

# Ueber die Productivität und die geotektonischen Verhältnisse der kaspischen Naphtaregion.

Von Hermann Abich.

Die ausserordentliche Productivität der naphtareichen Zone, welche in einer mit der Längenachse des Kaukasus übereinstimmenden Richtung die Halbinsel von Apscheron durchsetzt, ist vor Kurzem, aus Tiflis erhaltenen sicheren Nachrichten zufolge, auch in dem vergangenen Jahre in einer Weise zum Ausdruck gelangt, welche die Ansicht von der Unerschöpflichkeit jener Zone rechtfertigt, die im Laufe von sechsjährigen, progressiv gesteigerten Bohrungserfolgen insbesondere bei den Fachmännern sich bildete, die Gelegenheit hatten, vergleichende Studien in Pennsylvania und am Kaukasus zu machen. In dieser Beziehung ist besonders auf das vor zwei Jahren in St. Petersburg erschienene Werk des ausgezeichneten Chemikers Mendelejeff in russischer Sprache über die „Naphta-Industrie in Pennsylvania und im Kaukasus“ zu verweisen.

Nach den officiellen Erhebungen der kaukasischen Bergverwaltung existiren jetzt bei Baku 140 Fabriken, die im Jahre 1878 gegen 6 Mill. Pud (à 40 russ. Pfunde) Photogen geliefert haben. Da die Naphta von Apscheron blos 33 Proc. Photogen giebt, so darf angenommen werden, dass zu dieser Fabrikation gegen 18 Mill. Pud Naphta verbraucht wurden, und dass die Gesamtausbeute derselben auf Apscheron, mit Einschluss der wegen nicht zu gewältigender Zuströmungen aus den Springquellen stattgehabten Verluste, mindestens 20 Mill. Pud betragen hat.

Diese grossen Naphthaquantitäten entströmten innerhalb der vorerwähnten Zone auf einem verhältnissmässig eng begrenztem Raume von etwa 4 Quadrat-Kilometern, einer Vielzahl von Bohrlöchern sehr verschiedener Tiefe und Leistungsfähigkeit, unter welchen solche sind, welche Monate hindurch täglich Quantitäten von 6—8000 Pud und weit darüber aus mitunter intermittirenden Springquellen geliefert haben, ohne einen constant gebliebenen vermindernden Einfluss auf die allgemeine Productionsfähigkeit des gesammten Förderungsgebietes damit auszuüben. Nichtsdestoweniger gelang es bisher auf Apscheron nicht, aus dem Vergleiche der, geognostisch meistens sehr verschieden

lautenden Angaben der Bohrungsregister zahlreicher Producenten praktische Anhaltspunkte zu gewinnen, geeignet, den Erfolg zu unternehmender neuer Bohrversuche auch nur einigermaßen sicherzustellen.

Der durch Umfang und Bedeutung seiner Unternehmungen in dem kaspischen Naphtagebiete rühmlichst hervorragende Industrielle Nobel aus St. Petersburg fand es in seinem Interesse, zuerst eine 10 Kilometer lange gusseiserne Röhrenleitung, behufs directer Zuführung der Naphta aus dem Quellengebiete von Balachany nach seiner grossen Fabrik bei Baku herzustellen und die Transportschwierigkeiten des Photogen nach Astrachan und die Wolga aufwärts, durch Einführung von besonders für diesen Zweck construirten eisernen Dampfschiffen mit hermetisch verschliessbaren Reservoiren zu beseitigen.

Auf der Insel Tscheleken durch den Genannten veranlasste, aber von dem gehofften Erfolge nicht begleitet gewesene Forschungen nach Ozokerit-Lagern führten zur Erbohrung einer Naphtaspringquelle, welche unter Mitterschein von starker Salzsoole<sup>1)</sup> von 30° R. Wärme die enormen Quantitäten von 8—10.000 Pud Naphta in 24 Stunden zu liefern begann. Die vorläufige Sistrung dieser Bohrquelle durch Verschluss der Bohrlochsröhre, wie sie in einem ähnlichen Falle auf Apscheron mit grossen Schwierigkeiten verbunden gewesen, gelang hier rasch, ohne Zweifel wegen nur mässigen Gasandranges, und beseitigte die Gefahr unberechenbarer Verluste an Naphta. Nobel, in der Absicht, die Bedürfnisse seiner colossalen Fabrikanlagen bei Baku aus eigenen Quellen, und zwar aus möglichster Nähe zu befriedigen, unternahm hierauf, durch seinen reichen Fund auf Tscheleken für den Fall des Misslingens gedeckt, eine Tiefbohrung auf Apscheron in geringer Entfernung von dem durch den Reichthum seiner Springquellen ausgezeichneten Grundstücke der Familie Benkendorf. Als die Arbeit vermittelst Seilbohrung bereits alle Tiefenstufen passirt hatte, in welchen sich bisher die Naphtaspringquellen auf dem Balachany'schen Operationsfelde einzustellen pflegten und der Erfolg noch immer ausblieb, hoffte man denselben durch energisches Vordringen zu grösseren Bodentiefen erzwingen zu können. Indessen versagten unerwartete Umstände den Erfolg auch hier.

Nachdem bis zur Tiefe von 200 Fuss, dreimal 50—60 Fuss mächtige Thonlager mit 8—10 Fuss starken, von verdickter Naphta durchzogenen Sandschichten gewechselt hatten, stellten sich zweimal, von wassergetränkten Sanden und Thonschichten überlagerte, sehr feste Gesteinsbänke von geringer Mächtigkeit ein, unter welchen nach wiederholt mit einander wechselnden nassen Sand- und Thonschichten, von Naphta durchzogener sandiger Thon in grosser Mächtigkeit auftrat. In diesem, immer mehr an Festigkeit und Zähigkeit zunehmenden Terrain begegnete der Bohrer schon in der Tiefe von 440 Fuss dem fast unüberwindlichen Widerstande von unten empordringender thoniger Massen, deren Aufsteigen in dem ausgerohrten Bohrloche unter Mithinzutritt einer Beugung desselben, dem Fortschritte der Arbeit peremptorisch Grenzen setzte.

<sup>1)</sup> Man vergleiche die auf pag. 186 [22] dieser Mittheilungen angefügte Note.

Diese keineswegs, wie vermuthet, auf Dynamismus gespannter Kohlenwasserstoff- oder sonstiger Gase zurückzuführende Erscheinung ist von gleicher Natur wie diejenige, welche zur Zeit meiner Anwesenheit auf den Halbinseln Kertsch und Taman im Jahre 1866 amerikanische, mit allen Mitteln versehene Unternehmer nöthigte, das Tiefbohren nach artesisch springenden Naphtaquellen daselbst ein für alle Mal und zwar schon in 400 Fuss bereits überstiegener Tiefe, in einem dem Apscheron'schen sehr ähnlichen Terrain aufzugeben. Bei den Versuchsbohrungen auf Naphta, welche innerhalb der Vorberge des nordwestlichen Kaukasus-Abhanges vor einigen Jahren durch den Bergingenieur F. v. Koschkul geleitet wurden und bis zu Tiefen von 800 Fuss niedergingen, sind derartige Erscheinungen sich in Bewegung setzender Tiefschichten nicht vorgekommen, durch welche der grössere Theil der, auf Apscheron von aralo-kaspischen Schichten übergreifend bedeckten Flyschbildungen der kaukasischen Halbinseln unter den Begriff des sog. schwimmenden Gebirges tritt. Diese Bodenunterschiede deuten auf eine Differenzirung in den tektonischen Verhältnissen des zu dem kaukasischen Gebirgs- ganzen gehörenden alttertiären, mit dem naphtaführenden der Karpathen äquivalenten Terrains, je nachdem dasselbe die seitlichen, theils nordwestlich, theils ostwestlich orientirten Vorketten des Kaukasus bildet, oder wie es auf Apscheron der Fall ist, in einer breiten, die Hauptachse des Gebirges aufnehmenden Zone den südlichen Abschluss desselben physikalisch-geographisch vermittelt. In dem ersten Falle drückt sich eine einfache, meist einscitig nach NO geneigte Lagerung der Schichten schon in der äusseren Plastik der Gegend aus; in dem zweiten tritt ein mehr complicirtes Oberflächenverhältniss mit dem Grundcharakter stark undulirender Plateauformen von geringer absoluter Erhebung mit starken Störungen der subterranean Lagerung in Verbindung, welche wegen selten vorhandener natürlicher Profile mehr aus den Registern zahlreicher Bohrungen als direct zu erschliessen sind. Wenn man die stufenförmig ausgebildeten Gebirgslieder des Abhanges des einseitig gegen Süden abgesunkenen, gewissermaassen in der Depression des kaspischen Meerbassins aufgehenden südöstlichen Kaukasusendes in das Auge fasst und wahrnimmt, wie diese parallel hinter einander aufsteigenden, langgedehnten Abfallsstufen das niedere Uebergangsterrain zur Ebene wie Wellen vor sich herschieben, so stellt sich namentlich von einem der Gipfel innerhalb der Centrankette gesehen, augenblicklich eine bestimmte Vorstellung von der systematischen Tektonik der gesammten Senkungsregion ein. Diese Vorstellung erkennt in der Centralregion der stärksten Druckwirkung des abgesunkenen kaukasischen Südabhanges am Fusse der Steilabstürze des 11.000 Fuss hohen Babadag, dessen Gipfelpartie aus nahe horizontalen Alberesekalkschichten gebildet wird, den Ausgangspunkt eines Systems von Längenfaltungen, von welchen ein Theil, in etwas mehr südwestlicher Richtung schwach radial ausstrahlt, der andere aber der kaukasischen Hauptachse parallel über die Halbinsel Apscheron sich hinweg erstreckt.

