausflusgeschwindigkeit gleicher Mengen Oel.

Russisches Petroleum spec. Gewicht 0,825 (b. 17° C.),
Viscosität 1,08 (b. 20° C.)

bis 10 cm — 3,5 Minuten.

„ 15 „ — 8,5 „

Amerikanisches Petroleum spec. Gew. 0,825 (b. 17° C.),
Viscosität 1,32 (b. 20° C.)

bis 10 cm — 6 Minuten.

„ 15 „ — 15 „

Sächsisches Solaröl spec. Gew. 0,825 (b. 17° C.),
Viscosität 1,04 (b. 20° C.)

bis 10 cm — 3 Minuten.

„ 15 „ — 7,5 „

Die Viscositätszahlen sind auf Wasser = 1 bezogen.

Aus den erhaltenen Werthen ¹⁾ geht hervor, dass die Schnelligkeit des Steigens in den Dochten im directen Verhältniss steht zu der Viscosität. Das schwerflüssigste am Oel zeigt die geringste, das leichtflüssigste sächsische die grösste Steigkraft in den Dochten.

Es ist also die Beobachtung der Viscosität eines Oeles vollständig geeignet, um über die Schnelligkeit des Steigens in den Dochten ein richtiges Urtheil gewinnen zu können.

Die Untersuchungen über die Capillarsteigkraft des Petroleums wurden im hiesigen physikalischen Laboratorium des Herrn Professor Dr. Hertz unter specieller Leitung des Herrn Privatdocenten Dr. Schleiermacher ausgeführt.

Genannten Herren spreche ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus.

3. Vergleichende Messungen über die Leuchtkraft des kaukasischen und amerikanischen Leuchtpetroleums.

Um sowohl den Leuchteffect, der aus amerikanischem und kaukasischem Petroleum gewonnenen Leuchtöle festzustellen, als auch insbesondere zu entscheiden, in welchem Grade die höher siedenden Fractionen mit dem eigentlichen Leuchtöl vereinigt werden können, ohne die Leuchtkraft wesentlich zu beeinträchtigen, wurden eingehende photometrische Messungen mit Brennölen amerikanischen und kaukasischen Ursprungs, sowie einzelner Fractionen desselben ausgeführt. Ich benutzte dabei ein Bunsen-Photometer mit Paraffin-Normalkerzen des Vereins der deutschen Gas- und Wasserfachmänner unter Reduction der Ablesungen auf eine 50 mm hohe Normalflamme.

Als Versuchslampen dienten 10 und 14 Linien-Brenner von Wild & Wessel in Berlin und sogenannte „verbesserte Kosmosbrenner“ mit verstärkter Luftzufuhr von Schuster & Bär ebendasselbst. Die Lampen wurden selbstverständlich nach jedem Versuch mit frischen Dochten versehen. Mit den Beobachtungen wurde stets erst nach Erwärmung der oberen Lampentheile, also nach ca. $\frac{1}{4}$ stündigem Brennen, begonnen

¹⁾ Siehe Erzeugungsversuch p. 67.

und dabei der Docht so hoch geschraubt, wie dies, ohne dass Russen eintrat, überhaupt möglich war. Während des Versuches jedoch wurde nichts mehr verstellt. Da die Leuchtkraft eines Oeles nicht dem in einem beliebigen Augenblick gemessenen Lichteffect, sondern vielmehr dem Mittelwerth aus den während seiner ganzen Brennzeit erzeugten Lichtmengen entspricht, so habe ich, während die Lampen fünf Stunden und darüber brannten, in jeder Stunde je zwei Ablesungen gemacht. Die Beobachtungen auf eine längere Zeit auszudehnen, ist ausserdem schon deshalb geboten, weil schon nach kurzer Zeit die Leuchtkraft durch einen sich auf dem Docht bildenden Kohlenring von grösserer oder geringerer Stärke beeinträchtigt wird und man selbstverständlich die Versuchsbedingungen möglichst den wirklichen Verhältnissen anpassen muss, bei denen eine Lampe ja auch fünf Stunden und länger im Gebrauche ist, ohne neu geputzt zu werden.

Um die Bildung dieses Kohlenringes noch mehr zur Anschauung zu bringen, wurde jedesmal nach Beendigung der Versuche derselbe so viel als möglich vom Dochte abgeschabt, darauf das in ihm noch enthaltene Oel durch Ausziehen mit Petroleumäther entfernt und, nachdem derselbe getrocknet war, gewogen.

Da sich das kaukasische Petroleum in seiner chemischen Zusammensetzung von dem amerikanischen durch einen grösseren Gehalt an Kohlenstoff unterscheidet, so lag der Gedanke nahe, dasselbe in einer Lampe, welche eine vollkommene Verbrennung ermöglichte, auf seinen Leuchtwert zu prüfen. Ich benutzte hierzu den sogenannten „verbesserten Kosmosbrenner“ von Schuster & Bär, eine Lampe, die sich nur durch eine grössere Luftzuleitung von den gewöhnlichen unterscheidet. Auf diese Weise kam ich, wie aus nachfolgender Tabelle zu ersehen ist, zu vollständig anderen, für das kaukasische Petroleum sehr günstigen Resultaten. Um festzustellen, ob auch das amerikanische Petroleum, im „verbesserten Kosmosbrenner“ verbrannt, sich gerade so verhält, wie das kaukasische, führte ich mit demselben auch photometrische Messungen unter Anwendung des „verbesserten Kosmosbrenners“ aus.

Folgende Tabellen enthalten die Resultate dieser photometrischen Messungen.

Kaukasisches Brennpetroleum aus dem Nobel'schen Behälter zu Illowo				Amerikanisches Brenn-Petroleum der Stadt Karlsruhe						Art des Petroleums
Verbesserte Kosmo-Br. v. Schuster & Bär in Berlin		Brenner von Wild & Wessel in Berlin		Verbesserte Kosmo-Br. von Schuster & Bär, Berlin		Grosser (14 Linien) Brenner von Wild & Wessel, Berlin		Kleiner (10 Linien) Brenner von Wild & Wessel, Berlin		Art des Brenners
14 Lin.	10 Lin.	14 Lin.	10 Lin.	14Lin.	10Lin.	14Lin.	10Lin.	III	I II III	No. des Petroleums
I	I	II	I II	I	I	I	I	III	I II III	
			0,820					0,809	0,800	Spec. Gewicht
			31					25,5	24,5	Entfl.-Punkt
			89					58	60,05	% Gehalt an normalem Petroleum (150—290°)
			82,25					64,5	20,5	% Gehalt an schwer sied. Theile (über 310°)
			5					28	24,15	
			6,75					9,15	8,65	Mittl. Lichteffect in d. 1ten Stunde
11,65	10,1	9,2	8,4	11,3	9,4	10,95	10,95	8,65	8,55	Lichteffect am Ende d. Versuchs
10,7	9,4	7,2	7,8	8,6	7,8	8,8	8,2	7,0	6,5	Mittl. Lichteffect aus 10 Ablesg.
11,0	9,72	8,8	7,93	9,4	8,0	10,1	9,82	7,6	7,72	Dauer des Versuchs
5 St.	6 3/4 St.	6	5 St.	5 St.	6 St.	5 1/2	5 St.	7 1/4 St.	7,5	Mittl. Oelverbrauch in 1 Stunde
46,0 gr	37,7 gr	39,8	29,2 gr	54,0 gr	39,8 gr	46,0	40,7 gr	31,7 gr	28,7	Oelverbrauch pr. 1 N.K. in 1 Stunde
4,1	3,8	4,5	3,76	5,7	4,2	4,6	4,1	4,1	3,7	Gewicht des Kohlenringes
0,024 gr	0,020 gr	0,107	0,064 gr	0,104 gr	0,0832 gr	0,100	0,078 gr	0,0849 gr	0,062	