Man darf am Fusse des Babadag den Ausgangspunkt einer breiten Zone von subterranean, einander sehr genäherten Falten annehmen, auf welcher das undulirende Naphtafeld von Balachany, und zwar sehr wahrscheinlich im Schaarungspunkte der kaukasischen Gebirgsachse

mit einer, in der Plastik der ganzen Halbinsel sich deutlich ausprägenden Dislocations- oder Bruchlinie aus SSW-NNO eintritt, deren grosse Bedeutung für die allgemeine Orographie des Kaukasus hier nur angedeutet werden kann. Auf Grund dieser Voraussetzungen ist es möglich, die schwer zu deutenden Erscheinungen, welche auf dem Gebiete der Naphtagewinnung von Apscheron die absolute und relative Vertheilung des Bitumen in verschiedenen Tiefen, ebenso wie die grosse Verschiedenheit der scheinbar nur vom Zufall abhängigen Bohrungserfolge betreffen, in ihrem gegenseitigen Zusammenhange verständlicher aufzufassen.

Mit der Annahme eines bis zu grossen Tiefen hinabreichenden Systems von Parallelfaltungen, wird auch die Vorstellung als nahe liegend zulässig, dass durch concave, nach unten geschlossene Faltenscheitel, die in den verschiedensten Niveaus auftreten können, Bedingungen für das Vorhandensein, durch Spalten theilweise mit einander in Verbindung stehender Reservoirs gegeben sind, in welchen die unter enormem Gasdrucke stehenden, langsam, aber continuirlich aus der Tiefe herbeigeführten Naphtamengen sich aufzuspeichern vermögen; befähigt, in Folge einer zufällig an geeigneter Stelle durch Bohrung bewirkten Verbindung des Inneren des Faltensystems mit der Atmosphäre, durch Gasdruck getrieben, an die Oberfläche zu gelangen. Für den Grad der praktischen Erfolge solcher Bohrungen werden besonders drei Modalitäten des subterranean Schichtenbaues massgebend sein, deren Vorhandensein die Idee einer Terrainfaltung, wie die angedeutete, zur nothwendigen Forderung macht. Der Bohrer durchsetzt in seinem Niedergange entweder (*a*) die Schichtenfolge des convexen oder (*b*) diejenige des concaven Faltenscheitels, oder (*c*) er dringt in den Complex sehr steil gestellter Schichten ein, der sich aus dem Zusammenstreifen der seitlichen Flügel zweier dicht aneinander gepresster, unter der elastischen Druckwirkung hoch gespannter Gase befindlicher Faltungen componirt. Theoretisch am wahrscheinlichsten mügte der grössere Bohrungserfolg mit dem Falle *b* verbunden sein, während der Fall *c* jedenfalls die am wenigsten günstigen Bedingungen darbieten und eben derjenige sein dürfte, der den ausserordentlichen Widerstand des durch Seitendruck emporgetriebenen Grundterrains in dem Bohrloche in ähnlicher Weise herbeiführt, wie das eventuelle Steigen der Stollenböden in Flötzrevieren erfolgt.

Zur wissenschaftlichen Unterstützung der hier vorgetragenen Ansichten verdienen die weiter folgenden Thatsachen in nähere Betrachtung gezogen zu werden.

Ueberall, wo auf Apscheron freiwilliges Hervortreten von Naphta in flüssiger oder verdickter Form, unmittelbar aus dem alttertiären Terrain stattfindet, und das Vorhandensein von grösseren Ansammlungen des Bitumens in der Tiefe erfahrungsmässig wahrscheinlich gemacht ist, zeigt sich das geschichtete Terrain in Form einer elliptischen, meistens flachen Wölbung, die entweder geschlossen, oder in der Richtung ihrer Längsachse antiklinal geöffnet ist. In häufig vorkommenden Fällen einer stärkeren orographischen Individualisirung zeigen sich dergleichen Bodentumeszenzen zu denjenigen isolirten kegelförmigen Hügeln ausgebildet, die für das baku'sche Gebiet bis nach Sallian hinab eine so charakteristische Bedeutung haben. In ihrem öfteren dichten Aneinander-

schliessen als gewölbte partiell unterbrochene Bergrücken, im Sinne und in der Richtung der vorhin angedeuteten südwestlich orientirten Faltungslinien, deren Ausgangspunkt in der Absinkungsregion des Badag liegt, sieht man sie zu der systematischen Reliefgestaltung insbesondere des Baku benachbarten südwestlichen Küstengebietes wesentlich beitragen. Diese Hügel, welche, wenn sie isolirt sind, so überraschend die Formen vulkanischer Eruptionskegel aus jüngerer Zeit imitiren und in einem Toragai und Kissilketschi aus der, um wenige Meter das Meerniveau übersteigenden Ebene, selbst zu absoluten Höhen von 1400 Fuss emporragen <sup>1)</sup>, sind in ihrer frühesten Anlage augenscheinlich unter dem Einflusse einer horizontal wirkenden, faltenden Kraft auf die tertiären Fundamentalschichten entstanden.

Nur das genaue Studium der inneren Structur solcher Gebilde konnte die Bestätigung dieser folgenreichen Sätze gewähren. Wegen Mangels an geeigneten natürlichen Profilen sind die örtlichen Verhältnisse in der kaspischen Region gerade solchen Untersuchungen wenig günstig. Dagegen bietet die nördlich kaukasische, ostwestlich orientirte Halbinsel von Taman an den Steilabstürzen ihrer 30 Kilometer langen Südküste die vortrefflichsten Durchschnitte einer Reihe derartiger orographischer Formen dar, welche nach natürlichen Profilen die Tektonik derselben in allen Theilen vollständig zu studiren erlauben. Das ausgezeichnetste, typisch zu nennende Beispiel des gefalteten Schichtenbaues bietet das grösste und umfangreichste Glied dieser Reihe, in dem sog. Seljonnaja gora am südwestlichen Ende der Halbinsel dar. <sup>2)</sup> Der Berg ist dem scharfen Plateaurande der flachen Halbinsel unmittelbar aufgesetzt. Das Relief desselben realisirt morphologisch genau den Begriff eines elliptischen Erhebungsthalcs mit flachem, geschlossenem Ringwalle von 434 Fuss absoluter Höhe und einer centralen domartigen Anschwellung von gleicher Höhe. Auf dem steilen Küstenabhänge, der das Bergsystem seiner Mitte nahe durchquert, realisirt sich auf das vollständigste im verjüngten Massstabe die Grundidee eines jener complicirten Faltensysteme, wie sie aus den geotektonischen Studien der grossen alpinen Gebirgssysteme, geometrisch deducirt, in so zahlreichen Beispielen entwickelt sind. Von vier, den Bau des Berges bedingenden Faltungen passen sich die beiden äussersten, in ihrer antyklinalen Stellung mit 2 Kilometer Spannung im Durchschnitt hervortretend, den beiden Scheiteln des Ringwalles an. Die mediane Hauptfalte, die grösste und breiteste von allen, entspricht einer centralen Wölbung, und die vierte intermediäre, mit einer Verwerfungsspalte verbundene Faltung fällt mit einem inneren schluchtförmigen Aufriss des Systems zusammen, der mit der longitudinalen Achse desselben parallel geht. Das tiefste Glied des tertiären Formationsganzen, durch die centrale Faltung emporgedrängt, erscheint durch das Zurücksinken des Scheitels derselben in äusserst geknickte und durcheinander

<sup>1)</sup> Ueber eine im kaspischen Meere erschienene Insel, nebst Beiträgen zur Kenntniss der Schlammvulkane, nebst 4 Tafeln. St. Petersburg 1863, p. 26.

<sup>2)</sup> Karten und Profile zur Geologie der Halbinseln von Kertsch und Taman, Taf. II und III, als Beitrag für die Abhandlung: „Einleitende Grundzüge der Geologie der Halbinseln Kertsch und Taman“ nebst drei Tafeln. Memoiren der k. Akad. d. Wiss. zu St. Petersburg, VII. Serie, Tome IX, Nr. 4, p. 5 u. 6.

geworfene Falten gebracht. Ja, selbst der Fall der Faltenüberschiebung bis zur widersinnigen Lagerung stellt sich in dem Profile des Seljonnaja gora ein und zwar prägt er sich durch Umlegung des westlichen Faltingsflügels, mit der Zugabe scharfer knieförmiger Biegung der obersten schieferigen, mit festen kalkigen Schiefermergeln wechselnden Schichten auf das Deutlichste auf die Länge von einem halben Kilometer aus. In dem Complexe der dunklen sandigen Schiefer der zurückgesunkenen centralen Falte, finden Ansammlungen einer specifisch schweren, schwarzen Naphta statt, welche durch zahlreiche schachtförmige Schöpföffnungen, die auf verschiedenen Höhenstufen des Steilabhanges angefahren sind, eine schwache Gewinnung des Bitumens seitens der benachbarten Stanizenbewohner vermitteln. In der Physik dieses Berges, die der Wiederaufnahme des aus der Wissenschaft verbannten Wortbegriffes des Erhebungskraters in geläuterter Weise in der That das Wort redet, findet die in dem Vorhergegangenen vertretene Vorstellung von dem inneren Bau der apscheron'schen Naphtazone principiell eine unverkennbare Bestätigung.

In östlicher Fortsetzung des südlichen Küstenabsturzes der Halbinsel Taman wiederholen sich die angegebenen Strukturverhältnisse des Seljonnaja gora, auf einer Distanz von 18 Kilometern, in fast gleichen Intervallen noch zweimal. Der östlich zunächst liegende Fall bezieht sich auf den Naphtaberg Pekla von 322 Fuss absoluter Höhe. Derselbe stellt in seinem Relief am oberen Steppenrande nur eine einfache Gewölbefaltung mit wellenförmig erfolgtem Zurücksinken dar, ohne die geringste Andeutung eines den Berg umschliessenden Ringwalles. Das dritte, östlich gelegene, zwar kleinere, aber nicht minder scharf ausgebildete Faltungssystem ist nur durch eine mässige Bodenanschwellung auf der Plateaufläche angedeutet und konnte sein ebenfalls nur einseitiges und zurückgesunkenes Faltenverhältniss allein durch Erosionswirkung des Meeres zur Anschauung kommen. Jedenfalls ist der noch immer herrschende Sprachgebrauch als mangelhaft zu bezeichnen, nach welchem das, willkürlicher Auslegung anheimgefallene Wort Schlammvulkan, ohne Unterschied auf jede Bergform der angeführten Gattung, ja selbst auf den winzigsten Hügel angewendet zu werden pflegt, sobald nur das Vorhandensein von Naphta an seinem Gipfel sich bemerkbar macht, oder aus demselben mehr oder minder thermale, aus mechanischen Reibungs- und Auflösungsproducten thoniger Massen subterran gebildete, lavenartig fliessende Magmen, unter Mitwirkung von brennbarem Gas hervordringen, dessen trügerisch pseudovulkanischer Charakter nur ausnahmsweise in paroxismatischen Entbindungsprocessen, durch elektrische Selbstentzündung im Augenblicke des Austritts an die Atmosphäre, sich geltend macht.

Die theoretische Auffassung, welche die ganze Physik des Naphtagebietes des südlichen Kaukasusendes, insbesondere auf der Halbinsel Apseron, in die engste genetische Beziehung zu dem angenommenen, vom Fusse des Babadag ausgehenden Faltenysteme, und damit auch zu den abysso-dynamischen Agentien stellt, die bei der Entstehung des gesammten kaukasischen Gebirges überhaupt thätig waren, gewinnt eine fernere Bestätigung durch die Thatsachen, welche die denkwürdige Expedition des Capitän Iwaschinzof zur Erforschung der physi-

kalisch-geographischen Natur des kaspischen Meeres, wie des Bodens der Küste und der Inselbildungen dieser grossen Senkungsregion des asiatischen Welttheils klar gestellt hat.<sup>1)</sup> Indem ich auf speciellere Ausführungen verweise, die in meiner citirten Schrift, über das Erscheinen der Insel Kumani, in der augedeuteten Beziehung enthalten sind, berühre ich hier nur die geologische Bedeutung jenes flachen submarinen Höhenzuges, der den Raum zwischen der Halbinsel Apscheron und der Insel Tscheleken, der Achsenrichtung des kaukasischen Gebirges conform durchsetzt und mit zunehmender Verflachung gegen Ost, in den Rand einer submarinen Plateaustufe übergeht, die mit der Basis der genannten Insel zusammenfällt. Bis zur Entfernung von 80 Seemeilen von Tscheleken gipfelt dieser Bergrücken in einer mittleren Tiefe von 240 Fuss; dann zeigt er eine tiefe Einsenkung mit dem Charakter eines breiten Querthales, dessen absolute Tiefe, 40 Seemeilen von Apscheron, 924 Fuss beträgt. Zwei ungleiche Tiefenregionen des kaspischen Meeres, eine südliche mit der Maximaltiefe von 3612 englischen Fussen und eine nördliche mit der von 2947' werden durch jenes Diaphragma geschieden. Schon in 30 Seemeilen östlicher Entfernung von dem Ende der Halbinsel Apscheron nähert sich der Flachrücken, aus mittlerer Tiefe von 150 Fuss allmählig ansteigend der Meeresoberfläche, bis zum Erscheinen eines kleinen Archipels von Felsbänken, die auf einem Flächenraume von etwa 650 Quadratfaden vertheilt sind, innerhalb welches zwei unter sich parallele 50 Fuss breite Zonen von langgestreckten Klippen von 12 Fuss Höhe über das Meeresniveau aufragen. Dieselben bestehen, eines Theils aus krystallinischem Silikatgestein, welches mit dem an der Ostküste des krasnowodskischen Meerbusen anstehenden identisch zu sein scheint und anderen Theils aus einem grauen von erhärtetem Bitumen durchzogenen Flysch-Sandstein. In dem gesammten Umkreise des kleinen Archipels entsteigen dem Meeresgrunde sehr starke Kohlenwasserstoffgasen, und zugleich ist die Wasseroberfläche mit weisser Naphta bedeckt.

Auch in der geodätischen Orientirung dieser parallelen Riffe drückt sich die mittlere Kaukasusrichtung von O. 27° S. in scharfer Weise aus. Ein anderes für die Geologie des kaspischen Meeres wichtiges Sondirungsergebniss des Meerbodens ist der Beweis, dass an mehreren Punkten desselben fortdauernde Niveauveränderungen des Meergrundes, in Begleitung von pseudovulcanischen Emanations- und Bildungsprocessen vor sich gehen.

In diese Kategorie gehören, in Tiefen von 175—240 Fuss in horizontaler und verticaler Richtung stattfindende Formen- und Dimensionsveränderungen von kraterförmigen Vertiefungen, wie auch Aus- und Umbildungen kegelförmiger Protuberanzen von 72 bis 137 F. Höhe, die sich innerhalb dreijähriger Beobachtungsfrist, theils bis zur Nähe der Wasserfläche erhoben, theils Erniedrigungen von 50 bis 90 Fuss erlitten. Ebenso wurden local aufwirbelnde Schlammmissionen, unter Gasausströmung aus schlundartigen Vertiefungen und seitliche Ausbreitung derselben nach entfernten Räumen erkannt.

<sup>1)</sup> Karte des kaspischen Meeres nach den Untersuchungen der von dem Flottencapitän Iwaschinsof befehligten Expedition, mit den Zugaben der Vermessungen des Lieutenants Ulsky. 1863 Petersburg.