Die Leuchtkraft des kaukasischen Oeles ist, wie aus obengebrachten Resultaten folgt, der des amerikanischen fast gleich, wenn beide Oele in dem gewöhnlichen 10-Linien-Brenner verbrannt werden. Verbrennt man die Oele jedoch in dem grossen 14-Linien-Brenner, so giebt das amerikanische Petroleum einen durchschnittlichen Lichteffect von 9,8—10,1 während die kaukasischen Petroleumsorten nur einen Lichteffect von 8,6 und 8,8 geben. Dabei ist der Unterschied im Verbrauch beider Oele nicht sehr bedeutend. Es brennt also das amerikanische Oel im gewöhnlichen 14-Linien-Brenner besser als das kaukasische.

Andere Resultate erhält man jedoch bei Anwendung des „verbesserten Kosmos-Brenners“. Das Petroleum No. I z. B., welches in dem gewöhnlichen 10-Linien Kosmos-Brenner mit einem durchschnittlichen Lichteffect von 7,86 und einem stündlichen Oelverbrauch von 3,76 gr, in dem 14-Linien-Brenner mit einem Lichteffect von 8,6 und einem stündlichen Oelverbrauch von 4,04 gr verbrannte, gab unter denselben Bedingungen im „verbesserten Kosmosbrenner“ für den 10-Linien-Brenner einen durchschnittlichen Lichteffect von 9,72 bei fast demselben Oelverbrauch von 3,8, für den 14-Linien-Brenner den Lichteffect 11,0 bei einem Oelverbrauch von 4,1 gr. Dabei brennt es mit vollkommen gleichmässiger Flamme und die Lichtstärke verringert sich während mehrerer Stunden Brennzeit nur unbedeutend, während beim amerikanischen und kaukasischen Petroleum, wenn dieselben im gewöhnlichen Kosmosbrenner verbrannt werden, der Lichteffect stark abnimmt.

Für das amerikanische Petroleum hat die Anwendung des „verbesserten Kosmos-Brenner“ keinen so erheblichen Einfluss. Das Oel entwickelte unter diesen Umständen im Anfange eine Leuchtkraft von 9,4 — für 10-Linien-Brenner —, ging beim sechsständigen Brennen jedoch auf 7,8 herunter und beim fünfständigen Brennen einen Anfangslichteffect von 11,3, beim fünfständigen Brennen auf 8,6; die Flamme war wohl weisser, brannte aber nur in den ersten 3 Stunden gut, dann nahm die Lichtstärke stark ab, der Oelverbrauch war grösser als bei den Versuchen mit dem anderen Brenner.

Hieraus ist zu schliessen, dass im „verbessersten Kosmosbrenner“ die Verbrennung für das amerikanische Oel in Folge stattfindender zu starker Luftzufuhr eine zu starke ist, dass derselbe sich dagegen sehr wohl für kaukasisches Erdöl eignet.

Um festzustellen, welche von den Fractionen des Petroleums eigentlich als bestes Leuchtöl zu betrachten sind, destillirte ich mir sowohl vom amerikanischen als auch vom kaukasischen Erdöl einzelne grössere Fractionen, wie oben beschrieben, ab. Jede Fraction von 50 zu 50° fing ich für sich auf und unterwarf dieselbe der photometrischen Prüfung. Die ganz leichten, bis 150° siedenden Theile, konnten allerdings wegen ihrer grossen Feuergefährlichkeit nicht direct untersucht werden. — Um jedoch auch den Leuchtwerth der über 300° siedenden und der leichten bis 150° siedenden Theile wenigstens indirect beurtheilen zu können, wurden sowohl mit dem kaukasischen als auch mit dem amerikanischen Oel folgende photometrische Versuche durchgeführt. Ich untersuchte: 1) Fraction von 150—300° für sich, 2) Fraction von 150—300° inclusive der über 300° siedenden Theile und 3) Fraction von 150—300° inclusive der unter 150° siedenden Theile.

Die Versuche sind nur mit dem kleinen, 10-Linien gewöhnlichen und „verbesserten Kosmosbrenner“ ausgeführt, da derselbe sich als der für die verschiedenen Oelsorten geeignetste erwiesen hatte.

Aus nachstehenden Tabellen sind die Resultate dieser Untersuchungen zu ersehen (Seite 53 u. 54).

Auch hier zeigt das kaukasische Petroleum besonders unter Anwendung des verbesserten Kosmosbrenners in den meisten Fällen Vorzüge vor dem amerikanischen. Die erste Fraction von 150—200° z. B. brannte im „gewöhnlichen Kosmosbrenner“ besser als dieselbe Fraction des amerikanischen, bei den übrigen Fractionen 200—250° und 250—300° ist dagegen der Fall umgekehrt, indem die des amerikanischen besser brennen als die des kaukasischen Oeles, wenn das letztere im „gewöhnlichen Kosmosbrenner“ verbrannt wird. Wendet man jedoch für dasselbe den „verbesserten Kosmosbrenner“ an, so ist das Licht ein ausgezeichnetes; sogar die Fraction 250—300° des kaukasischen Brennöles, ein sehr

Art des Petroleums	Art des Brenners	Fractionen	No. des Petroleums	Spec. Gewicht	Entz. Punkt	Mittl. Lichteffect in der 1 ^{ten} Stunde	Lichteffect am Ende d. Versuchs	Mittl. Lichteffect aus 10 Ablegg.	Dauer des Versuches	Mittl. Ölverbrauch in 1 Stunde	Ölverbrauch in 1 N.K. in 1 Stunde	Gewicht des Kohlentinges	
Amerikanisches Brenn-Petroleum der Stadt Karlsruhe	von Wild & Wessel in Berlin	150—200°	I	0,795	27	9,35	8,6	8,8	6 St.	34,3 gr	3,9 gr	nicht	
			II	0,7905	26,5	9,4	8,4	8,7	6 $\frac{1}{3}$ St.	33,6 "	3,8 "	wiegar	
		200—250°	I	0,815	41,5	8,4	6,9	8,0	7 $\frac{1}{4}$ St.	30,4 gr	3,7 gr	3,7 gr	0,064 gr
			II	0,810	39,0	8,5	7,0	8,0	5 St.	31,6 "	3,85 gr	3,85 gr	0,059 "
		250—300°	I	0,825	—	7,5	6,3	7,1	6 St.	26,3 gr	3,7 gr	3,7 gr	0,103 gr
			II	0,825	—	7,6	6,0	6,9	6 "	26,2 "	3,7 "	3,7 "	0,102 "
		das ganze Öl excl. d. über 300° sied. Theile	I	0,800	19,5	8,7	7,8	8,4	6 $\frac{1}{2}$ St.	35,4 gr	4,03 gr	4,03 gr	nicht
			II	0,800	18,5	9,05	8,0	8,4	6 $\frac{1}{3}$ "	35,2 "	4,2 "	4,2 "	wiegar
		das ganze Öl excl. der bis 150—300° s. Th.	I	0,810	32	8,1	5,0	6,5	6 $\frac{1}{2}$ St.	26,4 gr	4,0 gr	4,0 gr	0,140 gr
			II	0,805	31	7,8	5,4	6,7	6 "	27,8 "	4,1 "	4,1 "	0,095 "
		150—300°	I	0,805	29	9,3	7,7	8,2	6,5 St.	31,2 gr	3,8 gr	3,8 gr	0,023 gr
			II	0,800	28	9,2	7,9	8,3	6 "	32,4 "	3,9 "	3,9 "	0,020 "