Die Schwankungen verschiedener Ordnung, welchen das Niveau des Kaspischen Meeres, besonders aus allgemein meteorologisch-klimatischen Gründen unterworfen ist, machen es sehr schwierig, diejenigen Effecte messend zu isoliren und zu bestimmen, welche durch unzweifelhaft fortwährend stattfindende partielle Bodenbewegungen auf das Uferniveau ausgeübt werden. Der sicherste Beweis für die Existenz und Verbreitung solcher Bodenschwankungen ergibt sich aus der Vollendung des Ueberganges der früheren Halbinsel Tscheleken in die jetzige Inselnatur, innerhalb einer Periode, in welcher ein fortschreitendes säkulares Sinken des kaspischen Meerniveaus, im Laufe von 50 Jahren, im Gegentheil eine Steigerung der Halbinselnatur hätte zur Folge haben müssen. <sup>1)</sup>

Mit Rücksicht auf die langsam vor sich gehenden Bewegungen, deren Schauplatz die Tiefen- und Uferregion des mittleren Theiles des Kaspischen Meeres ist, gewinnt ein anscheinend belangloses physikalisches Ereigniss eine höhere geologische Bedeutung, welches sich im Jahre 1874 innerhalb der Bucht von Baku zuerstzutrug und in bei weitem verstärktem Grade im April des vergangenen Jahres auf das Neue in die Erscheinung getreten ist. Dem Wortlaute erhaltener Mittheilungen aus Tiflis zu Folge, welche die Nummern 77 und 88 der daselbst erscheinenden Zeitung Kawkas bestätigen, bildete sich in geringer südlicher Entfernung von der Stadt Baku, ohne vorhergegangene Andeutung irgend einer Art, längs des westlichen, also rechten Uferandes des Golfs, auf dem Wege nach dem kleinen Vorgebirge Bayl, auf dem sich das Flotten-Arsenal befindet, eine länglich elliptische Bodenerhebung mit wellenförmiger Oberfläche von 500 Fuss Länge, welche tiefe Querrisse durchsetzt. In Folge dieser Erscheinung wurde das Meer bis auf 50 Fuss zurückgedrängt und ein schwarzer Lehm blossgelegt, der eine grosse Aehnlichkeit mit demjenigen zeigt, den man in bedeutender Tiefe aus den Naphtabohrlöchern erhält. In kurzer Zeit war die ganze Wegstrecke bis zur Landspitze von Bayl auf eine Länge von 1400 Fuss, 12 Fuss über das Meeresniveau emporgeschwollen. Gleichzeitig hatte sich der ganze dem Meere zugewendte Steilabfall eines, der erhobenen Strecke nahen und mit ihrer Längsachse parallelen Bergzuges auf eine beträchtliche Länge, stellenweise um eine Arschine und selbst bis 20 Fuss gesenkt und zwar unter Ausbildung derartiger grosser Spalten, dass man den Boden derselben von oben nicht sehen konnte.

Die Anschwellung dauerte unter Erweiterung der Spalten, sowohl in der Breite wie in der Länge noch längere Zeit langsam fort. Wahrscheinlich ist es, dass ein, gleichfalls in jener Zeit gemeldeter Schlammausbruch mit Feuererscheinung auf der 54 Kilometer südlich entfernten Insel Loss, mit dem Erhebungsphänomene bei Baku synchronisch gewesen ist.

Niemand wird bezweifeln wollen, dass die nächste Veranlassung zu dieser Erhebung der Küstenstrecke durch den Seitendruck des herabsinkenden Steilabhanges des kleinen Höhenzuges gegeben worden ist. Wenn man aber bedenkt, dass diese, in jüngster Zeit so auffallend sich wieder-

<sup>1)</sup> Ueber die Insel Kumani l. c. pg. 70—71.



holenden Dislocationsfälle sich auf grosse integrirende Theile des, einem gemeinsamem Mittelpunkte zugeneigten Formationsganzen beziehen, dessen Schichten in umlaufender Lagerung die hemisphärische Umwallung des Golfs von Baku bilden, so erscheint die tiefere primäre Ursache dieser Erscheinung in demselben subterranean Dynamismus begründet, dessen theoretische Voraussetzung die Grundlage aller vorhergegangenen Betrachtungen bildet. In diesem Sinne ist es keineswegs bedeutungslos, dass ein Parallelismus zwischen der emporgedrängten Küstenstrecke und der Längenrichtung des synklinalen Thales von Bybeibat stattfindet, welches gleich hinter der abgesunkenen Terrainstufe eintretend, einem breiten Wallgraben vergleichbar, von dem steil nach Innen abstürzenden mehr als 400 Fuss hohen Westflügel der bakuschen Golfumwallung überragt wird. Erfolgreiche Bohrungen auf Naphta wurden auf dem Boden dieses Senkungs-Thales angestellt, an dessen Ausgange sich die bereits früher erwähnte Terrainwölbung von Bayl mit ihren reichen Naphtabrunnen in das Meer hinaus erstreckt. Auch schliesst sich diesen Parallelen auf der Ostseite, sehr nahe eine dritte an, auf welcher in 3 Kilometer südlicher Entfernung von der gehobenen Küstenstrecke eine Quellengruppe gigantischer Kohlenwasserstoff-Auströmungen auf dem 20 Fuss tiefen Meeresboden liegt. Am nördlichen Ende derselben Linie dem Anfangspunkte der Stranderhebung gegenüber, ragen die Ruinen des seltsamen Caravanseraigebäudes aus dem daselbst nur zehn Fuss tiefen Meere hervor, die an den Serapis-Tempel in der Bucht von Bajä und an die ferne Zeit erinnern, wo die heutige Sage von einer ehemaligen Verbindung des östlichen Flügels der Golfumwallung von Baku mit der Insel Nargin, historische Thatsache war.<sup>1)</sup>

Schlamm- und Gasausbrüche mit Feuererscheinung, wie auch die Erdbeben sind innerhalb der ganzen centralen kaspischen Region, mit Einschluss des südöstlichen gesunkenen Kaukasusendes, als unter sich verbundene Erscheinungen bekannt. Man darf sie vielleicht am richtigsten als die gewaltsam gesteigerten Wiederherstellungsprocesse gestörten Gleichgewichtes innerhalb gefalteter durch Seitendruck in sich zusammengesunkener, ursprünglich horizontaler Schichtenmassen deuten, deren Widerstandsfähigkeit fortdauernd durch locale, histologisch und hylologisch umgestaltende Einflüsse gestört wird.

Diese Vorstellung auf solche Tiefenregionen des kaukasischen Naphtagebietes angewendet, wo flüssige und elastische Stoffe die jenen Gesteinsveränderungen wesentlich förderlich sind, dem Austritt an die Atmosphäre continuirlich zudrängen, macht es verständlich, dass vermehrte Tiefbohrungen daselbst, progressiv zunehmende Störungen eines als äusserst labil anzunehmenden Gleichgewichtes in dem Complexe der, unter enormem Drucke befindlichen gefalteten Massen veranlassen können. Langsam fortschreitende subterrane Terrainverschiebungen werden die Folge sein, die einen verändernden Einfluss auf Form und Lage naphtaführender Räume und mit denselben in anastomosirender Verbindung zu denkender Canäle ausüben. Von dem Standpunkte solcher Auffassung, würde auch die Vermuthung berechtigt erscheinen,

<sup>1)</sup> l. c. Bericht über die Insel Kumani l. c. pag. 62 und Karte Tab. IV.

dass die jüngst im Inneren des Golfs von Baku beobachteten Senkungs- und Verschiebungsphänomene wohl im Zusammenhange mit subterranean, durch die angedeuteten Gründe veranlassten und auf weite Entfernung fortgeleiteten Massenbewegungen stehen könnten.

Die Eigenthümlichkeit der Erscheinungsformen unter welchen die Naphta in den kaukasischen Gebieten stellenweise in so merkwürdige Verbindung mit pseudovolcanischen Phänomenen an die Oberfläche tritt, wie dies in gleicher Weise noch nirgends wiedergefunden worden, giebt derselben, nach meinem Dafürhalten, eine besondere gewissermassen physiologische Bedeutung und zwar in dem Sinne derjenigen Vorstellung von der Entstehungsweise der Naphta, welche den Gedanken an die Herkunft der Kohlenwasserstoffverbindungen in Gasform wie in fester und flüssiger Gestalt, aus präexistirenden in neptunischen Schichten der Erdtiefe vorhandenen pflanzlichen oder thierischen Stoffen durchaus abweist. Diese zuerst angenommene organische Hypothese verlor den lange behaupteten Vorzug vor der zweiten anorganischen, welche die Entstehung der Naphta in tellurischen Tiefen in Anspruch nimmt, mit dem Wanken der Vorstellung, als deute das Auftreten der Naphta und des festen Bitumen in den Schichten verschiedener Formationen auf stattgehabte, stets unter sich identisch gewesene Zersetzungsprocesse pflanzlicher Reste, die während der Dauer der entsprechenden geologischen Perioden in sehr verschiedener Weise zur Ablagerung kamen.

Nicht die geologische Stellung der Formation, sondern die physikalische Natur ihrer Schichten zeigte sich maassgebend für die localen Ansammlungen und die Vertheilungsarten des sichtlich, überall aus viel tieferen Regionen als die des Ablagerungsortes, stets auf Spalten emporgedrungenen Bitumen.

An die längst bekannte Thatsache des Naphtahervordringens aus den krystallinischen Schiefern der Küstengebirge von Venezuela, hat sich in neuerer Zeit die Entdeckung von Hunt geschlossen, dass die Naphta in Canada auch aus den tiefsten Silurschichten aufsteigt. Ebenso ist die oft beanspruchte Idee, dass die aus den Tiefen der Devonformation in Pensylvanien hervordringende Naphta, ursprünglich als ein Ausscheidungsproduct aus den Kohlenfeldern der überlagernden Carbonformation, durch Vermittlung vorausgesetzter Verbindungskanäle zu den Hohlräumen der unteren devonischen Sandsteine gelange, durch den Umstand vollkommen wiederlegt worden, dass in den für jede Flüssigkeit undurchdringlichen Thonen, welche die Schichten der Devon- und Carbon-Periode absolut von einander trennen, auch nicht die geringste Spur von dergleichen theoretisch supponirten Zuleitungscanälen hat nachgewiesen werden können.

In diesen Umständen möchten wohl die Hauptgründe zu finden sein, welche den Glauben an die Naphtaentstehung auf organischem Wege in Nord-Amerika stark erschüttert haben. Die jedenfalls zu stark betonte Entdeckung von Kohlenspuren im unteren Silur durch Hunt stehen, ebenso wie die sporadisch vorkommenden Graphitmassen, in noch älteren Schichten, in einem quantitativ zu grossem Missverhältnisse zu der Masse des vorhandenen Bitumens, um rationell in eine genetische Beziehung zu diesem gebracht werden zu können.

Der praktische Sinn der Amerikaner wandte sich vielleicht schon deshalb mehr der Hypothese der anorganischen Entstehung der Naphta zu, weil diese genetische Frage, einmal dem Ideenkreise des tieferen Zusammenhanges sich gegenseitig bedingender Naturerscheinungen zugeführt, bald Wahrnehmungen hervortreten liess, welche dem Auffinden von Naphtabohrquellen praktisch verwerthbare Anhaltspunkte darboten, die von dem Standpunkte der organischen Hypothese erwartet, aber nicht zu finden gewesen waren.

Indem die Aufmerksamkeit der amerikanischen Naphtaindustriellen sich mehr auf das topische Verhalten der linearen naphtareichen Zonen zu der Nähe der Bergkotten der Allegany zu richten begann, wurde der Parallelismus in das Auge gefasst, der zwischen jenen Zonen und der Längenrichtung der Bergzüge stattfindet und als ein die Bohruntersuchungen sicher leitendes Princip dergestalt erforscht und anerkannt, dass den Angaben Mendelejefs zu Folge, bei den Amerikanern sich die naive Vorstellung von unterirdischen den Bergzügen parallelen Naphtaflüssen und von Seen ausgebildet hat, in welche sich jene Flüsse ergiessen.

Demzufolge findet sich in der Vorrede eines Werkes von Rigley, in Betracht der constanten Aneinanderreihung der Naphtavorkommnisse in graden Linien längs der Allegany die frappante Idee ausgesprochen: fast könne es so scheinen, als habe die Natur die graden Linien zu Gunsten des Naphtacrscheinens an den Biegungsstellen der im Uebrigen nahezu gradlinig fortziehenden Bergketten unterbrochen, wodurch der Erfolg der Bohrungen in Pensylvanien im hohen Grade wahrscheinlich sei.

Mendelejef macht hiezu die interessante Bemerkung, dass die Allegany in Beziehung auf die Vertheilung ihrer Naphtabezirke, sich ganz ähnlich verhalten, wie die Kaukasusketten zu derjenigen bei Baku, im kubanischen Kreise, wie überhaupt zu allen anderen im Umkreise des Gebirges vorhandenen Naphtalocalitäten.

Mendelejef, der in seinem Werke nicht verhehlt, dass er früher ein entschiedener Anhänger der organischen Naphtahypothese gewesen, hat durch seine Studien in Amerika und im Kaukasus bewogen, die Ansicht von der Entstehung des Bitumen auf unorganischem Wege aus ähnlichen Gründen in seine Ueberzeugung aufgenommen, die mich schon seit zwanzig Jahren bestimmten, sie zu der meinigen zu machen.

Mit aller Achtung für die Gründe, welche zur Zeit noch andere, von mir hochgestellte Forscher bestimmen, ihren Glauben an die allgemeine Gültigkeit der organischen Naphtaentstehung nicht aufzugeben, schliesse ich mich doch der Ansicht Mendelejefs von der wissenschaftlichen Nothwendigkeit an, ausgehend von den auf eigenen Beobachtungsgebieten gewonnenen Erfahrungen und Thatsachen, auf deductivem Wege dahin zu streben, eine den geologischen und physikalischen Anforderungen entsprechende Erklärung für die Entstehung des Bitumens in den plutonischen Tiefenregionen zu finden.

Natürlich wird dieselbe stets den Charakter der Hypothese behalten, aber sie kann befähigt werden, den angenäherten Werth eines Naturgesetzes zu erreichen, wenn sie im Stande ist alle auf den ver-

schiedenen Beobachtungsfeldern vorkommenden Erscheinungen ungezwungen zu erläutern.

Meinerseits kann ich für einen solchen Zweck nur den geringen Beitrag meiner längst gewonnenen Ueberzeugung liefern, der zu Folge ich in der Naphta das alleinige Verdichtungsproduct aus der plutonischen Tiefe empordringender Kohlenwasserstoffgase annehme.

Den ersten Schritt zu einer wissenschaftlich begründeten Erklärung der Naphtaentstehung auf anorganischem Wege hat Mendelejef in seinem schon angeführtem in russischer Sprache verfasstem Werke gemacht und glaube ich durch die hier noch anzuschliessende Uebertragung des die Genesis des Bitumen im Erdinneren behandelnden Abschnittes, den deutschen Fachgenossen einen willkommenen Dienst zu leisten.

Als entschiedener Plutonist entwickelt Mendelejef seine selbstständige Theorie von dem Standpunkte der Erdbildungshypothese von Laplace, unter Mitberücksichtigung aller Fortschritte, welche die Lehre von den Dämpfen und Gasen durch Dalton, Avogadro, Gerard, St. Claire Deville und kürzlich durch Mendelejef selbst<sup>1)</sup> gemacht hat.

In meiner Uebersetzung des Entwicklungsganges der Argumentationen, in welchen die Hypothese Mendelejefs ihren streng begründeten Ausdruck findet, vermeide ich aus selbstverständlichen Gründen jede Abkürzung und Satzumformung, die sich mit Rücksicht auf den engeren Leserkreis eines so speciellen Abschnittes, aus einem für das grössere Publikum berechneten und abgefasstem Werke, sonst vielleicht empfohlen haben würde.

„Laplace nimmt ein chaotisches Beieinandersein mit hoher Temperatur versehener Elemente an. Der erste Act der Erdbildung war die Ringform, der damaligen Oberfläche der Sonne genähert, ähnlich der wie sie heute den Saturn umgebend gesehen wird. Hierauf folgte Umgestaltung zu einer Kugel. Die Dimensionen derselben waren grösser als die der Erde. Die Temperatur sehr hoch; Alle Elemente befanden sich in Dampfzustand und getrennt unter sich. Häufig ist die Vorstellung, dass das Ganze ein blosses Chaos war, welches sich sehr allmählich abkühlte und dass erst dann Ordnung, chemische Verbindung und Vertheilung nach der Festigkeit eintrat, als die Verdichtung begann.

Diese Meinung ist irrig. Die Lehre von den Dämpfen und Gasen hat sich in unserer Zeit dergestalt ausgebildet, dass man sich nunmehr eine klare Vorstellung von der Vertheilung machen kann, in welcher zu jener Zeit schon die dampfförmigen, jetzt die Erde zusammensetzenden Elemente sich befanden. Insofern gerade dieser Theil der Auseinandersetzung eine wichtige Bedeutung für die weitere Entwicklung des Gegenstandes hat, liegt es mir ob, hier auf einige noch wenig verbreitete Sätze aufmerksam zu machen und zwar in möglichster Kürze, vom Hauptgegenstande getrennt.

Verstehe man unter A und a die Dichtigkeit zweier Dämpfe oder Gase in ihrem Verhältnisse zum Wasserstoff. Diese Grössen bleiben so gut wie unveränderlich bei allen nur möglichen Spannungen der

<sup>1)</sup> Mendelejef über die Elasticität der Dämpfe. Petersburg, pag. 9.

Schwere, des Druckes und der Temperaturen im gasförmigen oder dampfförmigen Zustande.