Kaukasisches Brenn-Petroleum aus dem Nobel'schen Behälter zu Illowo		Art des Petroleum	Art des Brenners	Fraktionen	No. des Petroleums	Spec. Gewicht	Entfl.- Punkt	Mittl. Licht- effect in der 1ten Stunde	Lichteffect am Ende d. Versuchs	Mittl. Licht- effect aus 10 Ablesg.	Dauer des Versuches	Mittl. Oel- verbrauch in 1 Stunde	Oelverbrauch pr. 1 N.K. in 1 Stunde	Gewicht des Kohlen- ringes
Verbesserte Kosmos-Brenner von Schuster & Bär in Berlin, 10 Linien-Brenner				150-200 ^o	I	0,805	31	9,7	9,4	9,5	5 ¹ / ₄ St.	37,3	4,0	nicht wiegbär
				200-250 ^o	I	0,835	63	7,9	7,0	7,4	6,5 St.	30,2	4,0	0,073 gr
Kleiner (10 Linien) Brenner von Wild & Wessel in Berlin				250-300 ^o	I	0,85	—	7,5	4,7	6,3	7 St.	21,11	3,4	0,104 gr
				150-300 ^o	I	0,825	45,5	8,65	7,9	8,1	5 St.	37,8	4,0	0,053 gr
				das ganze Oel excl. der bis 150 ^o siedenden Theile	I	0,830	46	8,0	7,1	7,4	5 St.	33,4	4,0	0,072 gr
				das ganze Oel excl. der über 300 ^o siedenden Theile	I	0,820	26,5	9,1	8,6	8,8	6 St.	36,0	4,1	nicht wiegbär
				150-200 ^o	I			10,85	10,45	10,6	9,5 St.	41,8	3,9	nicht wiegbär
				200-250 ^o	I			9,95	9,25	9,5	6,5 St.	28,5	3,0	nicht wiegbär
				250-300 ^o	I			9,4	6,8	7,56	9,5 St.	22,5	3,0	0,0710 gr
				150-300 ^o	I			10,3	9,7	9,9	6 St.	36,6	3,7	0,024 gr
				das ganze Oel excl. der bis 150 ^o siedenden Theile	I			10,1	9,3	9,7	5 St.	37,0	3,8	0,042 gr
				das ganze Oel excl. der über 300 ^o siedenden Theile	I			10,85	10,55	10,57	6,5 St.	40,9	3,9	nicht wiegbär

dickes Product, nahezu ein Schmieröl vom specifischen Gewicht 0,850 und Viscosität 1,56 (auf Wasser = 1 bezogen) im Engler'schen Viscositätsmesser, verbrennt im „verbesserten Kosmosbrenner“ mit durchschnittlichem Lichteffect von 7,5, welche dem Lichteffect der Fraction 200—250° des kaukasischen im „gewöhnlichen Kosmosbrenner“ verbrannt, gleich kommt.

Die Fraction von 150—300° des amerikanischen Oeles brennt im „gewöhnlichen Kosmosbrenner“ etwas besser als die des kaukasischen Oeles, welches auch ausserdem bei gesteigertem Oelverbrauch einen grösseren Kohlenring absetzt. Verbrennt man hingegen diese Fraction des kaukasischen Oeles im „verbesserten Kosmosbrenner“, so erhält man einen durchschnittlichen Lichteffect von 9,9 gegen 8,1 im „gewöhnlichen“ Brenner, dabei ist die Lichtstärke selbst nach sechsstündigem Brennen fast noch die nämliche (9,7 gegen 10,3 im Anfang), auch scheidet das Oel in diesem Falle nur wenig Kohle auf dem Docht ab. Es beweist dieser Versuch, dass man den besten Leuchteffect bei dem kaukasischen Leuchtöl nur durch Anwendung des „verbesserten Kosmosbrenners“ erzielen kann.

Auch zeigt die Tabelle, dass die Beseitigung der bis 150° siedenden Theile bei dem amerikanischen von grösserem Einfluss ist als bei dem kaukasischen Oel. Es giebt nämlich im „gewöhnlichen“ 10-Linien-Brenner der über 150° siedende Theil des amerikanischen Petroleums im Durchschnitt einen Lichteffect von 6,6 bei einem stündlichen Oelverbrauch von 4,0 gr. Das Oel brannte sehr ungleichmässig, indem der anfängliche Lichteffect in einem Fall während 6,5 stündigem Brennen von 8,1 auf 5,0 herabging unter Bildung eines Kohlenringes von 0,14 gr, in dem anderen Falle von 7,8 auf 5,4 während sechsstündigem Brennen unter Bildung eines Kohlenringes von 0,095 gr, was der Anwesenheit der über 300° siedenden Fractionen zuzuschreiben ist.

Die Beseitigung der unter 150° siedenden Theile wirkt dagegen beim kaukasischen Oel fast gar nicht auf die Leuchtkraft ein, so dass man diese Fractionen, ohne den Leuchtwert der Petroleums zu verringern, auch weglassen könnte. Dies

Art des Brenners	Art des Brenners
Fraktion	Fraktion
No. des Petroleum	No. des Petroleum
Spec. Gewicht	Spec. Gewicht
Entst. Punkt	Entst. Punkt
Mittl. Lichteffect in der 1 ^{ten} Stunde	Mittl. Lichteffect in der 1 ^{ten} Stunde
Mittl. Lichteffect am Ende d. Versuchs	Mittl. Lichteffect am Ende d. Versuchs
Mittl. Lichteffect aus 10 Ablag.	Mittl. Lichteffect aus 10 Ablag.
Dauer des Versuchs	Dauer des Versuchs
Mittl. Oelverbrauch in 1 Stunde	Mittl. Oelverbrauch in 1 Stunde
Oelverbrauch pr. 1 N.E. in 1 Stunde	Oelverbrauch pr. 1 N.E. in 1 Stunde
Gewicht des Kohlenringes	Gewicht des Kohlenringes

dürfte daher rühren, dass in dem kaukasischen Oel viel weniger schwersiedende Theile als in dem amerikanischen enthalten sind. Je mehr schwersiedende und damit auch specifisch schwerere Theile aber vorhanden sind, um so mehr müssen auch sehr leichte Theile zugegen sein, um eine geeignete Consistenz des Oeles herbeizuführen.