Diese Eigenschaft der Gase bleibt auch da dieselbe, wo das mariottische Gesetz auf letztere keine *exacte* Anwendung findet. Es ergibt sich dieser Schluss aus den Versuchen über die Pulver- und andere stark verdichtete Gase, welche eine völlig gleiche Zusammenrückbarkeit der verschiedensten Dämpfe und Gase ergeben, wenn sie sich auch weit von dem mariottischen Gesetze entfernen.<sup>1)</sup> Hieraus folgt, dass wir nach Maassgabe derjenigen Dichtigkeiten, die mit Anwendung der gewöhnlichen Mittel von den Dämpfen und Gasen zu erkennen sind, ein sicheres Urtheil über die relative (aber nicht die absolute) Dichtigkeit derselben bei hohen Druckzuständen zu gewinnen vermögen. Als aber die irdischen Elemente alle in Dampfform sich befanden, übertraf der Druck, unter dem sich ein grosser Theil ihrer Massen befand, in unvergleichlicher Weise den heute uns erreichbaren Druck.

Wenn man sogar nur sämmtliches Wasser, was sich auf der Erde befindet, im dampfförmigen Zustand annimmt, so würde der Druck der Atmosphäre auch damals sehr gross gewesen sein, und wenn man sich ferner denkt, dass nur ein Theil der Stoffe, welche heute die feste Erdmasse bilden, sich zu festem Zustande verdichtet hatte, ein grosser Theil aber noch im Dampfzustande verblieb, so war auch alsdann der Druck in den niederen Schichten der Atmosphäre ein enormer und musste um sehr viele Male den heute herrschenden Druck der Atmosphäre nahe der Erdoberfläche übertreffen. Auch war die Höhe der Atmosphäre damals unvergleichlich höher als die heutige.

Welches war also damals die Vertheilung der Elemente in der Erdatmosphäre? Diese Frage beantwortet das von Dalton gegebene Gesetz<sup>2)</sup> über die Vermischung der Dämpfe und Gase und die Kenntniss der Temperatur in verschiedenen Höhen. Dalton zeigt, dass ein jedes Gas oder jeder Dampf, in seiner Vermischung mit anderen sich im gegebenen Raume ebenso vertheilt, als wenn er allein vorhanden wäre. Hieraus folgt unzweifelhaft, dass in den hohen Schichten der Atmosphäre Gase vorherrschen müssen, deren Dichte (a) gering und in den niedrigen Schichten solche, deren Dichte A gross ist. — Andererseits, von dem Centrum zur Oberfläche emporsteigend, nimmt der Druck ab; die Gase und Dämpfe dehnen sich aus und die Folge ist Abkühlung.<sup>3)</sup> So herrscht auch auf hohen Bergen, wie unter dem Aequator ewiger Schnee. Die Abkühlung der Dämpfe

<sup>1)</sup> Mendelejef l. c. T. I., pag. 9.

<sup>2)</sup> Man bezeichnet dieses Gesetz auch wohl als das des partiellen Druckes. Diejenigen Consequenzen dieses Gesetzes, welche sich auf den hier in Betrachtung kommenden Fall der Vertheilung der Dämpfe und Gase in den verschiedenen Schichten der Atmosphäre beziehen, finden sich entwickelt in meinem Werke, Ueber das barometrische Messen und über Anwendung desselben auf Höhenbestimmung. Petersburg 1876, pag. 46—52.

<sup>3)</sup> In verschiedenen Abhandlungen, die sich im Journalc der russischen chemischen Gesellschaft vom Jahre 1876, in der Bibliotheque universelle Genève und in den *comptes rendus* von 1876 finden, habe ich alle vorhandenen Angaben über die Temperatur der verschiedenen Luftschichten angeführt und mich bemüht, eine Theorie des Gegenstandes zu geben. Man könnte sich versucht sehen, dieselbe auch auf die früheren Perioden der Erde anzuwenden.

zieht ihre Verdichtung bis zu flüssigem und festem Zustande nach sich. Die Wasserdämpfe, leichter als die Luft, müssten nach dem Dalton'schen Gesetz in den oberen Regionen der Atmosphäre über der eigentlichen Luft vorherrschen. Doch fehlen sie daselbst vollständig. Es hängt dies von dem Verdichtungsvermögen der Dämpfe ab. So verhielt es sich natürlich immer, das heisst an den Grenzen der Atmosphäre herrscht Kälte und es waren daselbst stets Wolken verschiedener Elemente vorhanden. Was sich nun auf die Veränderungen des physikalischen Zustandes bezieht, dasselbe findet, nach den vortrefflichen Entwicklungen von Henri St. Claire Deville in seiner Lehre von der Dissociation, eine ähnliche Anwendung auf die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung. Mit der Abkühlung beginnt auch die chemische Verbindung. So lange die Temperatur noch eine hohe ist, bleibt der chemische Process dem Centrum fern, aber an der Oberfläche tritt seine Wirkung ein. Auch die Metalle, indem sie sich mit dem Sauerstoff verbanden, gaben hier Oxyde, die in der Regel weniger flüchtig sind als die Metalle selbst. Wie der Regen und der Schnee aus den Höhen der Atmosphäre niederfallen und sich ausbreitend zu bestimmten Tiefen dringen, so häuften sich auch an der Oberfläche des Planeten diejenigen Stoffe an, deren Dämpfe geringe specifische Dichtigkeit besitzen und selbst hier, wo damals die ersten Verbindungen vor sich gingen, erfolgten sie doch noch unter dem Einflusse allgemein herrschender Erhitzung.<sup>1)</sup>

Im Inneren herrschten Elemente vor, deren Dampfdichte eine sehr grosse ist, aber es fand noch keine Vereinigung statt. Aus diesen Sätzen folgt in Uebereinstimmung mit dem Vorhergegangenen insbesondere, dass im Mittelpunkte der Erde sich einfache Körper von grosser Dampfdichte, also die Elemente mit hohem Atomen- und grossem specifischem Gewichte ansammelten.

Im abstracten Sinne muss die Möglichkeit solcher Temperaturen zugelassen werden, bei welchen alle chemisch zusammengesetzten Theilchen auseinandertreten und sich dergestalt vereinfachen, dass Atom und Molekül gleichbedeutend geworden sind. Aber so wie deshalb, dem Gesetze Avogardos und Gerards gemäss, die Dichte dem Molekülgewichte, oder wie hier dem Atomgewicht proportional ist, so sammelten sich im Inneren der Erde die Elemente mit grossen und an der Oberfläche diejenigen mit kleinen Atomgewichten. Ein Theil der ersten blieb aber an der Oberfläche und umgekehrt ein Theil der leichten Elemente nahe dem Mittelpunkte zurück, allein die relativen oder die vorherrschenden Mengen, wurden durch die Gewichte der Atome bestimmt. In Uebereinstimmung hiemit haben an der heutigen Erdoberfläche die leichten Elemente, mit Einschluss des Calciums von

<sup>1)</sup> Eine gewisse Art von Bestätigung dieses Verhältnisses finden wir in der mittleren Dichtigkeit des Mondes, welche nahe an 3, d. h. der Dichtigkeit der Elemente an der Oberfläche der Erde gleichwerthig ist. Nach der Vorstellung von Laplace ist der Mond als in derselben Weise aus den Stoffen der Erde gebildet zu betrachten, wie die Erde aus der Sonne, d. h. wohlverstanden aus den Elementen der Erdoberfläche, aber nicht aus dem Gesamtmaterial, welches die Masse der Erdkugel zusammensetzt. Die Gebirgsarten der Erdoberfläche haben in der That eine 3 genäherte Dichtigkeit, aber die Elemente, die das Erdinnere bilden, sind sehr viel schwerer.

40 die Oberhand. Diese Elemente sind: Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Natrium; Magnium, Aluminium, Silicium, Phosphor, Schwefel, Chlor, Kalium, Calcium, deren Atomgewichte zwischen 1 und 40 liegen.

Diese Elemente, zur Verdichtung und zu flüssigem oder festem Zustand gelangt, wenn sie sich auch zur möglichst innigen Vereinigung aneinanderfügen, sind nicht im Stande einen einzigen Körper hervorzubringen, dessen Dichtigkeit im Vergleich zum Wasser grösser wäre als vier. Die Mehrzahl der von ihnen dargestellten Verbindungen hat eine noch geringere Dichte als  $2\frac{1}{2}$  Mal diejenige des Wassers. — Die mittlere Dichtigkeit der Erde übertrifft aber, nach den Beobachtungen und Versuchen von Maskelyne, Cavendish, Bail, Reich und Korn, die Wasserdichte wenigstens 5 Mal. — Folglich sind schon hiernach die Körper welche schwerer sind als die der Oberfläche im Innern der Erde zu suchen. — Aber diese, wie es sich aus der directen Beobachtung ergibt, finden sich nur unter den Elementen von hohem Atomgewicht. Dieses letzte Beobachtungsergebnis stimmt mit der Vorstellung über die Natur der Kräfte überein, welche zwischen den Atomen herrschen. Nunmehr entsteht die Frage.

Welches sind die Elemente von hohem Atomgewicht, die man als in besonders grosser Menge im Innern der Erde vorhanden annehmen darf? Die Antwort ergibt sich wie folgt. Vor Allem muss man die im Innern vorherrschenden Elemente auch in einiger Menge an der Erdoberfläche voraussetzen dürfen, denn obschon das Dalton'sche Gesetz auch die Anwesenheit der verschiedenen Elemente im Centrum und an der Oberfläche der gasförmigen Massen fordert, so weist es doch nur darauf hin, dass sich in der Tiefe Elemente der Oberfläche und an der Oberfläche die der Tiefe finden müssen. Deshalb müssen aber auch Elemente des Erdinnern in beträchtlicher Menge in der Sonnenatmosphäre vorhanden sein, wenn die Erde aus dieser hervorgegangen ist. Eine Durchmusterung aller Elemente ergibt, dass von allen das Eisen allein den vorangedeuteten Bedingungen entspricht. Man denke sich eine Kugel ähnlich der Erdkugel und nehme an, dass in ihrem Innern das Eisen vorherrscht, dessen Dichte wie bekannt mehr als 7 ist und dass an der Oberfläche sich nur Bestandtheile finden, deren Dichte weniger als 3, wie das in Wirklichkeit von der Erdoberfläche der Fall ist; ferner sei vorausgesetzt, dass ein Theil dieser Oberflächenelemente dem Kugelnern beigemischt ist, so wird die Gesamtdichtigkeit der Kugel im Mittel nahe 5 anzunehmen sein<sup>1)</sup>. Unter den Elementen der Sonnenatmosphäre findet sich das Eisen offenbar in grosser Menge, denn sonst würden die Spectrallinien demselben nicht so deutlich entsprechen, wie es in der That der Fall ist, und doch ist das Eisen in der Sonnenkugel, wahrscheinlich zum grösseren Theil in flüssigen Zustand übergegangen — nur ein Theil ist in der Dampfhülle zurückgeblieben.

<sup>1)</sup> Die Dichtigkeit der Sonne zu der Zeit, als sich die Elemente, welche die Bildung der Erde veranlassten, von ihr trennten, war verschwindend klein. Damals war der Diameter der Sonne nahe demjenigen der Erdbahn. Seitdem kühlte sich die Sonne ab und verdichtete sich aber nicht so stark wie die Erde, die 325,000mal weniger Masse hat als die Sonne. Zuerst war die Dichte der Erde gering. Heute ist sie für die Erde nahe 5, für die Sonne aber nahe  $1\frac{1}{2}$  im Verhältniss zur Dichtigkeit des Wassers.

Gewiss ist es aber, dass die Gesamtmasse des Eisens in dem Sonnensysteme eine ganz enorme sein muss. Ueber das Eisen verbreitet sich auch die Lehre von Kirchhof und Tomson in Betreff der übereinstimmenden Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums mit den Spectern der Elemente.

So kann denn die Gegenwart des Eisens in der Sonne in grossen Massen durchaus keinem Zweifel unterliegen.

In welchem Zustande soll man sich nun zur Entscheidung unserer Frage die Eisenmasse des Erdinnern vorstellen? Es ist in der That nicht möglich, heute zu irgend einer befriedigenden Lösung der Frage auf deductivem Wege zu gelangen, weil das Eisen sich mit vielen Elementen zu verbinden vermag, die in der Erdmasse enthalten sind und um zu wissen, wie und mit welchen es sich verbindet, müsste man die relativen Massen des Eisens selbst, wie der anderen Elemente kennen, mit welchen es sich in inniger Berührung befindet. So z. B. finden sich im Hochofen Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Calcium, Silicium etc. zusammen; man erhält aber Gusseisen, d. h. vorzugsweise Kohleneisen und Schlacke, die vorzüglich Silicium, Calcium und Sauerstoff enthält, d. h. Elemente von der Natur derer, welche die Hauptmasse der Erdoberfläche bilden. Aber dieselben Elemente können kein Gusseisen liefern, wenn Sauerstoff im Ueberschuss vorhanden und wenn Silicium und Calcium fehlen, welche Sauerstoff aufnehmen und die Verbindung desselben mit dem Eisen verhindern. Demzufolge handelt es sich hier um die Frage nach der relativen Menge, deren Lösung auf deductivem Wege schwer ist. — Setzen wir den Fall, dass aus den Dämpfen des Erdinnern gewisse Elemente nebst deren Verbindungen sich zu flüssigem und festem Zustande verdichten, so wird das Product ihrer chemischen Verbindung weniger von der Qualität der einzelnen einfachen Stoffe, als vielmehr von den Elementen abhängig sein, die sich zugleich mit ausscheiden, sowie von der Quantität der verschiedenen Stoffe, die sich bei der Abkühlung in gemeinschaftlicher Berührung befinden. Die Kohle, noch weniger flüssig als das Eisen, musste sich folglich auch früher verdichten als dieses.<sup>1)</sup> Findet die Kohle aber Sauerstoff, so vereinigt sie sich mit ihm und gibt gasförmige aber keine festen Körper. Wenn sich Eisen und Kohle mit Sauerstoff bei hoher Temperatur zusammenfinden, so wird es von der relativen Menge des Sauerstoffes abhängen, ob das Eisen vollständig oder ob nur ein Theil davon Verbindung eingeht. Ist Sauerstoff nur wenig, aber Kohle und Eisen in Menge vorhanden, so wird der sämmtliche Sauerstoff sich vorzugsweise

<sup>1)</sup> Die Kohle geht bei der höchsten Temperatur, die wir hervorzubringen vermögen, in Dampf über, ist jedoch im Vergleich mit den anderen Körpern der am wenigsten flüchtige. Die specifische Dichte ihrer Dämpfe (siehe Journal der russischen chemischen Gesellschaft 1870 p. 28) ist für eine ausserordentlich hohe zu halten, wie sie einem zusammengesetzten Molekül entspricht. Deshalb mussten auch die Dämpfe des Kohlenstoffs zu einer bestimmten Erkaltungszeit der Erde in viel grösserer Menge dem Mittelpunkt genähert vorhanden sein als nach der Oberfläche hin. Ich erinnere hier an die Thatsache der Beobachtung von Deville, der zeigte, dass die Kohlensäure, also die Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff bei sehr hoher Temperatur sich zerlegt. Aus alledem folgt, dass das Eisen so wie auch die Kohle in den Tiefen der Erde im überwiegenden Verhältniss zum Sauerstoff vorhanden sein und sich gegenseitig vereinigen können.



mit dem Kohlenstoff vereinigen; dagegen bleibt das Eisen aber frei oder es tritt in Verbindung mit dem Kohlenstoff. Es vereinigt sich alsdann auch wohl mit anderen vorkommenden Elementen und kann beim Erkalten auch mechanisch fremdartige Beimengungen aufnehmen. In den inneren Regionen der Erde ist auf jeden Fall und war zu allen Zeiten nur wenig Sauerstoff vorhanden<sup>1)</sup>, denn Atom und Molekulargewicht desselben sind nicht gross, folglich gilt dasselbe auch von der Dichtigkeit und eine Verdichtung bis zur Flüssigkeit durch Druck findet nicht statt.<sup>2)</sup>

Uebrigens darf aus dem Umstande, dass der Sauerstoff an der Oberfläche der Erde sich in Menge frei findet und Sauerstoffverbindungen daselbst vorherrschen, durchaus nicht gefolgert werden, dass er sich auch überall in der Erdmasse frei befinden müsse. Wenn wir somit Gusseisen oder sonst ein Eisen mit Schlacke, d. h. mit flüssigen Oxyden bedeckt darstellen, so wird dem Sauerstoff der Oberfläche die Möglichkeit benommen, bis zum Eisen zu gelangen. Es ist mit einem Worte möglich zuzugeben, dass das Erdinnere Eisen enthält, wengleich zum Theil im nichtoxydirten Zustande und in Verbindung mit Kohlenstoff. Und nun lässt sich die Herkunft der Naphta aus den Erdtiefen sehr leicht erklären. Bevor jedoch der Gegenstand bis dahin vorschreitet, ist es nöthig noch einen Punkt in Mitbetrachtung zu ziehen, der für die Bekräftigung alles Vorhergegangenen sehr wichtig ist, und dieser betrifft die Meteoriten, jene Glieder des Sonnensystems, welche wie die Erde uranfänglich aus der Sonnenmasse hervorgegangen sind. Mit diesen Fragmenten, in welchen wir sehr wahrscheinlich die äusseren oder die inneren Trümmer irgend eines Asteroiden oder Planeten aus den cosmischen Räumen empfangen, verhält es sich gerade so wie mit der Erde. Das Wesen ist hier wie dort dasselbe, wenn die Richtigkeit der oben auseinandergesetzten Hypothese zugegeben wird. Es gibt aber unter den Meteoriten viele, wengleich nicht gerade in der Mehrzahl, welche Eisen enthalten. Bekannt sind solche, die Kohleneisen einschliessen.