Der Lichteffect des amerikanischen Oeles nach Beseitigung der über 300° siedenden Theile würde, wie meine Versuchsergebnisse beweisen, ein recht guter sein; aber wie aus den Angaben über den Entflammungspunkt zu ersehen ist, liegt dieser bei einem solchen Oel schon bei 19,5. Sonach ist das Brennen dieses Petroleums mit Gefahr der Explosion verbunden. Bei Ausführung dieser Versuche musste demgemäss, um eine Entzündung der Dämpfe im Oelbehälter zu vermeiden, auch sehr vorsichtig zu Werke gegangen werden.

Wie ungünstig bei dem amerikanischen Petroleum die über 300° siedenden Theile auf die Intensität des erzeugten Lichtes einwirken, ergiebt sich aus der gesteigerten Leuchtkraft dieser Oele nach Beseitigung jener Theile. Während das Gesamttöl einen durchschnittlichen Lichteffect von 7,6 ergiebt, zeigt das Oel nach Beseitigung der über 300° siedenden Theile einen Lichteffect von 8,4.

Man sieht jedoch aus obigen Angaben, dass im amerikanischen Brennpetroleum ein gewisser Procentsatz an schweren Oelen nothwendig ist (wenigstens wenn man die bis 150° siedenden Theile mit verwenden will), um den Entflammungspunkt über den Gefahrpunkt der Explosion (in Deutschland zu 21° C. amtlich festgesetzt) zu erhöhen. — Ein weit günstigeres Resultat zeigt in dieser Beziehung das kaukasische Petroleum. Obgleich die Abnahme der Leuchtkraft durch die höher siedenden Theile auch beim kaukasischen Oel nicht unerheblich ist, indem die Lichtstärke beim 10-Linien-Brenner von 8,8 auf 7,8, beim 14-Linien-Brenner von 10,5 auf 9,7 heruntergeht, stellt sich das Verhältniss bezüglich des Entflammungspunktes beim kaukasischen Oel insofern günstiger, als unter Hingewissung der schwerer siedenden Theile der Entflammungspunkt nicht unter die gesetzlich normirte Temperatur heruntergeht. Ein Versuch

zeigte, dass nach Beseitigung dieser Theile das restirende Oel noch einen Entflammungspunkt von $26,5^{\circ}$ hatte, während das ursprüngliche Oel 31° zeigte.

V. Zusammenstellung der bei der Untersuchung erhaltenen Resultate.

Vorliegende Untersuchungen haben demnach zu folgenden Resultaten geführt:

I. In dem Baku'schen Leuchtöl sind aromatische Kohlenwasserstoffe vorhanden. Speciell sind in den Fractionen 150° — 170° und 170° — 190° Pseudocumol und Mesitylen nachgewiesen und in Form ihrer Nitro- und Brom-Derivate ausgeschieden. Aus der Fraction 149° — 151° wurde ein Kohlenwasserstoff der Fettreihe, das Nonan, erhalten.

II. Das kaukasische Leuchtöl des Handels enthält trotz seines bedeutend höheren specifischen Gewichts im Vergleich mit dem amerikanischen viel weniger über 290° siedende Theile. Die Ausbeute an eigentlichem Leuchtöl (150° — 290° siedende Theile) beträgt beim kaukasischen 87% , beim amerikanischen 57% .

III. Die Leuchtkraft des kaukasischen Petroleums steht der des amerikanischen etwas nach, wenn die Oele im gewöhnlichen Kosmosbrenner verbrannt werden. Wendet man hingegen den verbesserten Kosmosbrenner an, so wird die Intensität des Lichtes bei dem kaukasischen Petroleum bedeutend erhöht, während das amerikanische Petroleum in diesem Falle in Folge der grossen Luftzufuhr zu intensiv und sehr unregelmässig verbrennt, ohne dass der Leuchteffect gesteigert wird.

IV. Ein in bestimmten Grenzen gehaltener Zusatz von über 300° siedenden Theilen beeinflusst die Leuchtkraft der Oele nicht erheblich, doch wirkt der Zusatz bei dem amerikanischen Petroleum ungünstiger als beim kaukasischen.

Eine völlige Beseitigung der über 300° siedenden Theile ist beim kaukasischen Petroleum möglich, ohne dass der Ent-

flammungspunkt unter den amtlich festgestellten heruntersinkt; das amerikanische Oel hingegen wird durch Beseitigung der über 300° siedenden Theile zu leicht (unter 21° C.) entflammbar und damit feuergefährlich.

V. Die Steigkraft in Capillaren ist beim kaukasischen Petroleum etwas grösser als beim amerikanischen.

VI. Die Schnelligkeit des Steigens in den Dochten ist bis zu einer gewissen Steighöhe für das amerikanische und kaukasische Petroleum ungefähr gleich, über diese Grenze hinaus steigt das kaukasische Oel schneller als das amerikanische. — Die Schnelligkeit des Steigens steht im directen Verhältniss zu der Viscosität des Oeles.

VI. Literatur-Zusammenstellung.

Allgemeines über Petroleum.

Geschichtliches. — Draper, Zur Geschichte des Petroleums, Dingl. J. Bd. 178, pag. 107. L. Strippelmann, Gesch. des Petroleums, Wagn. Jahrb. 1879, pag. 1192; Derselbe, Berg- u. Hütt.-Ztg. 1879, 38 pag. 349. Siehe ferner: Geschichte über Photogen, Wagn. Jahrb. Bd. I, pag. 414.

Geologisches. — Ochsenius, Erklärung des Entstehens des Petrols, „Natur“ 1882, No. 29. Piedbœuf, Petroleum Central-Europa's, Düsseldorf 1883. Winchell, Die Geologie des Petroleums, Sill. J. Amerik. J. 2, Vm. 41 pag. 176.

Zusammensetzung, Eigenschaften, Vorkommen, Gewinnung, Anwendung und Statistik. — Albrecht, Ueber Petroleum in seiner Anwendung als Lampenöl, Dtsch. Ind.-Ztg. 1879, p. 74; Derselbe, Ueber Prüfung einiger Petroleumsorten, Rig. Ind.-Ztg. 1878, p. 283; Zeit. f. Min.-Ind. 1879, p. 31; Wagners Jahrb. 1879, p. 1173. Asburner, Petroleum, Sill. Am. J. XIX, p. 168. Beilstein u. Kurbatow, Bestandtheile des Erdöls, Ber. d. Dtsch. chem. Gesell. 1881, p. 1620; Wagn. Jahrb. Bd. 27, p. 1003. Blanchet, Ueber Steinöl, Schwg. u. Jahrb. d. Chem. Bd. 9, pag. 29. Bolles, Petroleum, Norwich (Conn.) 1879, p. 768. Broadherd, G. C., Petroleum,

Intern. Exhibition 1876; General report of the Ind. g. Bd. I, p. 2. Buchenau, Petroleum, Samml. wiss. Votr. No. 157, Berlin 1872. H. Byasson, Sur le Petrole, compt. r. 73, p. 609. Chandler, Petrol as an Illuminator, New-York 1870; Derselbe, Rapport sur le huiles de Petrole, Mon. Scient. 1872 No. 8, p. 678. Dumas, Ueber Steinöl, Schwg. u. Jahrb. Bd. 6, p. 101. Eisenstock, Ueber die Kohlenwasserstoffe, welche den Hauptbestandtheil des Steinöls ausmachen, Ann. d. Ch. Bd. 113, p. 169; Philosophical Magaz. 4. s. Vm. 19, p. 382. C. Engler u. R. Haas, Zur Prüfung des Petrol. (Lichtbrechung), Zeitschr. f. analyt. Chem. XX, Heft III, p. 362. C. Engler, Löslichkeit der Metalle in Petrol., Ber. d. Dtsch. Chem. Gesell. 1879, 12, p. 2166; Derselbe, Ueber d. Gehalt der verschied. Erdölsorten an Pseudocumol und Mesitylen, Ber. d. Dtsch. Chem. Gesell. XVIII, 6, p. 2234; Derselbe, Ueber den Zusammenhang zwischen Leuchtkraft, Siedetemper. u. Entfl.-Punkt d. Petrol., Ch. Ind. 1885, p. 44. Grotowsky, Ueber die Destillation des Petrol., Zeitsch. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen (Ing.- u. Archit.-Verein) 1877. R. Kissling, Zur Frage der Prüfung des Leuchtpetroleums durch fractionirte Destillation, Ch. Ind. 1884, p. 246, 387. Letny, Ueber die Zersetzung des Petrol. und des Braunkohlentheers durch Ueberhitzung, Ber. d. Dtsch. Chem. Gesell. 1878, p. 1211. Okotowicz, Erfindung, weisse geruchlose Maschinenfette aus Petrol. darzustellen, Privilegien Archive 1872, No. 1344; ibid. 1873, No. 1652. Perutz, Die Industrie der Mineralöle, des Petrol. etc., Wien 1880. Ott, Petrol. als Schmiere f. Maschinen, Dingl. J. Bd. 183, p. 246; Ctrbl. 1867, p. 415, Organ f. Fortschr. d. Eisenb. 1867, p. 170; Derselbe, Praktische Beiträge z. Kenntn. d. Petrol., Wieck's G.-Ztg. 1870, p. 2. Sainte Claire-Deville, Die physik. Eigenschaften und das Wärmeverm. d. Miner., Compt. r. Vm. 66, p. 442; Dingl. J. Bd. 189, p. 50; Le génie Industriel Vm. 36, p. 135. Varrentrapp, Ueber die Anwendung von Petrol., Bayer. K.-u. Gw.-Bl. 1878, p. 370. Wichelhaus u. Salzmann, ibid. v. Wagenmann, Ueber die Destillation des Photogens und Paraffinöls im Vacuum, Dingl. J. Bd. 139, p. 43. Siehe ferner: Petroleum-Qualität im Verhältniß zur Wärme, Ztsch.

f. Min.-Ind. 1876, p. 11. Petroleum und Mineralöl, Wagn. Jahrb. 1875, Bd. 21, p. 105. Petroleum-Verdampfungskraft, Wagn. Jahrb. 10, p. 725. Petroleum-Vorkommen in Europa, Wagn. Jahrb. 12, p. 664. Schweres Petrol., Hannov. W.-Bl. 1879, p. 684. Petrol.-Entstehung, Ztschr. f. Min.-Ind. 1875, p. 32. Petroleum: Transactions of the Amer. Institute Vm. VIII, p. 20; Wagn. Jahrb. 17, p. 859; Scientific American N. S. V. 6, p. 71; Ind.-Ztg. 1879, 20, p. 73; Ztg. Bleichind. 1879, 8, p. 71; Metall-Ind. 1879, 3, p. 136; Polyt. Ztg. 1879, 7, p. 271; Hann. W.-Bl. 1879, p. 774; Engl. Mech. 1880, 30, p. 445; Wagn. Jahrb. Bd. 9, p. 672. Ueber schlechtes Petroleum: Journ. f. Gasbel. 1879, 22, p. 108; Gew.-Ztg. 1879, 44, p. 84; Ztg. Bleichind. 1879, 8, p. 30. Petroleum-Raffination mit Leim, Thon, HCl u. H₂SO₄: Wagn. Jahrb. Bd. 15, p. 686; ibid. 17, p. 860; ibid. 18, p. 843; ibid. 19, p. 878, 890; ibid. 10, p. 674. Untersuchung von Petrol.: Maschinenbauer, Ztschr. f. mech. Techn. 1879, 14, p. 248; Ind.-Ztg. 1879, 20, p. 488. Photogen aus Kirr: Wagn. Jahrb. Bd. 8, p. 685. Photogen aus Naphtagil oder Ozokerit: Wagn. Jahrb. Bd. 8, p. 687. Photogenfabrikation aus Naphta: Wagn. Jahrb. Bd. 3, p. 465, 466, 470. Photogengehalt verschiedener Theersorten: Wagn. Jahrb. Bd. 3, p. 459. Petrol.-Statistik: Zeitsch. f. Min.-Ind. 1878, p. 54. Petroleum-Notirungen: Zeitschr. f. Min.-Ind. 1879, No. 2, p. 9; No. 4, p. 19; No. 6, p. 29; No. 8, p. 39; No. 10, p. 49; No. 12, p. 59; No. 14, p. 60; No. 16, p. 79; No. 18, p. 89; No. 20, p. 99; No. 22, p. 109; No. 24, p. 118. Verfälschung von Petrol. u. deren Erkennung: Dtsch. Ind.-Z. 1870, p. 399; Bresl. Gw.-Bl. 1870, p. 3; Ctrbl. 1866, p. 555, 1870, p. 154, 1645; Dingl. J. Bd. 109, p. 407, 195, 286. Ueber Verwendung der Mineralöle zur Beleuchtung: Artiz. 1862, p. 25. Umwandlung d. Petrol. in Electricität u. Licht, Ztsch. f. Min.-Ind. 1877, p. 8. Schwefelgehalt des Petrol.: Ztschr. f. Min.-Ind. 1876, p. 73. Einfluss des Sonnenlichtes auf Petrol.: Wagn. Jahrb. 18, p. 848; Metall-Ind. 1879, 3, p. 52. Physikalische Eigenschaften des Petrol.: Wagn. Jahrb. 15, p. 800.