Bisweilen erscheint das Metall in denselben mit steinig schlackenförmigen oxydirten Bestandtheilen, nach Art der festen Gebirgsarten auf der Erdoberfläche gemengt. Aber, was für uns das wichtigste ist, dem Meteoreisen findet sich der Kohlenstoff etwa so beigemengt wie im Gusseisen. Ein Theil davon befindet sich in mechanischem Verbande mit demselben. Dieser Kohlenstoffantheil nebst anderen Beimengungen, der schwerer als das Eisen schmilzt, stellt die Wittmanstedtischen Figuren dar, welche man bei der Behandlung des Eisens mit Säure erhält, der andere Theil ist chemisch mit dem Eisen verbunden.

Ferner ist es heut bewiesen, dass sich auch in den Basalten immer Eisen befindet, welches das Kupfer aus den Lösungen zu fällen vermag. Nur weiss man nicht ob es (und das ist wenig wahrscheinlich) als Kohleneisen oder als freies Eisen zu beanspruchen ist. Alle Basalte, wie auch die Laven sind aus dem Erdinnern hervorgebrochen. Es ergriff der Basalt aber Theile des im Erdinnern befindlichen Eisens und bethätigt auf diese Weise die Aehnlichkeit des letzteren mit dem Meteor-

<sup>1)</sup> Es ist dies die wichtigste Grundvorstellung, welche für das Wesen der ganzen Frage von entschiedener Bedeutung ist.

<sup>2)</sup> Die Erfahrungen der neuesten Zeit haben diese Ansicht berichtigt.

eisen. Was die Meteoriten betrifft, so sind in denselben das Eisen und die steinigen Stoffe häufiger in verschiedenen Verhältnissen enthalten.

Das aber ist keine Abstraction, sondern Wirklichkeit. Und so behaupten wir es nicht nur als möglich, sondern als vollkommen begründet, dass im Erdinnern Kohleneisen, oder directer und allgemeiner gefasst, Kohlenmetalle enthalten sind.

Jetzt können wir zur Erläuterung der Naphtabildung in den Tiefen der Erde, in den Spalten am Fusse der Gebirge übergehen. Stellen wir uns nach der gewöhnlichen Annahme vor, dass die feste, im Vergleiche zum Erdhalbmesser dünne Erdkruste, in ihrem Innern unterhalb der erhärteten Schaale, weiche und flüssige Massen und gemengt mit ihnen auch Kohlenmetalle umschliesst. In Folge der Abkühlung oder durch eine andere Veranlassung bildeten sich Spalten, welche das Hervortreten von Bergketten vermitteln; gehobene Erdmassen sanken zurück und am Fusse der Bergzüge entstanden Terrainbrüche oder es fand wenigstens eine Schwächung des Zusammenhanges, eine Auflockerung statt, womit Spalten leicht in Zusammenhang treten. An solcher aufgelockerten Oertlichkeit kann nun das Wasser Zutritt finden und zu der Tiefe der Erde gelangen, wo ihm die Möglichkeit geboten ist, bis zu den angehäuften Kohlenmetallen vorzudringen.<sup>1)</sup> Wir wissen was in diesem Falle geschehen muss; das Eisen oder ein anderes Metall giebt mit dem Sauerstoff des Wassers ein Oxyd; der Wasserstoff tritt auseinander; zum Theil wird er frei, zum Theil verbindet er sich mit dem Kohlenstoff, das heisst, der mit dem Metall in Verbindung gewesene Kohlenstoff liefert den Kohlenwasserstoff als eine flüchtige Verbindung, nämlich die Naphta.

Das flüssige Wasser zu den glühenden Massen dringend, gibt Dampf ab. — Ein Theil dieser Dämpfe entweicht auf dem Wege der Spalten und führt die Dämpfe der gebildeten Kohlenwasserstoffgase mit sich empor. Indem sie sich abkühlen, scheiden sie sich ab und die verdichteten Kohlenwasserstoffverbindungen sammeln sich in den Schichten vorzugsweise an, deren physikalische Natur die Aufnahme des Bitumen am meisten begünstigt.

Von welcher Natur werden nun die so erzeugten Kohlenwasserstoffgase sein? Aller Wahrscheinlichkeit nach gerade die, welche der Naphta entsprechen. — Weisses Gusseisen, mit Säuren behandelt, gibt wirklich auch andere, weniger Wasserstoff enthaltende Kohlenwasserstoffe ab, allein solche unbestimmte Kohlenwasserstoffe, wenn sie sich bei der Erglühung bildeten, würden unter Mitwirken des Wasserstoffs und bei hohem Druck — den man in der Tiefe als einen jede Vorstellung übertreffenden annehmen darf — nach Berthelet in der That, schliesslich der Naphta naheverwandte Kohlenwasserstoffe hervorbringen.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Man braucht diesen Wasserzutritt in keine grösseren Tiefen zu verlegen als bis zu dem glühenden Gemenge des Kohleneisens mit Gesteinen und bis zu den erwähnten Basalten.

<sup>2)</sup> Daubrée (comptes rendus t. 74—1541,75—240) fand in einem Meteorit bis zu 30% chemisch gebundenes Eisen, 3 Theile gebundenen Kohlenstoff, 40 Theile freies Eisen und 1½ Theile freien Kohlenstoff. In einem anderen Meteorit fanden sich sogar 3·6% gebundener Kohlenstoff. In dem bekannten grönländischen Meteorit fand Nordenschild (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1871, 988) in einem Stücke 10% Kohlenstoff und organische Materie. Dieser Meteorit gibt beim

Resumiren wir alles Vorhergegangene noch einmal kurz, so wurde davon ausgegangen, dass die Naphta nicht eine Entstehung auf organischem Wege haben kann; dann schien es nöthig nach einer anderen Erklärung für die Herkunft der Naphta sich umzusehen. Sie begann damit: die Bedingungen der Oertlichkeiten der Naphtaquellen in Erwägung zu ziehen, die Anwesenheit von Kohlenmetallen im Erdinnern vorzusetzen und alsdann den Hinzutritt des Wassers durch Spalten und die Wirkung desselben auf Kohlenmetalle nach Art des Gusseisens anzunehmen. Das System der Welt von Laplace, die Berücksichtigung der Meteoriten und die für die Gase und Dämpfe gefundenen Gesetze trugen wesentlich zur Aufstellung dieser mineralischen Hypothese der Naphtabildung bei. Wenn es mir gelingt eine andere besser entsprechende Hypothese über die Naphtaentstehung zu entwickeln, auch dann werde ich vollständig befriedigt sein. Nöthig war es für jetzt irgend einen Anfang zur Bearbeitung dieser Frage zu machen.“

So weit Mendelejeff — in wortgetreuer Uebertragung, soweit eine solche mit Rücksicht auf die das Verständniss erschwerende Individualität der etwas schwerfälligen Fassung des russischen Originals thunlich war.

Der Werth der Mendelejeff'schen Hypothese, von ihrem Urheber selbst nur als ein erster Versuch zur Emancipation von einem ihm allzu zweifelhaft gewordenem Dogma bezeichnet, liegt unverkennbar in der logisch durchgeführten Zurückführung der Genesis des Bitumens überhaupt, auf eine einheitliche Grundursache, die als Glied in dem Ganzen systematisch zusammenhängender Naturerscheinungen eine berechnete Stellung einnimmt. Gerade in dieser Beziehung schliesst sich die über die ganze Erde verbreitete, als Naphta gekennzeichnete Kohlenwasserstoff-Verbindung ebenfalls in ihrer einheitlichen, chemisch physikalischen Natur jener Grundursache befriedigend an. Die anorganische oder vielleicht noch besser als die mineralische zu bezeichnende Hypothese, stellt sich der organischen schon deshalb principiell vortheilhaft gegenüber, als dieselbe auf so vielen, geognostisch verschiedenen Gebieten des Naphta-Vorkommens genöthigt ist, Vorstellungen zu vertreten, die, unvermeidlich dem Kreise des Willkürlichen anheim fallend, selbst die Frage über das wie? der