Prüfung des Petroleums auf Feuergefährlichkeit. — Abel, Prüfungsapparat für Erdöl, Wagn. Jahrb. Bd. 27, p. 1008;

1879, p. 1183. Attfield, Ueber den Entzündungspunkt des Petrol., Dingl. J. Bd. 183, p. 244. Chandler u. Jacobi, Ueber die Feuergefährlichkeit des käuflichen Petrol., Ctrbl. 1870, p. 772. C. Engler u. R. Haas, Zusammenhang zwischen Refraction und Entzündlichkeit, Ztschr. f. analyt. Chem. 1881, p. 362; Dingl. J. Bd. 243, p. 479; Wagn. Jahrb. Bd. 27, p. 1010. Dieselben: Ein Apparat zur Prüfung des Petroleums auf seine Entflammbarkeit, Ind.-Bl. 1880, p. 98; Met.-Arb. 1880, 6, p. 387. C. Engler, Ein bequemer Apparat zur Prüfung des Petrol. auf Entflammbarkeit, Ztschr. d. Ver. analyt. Chem. 1880, IX. Derselbe, Ein Apparat zur Prüfung des Petroleums. Derselbe, Ueber den gesetzlichen Entflammungspunkt, Chem. Ind. 1882, p. 106. Grimmel: Petroleumtest, Commercial Relations 1881, No. 4, p. 344; *ibid.* p. 272. Siehe ferner: Ueber die Gefährlichkeit des Petrol., Dtsch. Ind.-Ztg. 1878, p. 309; Zt. f. Bleichind. 1878, p. 331. Amerikanischer Petroleumprober, Wagn. Jahrb. Bd. 19, p. 877. Untersuchung des Petroleums auf Feuergefährlichkeit, Chem. Ztg. 1879, 3, p. 178, 193. R. Haas, Prüfung des Petroleums auf seine Feuergefährlichkeit, Chem. Ind. 1880, 3, p. 123; Ind.-Ztg. 1880, 21, p. 75. List, Ueber Petroleumprüfung, Ztg. f. d. Ing. 1870, p. 491; Ctrbl. 1871, p. 188. V. Meyer u. Hörler, Prüfung des Petroleums, Jahrb. 1879, p. 1175.

Amerikanisches Petroleum.

Geschichtliches. — Höfer, Geschichte der amerikanischen Petroleumindustrie, Wagn. Jahrb. 11, p. 748. Ragosin, Geschichte und Entwicklung der amerikanischen Petroleumindustrie, „Naphta“ 1884, St. Petersburg.

Geologisches. — Höfer, Die geologischen Verhältnisse der nordamerikanischen Petroleumlager, „Ausland“, Ueberschau der neuesten Forschungen, 1878, p. 341.

Vorkommen (Petroleumquellen), Gewinnung, Zusammensetzung, Eigenschaften, Anwendung und Statistik. — Ueber Petroleumquellen siehe: Dingl. J. Bd. 191, p. 88; *ibid.* Bd. 179, p. 328; *ibid.* Bd. 161, p. 76; *ibid.* Bd. 162, p. 399; *ibid.* Bd. 157, p. 400; Ctrbl. 1869, p. 350; *ibid.* 1860, p. 1552; Wagn. Jahrb. Bd. 13, p. 726; *ibid.* Bd. 14, p. 728; *ibid.* Bd.

18, p. 851; Berg- u. Hütt.-Ztg. 1861, p. 48; Ztsch. f. Min.-Ind. 1876, p. 21, 27, 83, 91, 123, 133; Sill. J. 2. S. Vm. 30, p. 305; „Engineer“ London Vm. 9, p. 384; Sc. Am. N. S. Vm. 3, p. 166; *ibid.* Vm. 5, p. 137; The Art-Journ., London 1864, p. 247. — Ueber Gewinnung siehe: Fauck, Ueber Petrol.-Gewinnung in Amerika und Galizien, Berg- u. Hütt.-Ztg. 1872, p. 351; Ctrbl. 1872, p. 1352; Dingl. J. Bd. 206, p. 237. Hermann, Die Gewinnung des Petrol. in Pennsylvanien, Wschr. d. Ing. 1880, No. 4, p. 393; Petroleumgewinnung in Amerika, Dingl. J. Bd. 181, p. 238; Wagn. Jahrb. Bd. 18, p. 851. Siehe ferner: Amerik. Petroleum, Ctrbl. 1862, p. 1388; *ibid.* 1863, p. 1512; California Petrol., Stow. Petr. Rep. 1876, No. 11; Canadian Petrol., *ibid.* 1877, No. 2; „Engineering“ London, Vm. 12, p. 324; das amerik. Petrol., Lond. J., N. S., V. 16, p. 257; Petroleumproduction in Amerika, Ztschr. f. Min.-Ind. 1878, p. 76, 77; Photogen in Nordamerika, Wagn. Jahrb. Bd. 6, p. 574. — Albrecht, Ueber die Qualität des amerik. Petroleums, Zeitschr. f. Min.-Ind. 1879, No. 5, p. 22. Derselbe, Die Qualität d. amerikanischen, kalifornischen und galizischen Petroleums, Ind.-Bl. 1879, Bd. 16, p. 170. Beilstein u. Kurbatoff, Kohlenwasserstoffe des amerik. Petrol., Ber. d. Dtsch. Ch. Gesell. 1880, p. 2028. Bolley, Ueber das amerik. Petrol., Schweiz. Pol. Z. 1863, p. 33, 96, 161; Ctrbl. 1863, p. 1355; Dingl. J. Bd. 169, p. 123. Burkart, Das Petroleum und seine Production in Nordamerika. Berg- u. Hütt.-Ztg. 1870, p. 373; Gwbz. Bayer. 1871, p. 15; Wieck's Gwbz. 1871, p. 3; Ctrbl. 1871, p. 143. Büttner, Ueber amerik. Petrol., Berichte d. Vers. Min.-Ind. 29 Nov. 1872. G. Gustavson, Die Kohlenwasserstoffe des amerik. u. kauk. Erdöls, Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1881, p. 2619; Wagn. Jahrb. Bd. 27, p. 1004. Häussermann, Zur Kenntniss der amerik. Benzine, Dingl. J. Bd. 227, p. 447. Hoefler, Die Petrol.-Industrie in Nordamerika, Berg- u. Hütt.-Ztg. 1877, p. 311. Hörnecke, Das Petroleum in den Vereinigt. Staat. Nordamerik., Zeit. f. d. Min.-Ind. 1877, No. 7, p. 21. Iceley, Petroleum, dessen Vorkommen, Gewinnung und Verarbeitung in Nordamerika, Eisenbahn, Schweiz. Wochenschr. Bd. 9, p. 10, 34, 39. Lissenko, Ueber das amerik. und

russ. Petr., Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1878, p. 341. Schmidt, Die Gasfabrikation aus Petrol. in Nordamerika, Berl. Ind.-Z. 1864, p. 48. Schorlemmer, Chemische Constitution des amerik. Steinöls, Ctrbl. 1863, p. 1312. Derselbe: Ueber das amerik. Steinöl, Ctrbl. 1866, p. 143. Weil, Ueber das amerik. Steinöl, Le Génie industriel. Paris Vm. 24, p. 314.

Russisch-kaukasisches Petroleum.

Geschichtliches. — Marvin, Engineering. Ragosin, „Naphta“ 1884, St. Petersburg. Tumsky, Technologie des „Naphta“, Moscou 1884.

Geologisches. — Ragosin, „Naphta“ 1884, St. Petersburg. Tumsky, Technologie des „Naphta“, Moscou 1884. Abieh, Bull. phys. et. chim. Bd. VI p. 383, 384; Bull. Soc. Geol. 1864 Bd. XXI; Bull. de l'Ac. de St. Pé. 1867 No. 3 p. 397; Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. 68, 39; Mém. de l'Ac. de St. Pé. 1863 VII, ser. Bd VI No. 5, VIII p. 150.

Zusammensetzung, Eigenschaften, Vorkommen, Gewinnung, Anwendung und Statistik. — Albrecht, Petroleum von Baku, Wagn. Jahrb. 1879, p. 1189. A. Babst, Das baku'sche Petroleum, Rig. Ind.-Zeit. 1878 No. 14, p. 163. Beilstein und Kurbatow, Natur des kaukasischen Petrol., Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1880, Bd 13, p. 1818. A. Beltels, Ueber die Naphta-Industrie des nordwestlichen Kaukasus, Leoben. Jahrb. Bd. 25, p. 267. Daukmeyer, Kaukas. Erdöl, Oestr. Zt. f. Berg- u. Hütt. 1881, p. 265, 407; Wagn. Jahrb. Bd. 27, p. 1001. W. Eichler, Einige vorläufige Mittheil. über Erdöl von Baku, Moscou, Bull. Soc. nat. 1874, No. 4. Ed. Eichwald, Reise auf dem Kaspischen Meere und in dem Kaukasus, Stuttgart und Tübingen 1831—1837. Fabritius, Die heutige Stadt Baku und die Naphta-Industrie in ihrer Umgegend, Russ. Revue 1877, Bd. X. Goulischambaroff, Ueber die kaukasische Petrol.-Industrie, Zeit. f. Min.-Ind. 1879, No. 15, p. 75. Gustavson, Die Kohlenwasserstoffe des amerik. und kauk. Erd., Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1881, p. 2619, Wagn. Jahrb. Bd. 27, p. 1004. K. Lissenko, Remargue sur l'état actuel de l'industrie du pétrole au Caucase, St. Petersburg 1880. Derselbe, Ueber das kaukas. und amerik. Petrol.,

Ber. d. Dtsch. Ch. Ges. 1878, p. 341. Schützenberger und Jonin, Sur la composition des pétroles du Caucase, Compt. rend. 1880, Bd. 91, p. 823, Rev. univer. 1880 II 8, p. 628. Petersen, Ueber ein paraffinreiches Erdharz von Baku. Ann. d. Chem. 118, p. 82, Ctrbl. 1862, p. 96. Siehe ferner: „Das kaukasische Petrol.“, Mon.-Ind. belge 1880, 7, p. 99; Naturforscher 13, p. 467; Naphtaproduction im Kaukasus, Zeitsch. f. Min.-Ind. 1876, p. 22, 28, 35, ibid. 1877, p. 35, 48, 56. Petroleumindustrie in Baku, ibid. 1878, p. 83; Petroleumindustrie in Russland, ibid. 1877, p. 24; Photogenfabrikation auf der Halbinsel Apscheron, Wagn. Jahrb. Bd. 8, p. 685; Petroleum in Russia-Iron 1875 I, p. 263; Oleonaphtes de Ragosin, Le Textil de Lyon 1880 I, p. 459. *Petroleumquellen*: In Russland, Polyt. Ntzbl. 1880, No. 15; Ztg. Blechind. 1880 9, p. 144; Zeit. f. Min.-Ind. 1876, p. 3, ibid. 1877, p. 6, 33; Wagn. Jahrb. 16, p. 703. In der Krimm, Dingl.-J. Bd. 181, p. 79. Im Kaukasus, Oestr. Ztg. f. Berg- u. Hütt. 1881, p. 265; Dingl.-J. Bd. 181, p. 190; Engineer 1877, Feb. p. 86; Ind.-Blätter 1877, No. 22, p. 201; Berg- u. Hütt.-Zeit. 1877, No. 21, p. 178; Wagn. Jahrb. Bd. 23, p. 1125; Orient. 1876, No. 7, p. 103, No. 10, p. 157. *Gewinnung*: Schnabel, Petrol.-Gew. in Russland: Berg- u. Hütt.-Zeit. 1876, p. 327; Wagn. Jahrb. Bd. 22, p. 1113.

Galizisches Petroleum.

Zusammensetzung, Eigenschaften, Vorkommen, Gewinnung, Anwendung und Statistik. — Albrecht, Die Qualität des galizischen Petrol. Ind.-Bl. 1879, 16, p. 170. Gastendyk, Petroleum-Vorkommen in Galizien, Berggeist 1873, p. 539. B. Gotta, Das Erdöl in Galizien, Oestr. Revue 1866. Ellenberger, J. G., Das Petroleum-Terrain Westgaliziens, Geol. R.-A. 1867, p. 291—309. C. Engler und Böhm, Beiträge zur Kenntniss des galizischen Erdöls, Ing.-Dissert. Freiburg 1884, von M. Böhm. Fébal, Ueber das galizische Steinöl, An. d. Ch. Bd. 115, p. 19. Hasse, Ueber Steinöl in Galizien, Dingl. J. Bd. 151, p. 445; Ctrbl. 1859, p. 960. Hochstetter, Ueber das Vorkommen von Erdöl und Erdwachs in Westgalizien, Geolog. B.-A. 1865, p. 199. Neundahl, Vorkommen

und Gewinnug des Petrol. in Galizien, Wien 1865. Schmidt, Das Erdöl Galiziens, dessen Vorkommen und Gewinnung, Hamburg 1866. H. Walter, Galizisches Erdöl, Oestr. Z. f. Berg- u. Hütt. 1881, p. 302, 316; Wagn. Jahrb. Bd. 27, p. 1001. Siehe ferner: Bergöl in Galizien, Polyt. Jahrb. I. Bd 2, p. 336; Hand.-Ztg. 1821, p. 416; Erdöl und Erdwachs in Galizien, Zeitsch. f. Min.-Ind. 1875, p. 3, 10, 32, ibid. 1876, p. 89, 1877, p. 20; Galizisches Petrol. für Photogen und Solaröl; Wagn. Jahrb. Bd. 6, p. 577, ibid. Bd. 10, p. 672. Bergnaphta aus Karparten, Wagn. Jahrb. Bd. 5, p. 629. *Gewinnung*: Fauk, Ueber Petroleumgewinnung in Galizien und Amerika, Berg- u. Hütt.-Zeit. 1872, p. 351; Petroleumgewinnung in Galizien, Wagn. Jahrb. Bd. 12, p. 667, ibid. Bd. 20, p. 975, 977. *Petroleumquellen*: Wieck's Gwz. 1862, p. 177; Z. o. f. Bergw. 1879, 27, p. 15, 32; Chem.-Ztg. 1879, 3, p. 203; Ind.-Ztg. 1879, Bd. 20, p. 273; Pol. Zeit. 1879, 7, p. 400; Wagn. Jahrb. Bd. 11, p. 748, ibid. Bd. 12, p. 663, 664, 667, ibid. Bd. 13, p. 727, ibid. Bd. 18, p. 851, ibid. Bd. 20, p. 975, 977; Oestr. Berg- u. Hütt.-Zeit. 1879, No. 2 u. 3; Berl. Ind.-Z. 1864, p. 48; Dingl. J. Bd. 175, p. 87; Ctrbl. 1865, p. 490.

Deutsches Petroleum.

Geschichtliches: Geschichte des deutschen Petroleums, Berg-Ztg. 1881, p. 222.

Zusammensetzung, Eigenschaften, Vorkommen, Gewinnung, Anwendung und Statistik. — Degousée, Petrol. sort. avec l'eau, Schwabweiler, Compt. r. 1841, Bd. XII, p. 437; Ducker, Deutsches Petroleum, Ind.-Bl. 1880, No. 17, p. 14. C. Engler, Mittheilung über Petroleum, Chem. Ind. 1882, No. 6, p. 189. C. Engler und Grodnitzky, Ueber das elsässer Petroleum, Ing.-Dissert. Karlsruhe 1884, von B. Grodnitzky. L. Noldeke, Das Vorkommen des Petroleums im nordwestlichen Deutschland etc., 1880, Celle. L. Strippelmann, Die Petroleum-Industrie Oestreich-Deutschland, Leipzig 1873, 3. Bd. Derselbe, Bayrisches Erdöl, Oestr. Z. f. Berg- u. Hütt. 1881, p. 439; Wagn. Jahrb. Bd. 27, p. 1000. Siehe ferner: „Deutsches Petroleum“, Techniker 1879 I, p. 119; Petroleum

von Kleinschöppenstedt (Braunschweig), Wagn. Jahrb. 8, p. 668; Entdeckung einer Petroleumquelle zu Reichhartshausen (bei Karlsruhe); „Ausland“ 1871, p. 192. Das Vorkommen von Petroleum in der Provinz Hannover, Hannov. Wochbl. 1878, p. 691. *Petroleumquellen*: Hannover: Ctrbl. 1870, p. 1138; Bresl. Gwbl. 1870, p. 78; Dingl. J. Bd. 198, p. 189; Naturf. 1870, p. 342; Wieck's Gwz. 1870, p. 412, ibid. 1867, p. 353; Dingl. J. Bd. 180, p. 167; Iron Age, 1881, No. 11, p. 7, ibid. 1879, No. 24, p. 16; Zeit. f. Min.-Ind. 1877, p. 5; Wagn. Jahrb. 17, p. 859, ibid. 19, p. 879, ibid. 20, p. 977. *Gewinnung*: Chem. Zeit. 1880, No. 4, p. 183; Dingl. J. Bd. 178, p. 326; Ctrbl. 1866, p. 79.

Italienisches Petroleum.

Zusammensetzung, Eigenschaften, Vorkommen, Gewinnung, Anwendung und Statistik. — C. Engler, Untersuchung des Petroleums der Terra de Lavoro (Italien), Dingl. J. 1883, Bd. 250, p. 216. Siehe ferner: Italienisches Petroleum, Ind.-Bl. 1879, Bd. 13. *Petroleumquellen*: Petroleumquellen in Mittel-Italien, Dingl. J. Bd. 180, p. 167; Berggeist 1866, No. 22.

Petroleumvorkommen in andern Ländern.

In Afrika, Vorkommen des Petroleums in Afrika, Wagn. Jahrb. Bd. 20, p. 977. In Australien, Vorkommen des Petroleums in Australien, Wagn. Jahrb. 17, p. 859, Berggeist 1871, p. 160. In Indien, Wagn. Jahrb. Bd. 17, p. 859. In Ostindien, Ibid. Bd. 16, p. 703; Berggeist 1871, p. 166. Westindien, ibid. Bd. 5, p. 629. In Japan u. Holstein, Zeitsch. f. Min.-Ind. 1878, p. 86. In Rumänien, Dingl. J. Bd. 171, p. 239; Ctrbl. 1864, p. 411; Wagn. Jahrb. 13, p. 726. Zante Petroleum, I. Soc. Arts. 1865, p. 698; Zeitsch. f. Min.-Ind. 1879, p. 4.

Karlsruhe, im Februar 1886.

Anhang (zu pag. 48).

Damit der Einfluss, welchen die künstliche Mischung der Oele auf diese Versuche ausübte, auch zur Anschauung gebracht werde, wurde jedes der drei Oele in seiner ursprünglichen Beschaffenheit verwendet, während jeweils die beiden andern durch künstliche Mischung erhalten wurden.

Ein amerikanisches Oel vom spec. Gew. 0,800 bei 17° verwandte ich in seiner ursprünglichen Zusammensetzung. Das russisch-kaukasische Oel von demselben spec. Gewicht wurde durch Mischung von 250 cc Brennöl vom spec. Gewicht 0,825 mit 85 cc der aus dem gleichen Oel abdestillirten bis 150° siedenden Theile erhalten; das sächsische Solaröl aus sechs verschiedenen Oelen von ungleichen spec. Gewichten gemischt.

Amerikanisches Petroleum.

Spec. Gew. 0,800 b. 17°, Viscos. 1,12.
Steigkraft bis 10 cm — 4 Min.
„ „ 15 „ — 11 „

Russisch-kaukasisches Petroleum.

Spec. Gew. 0,800 b. 17°, Viscos. 1,00.
Steigkraft bis 10 cm — 3 Min.
„ „ 15 „ — 8 „

Sächsisches Solaröl.

Spec. Gew. 0,800 b. 17°, Viscos. 0,98.
Steigkraft bis 10 cm — 2,5 Min.
„ „ 15 „ — 7 „

Ein sächsisches Solaröl vom spec. Gew. 0,830 bei 17° C. verwandte ich in seiner ursprünglichen Zusammensetzung. Das russisch-kaukasische Oel von demselben spec. Gewicht wurde durch Mischung von 250 cc Brennöl vom spec. Gew. 0,825 mit 42 cc der auf dem gleichen Oel abdestillirten Fr. 200—250° erhalten; das amerikanische Oel durch Mischung von 250 cc vom spec. Gew. 0,800 mit 88 cc der aus demselben Oel destillirten Fraction 250—300°.

Sächsisches Solaröl.

Spec. Gew. 0,830 b. 17°, Viscos. 1,09.
Steigkraft bis 10 cm — 3,5 Min.
„ „ 15 „ — 8,5 „

Russisch-kaukasisches Petroleum.

Spec. Gew. 0,830 b. 17°, Viscos. 1,11.
Steigkraft bis 10 cm — 4 Min.
„ „ 15 „ — 9,5 „

Amerikanisches Petroleum.

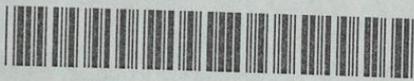
Spec. Gew. 0,830 b. 17°, Viscos. 1,40.
Steigkraft bis 10 cm — 6,5 Min.
„ „ 15 „ — 16,5 „

Berichtigung.

Seite 34 Anmerkung lies: Annalen Bd. 146.

Min.
"
m
Min.
"
.
Min.
"





N11 < 51972431 090

KIT-Bibliothek

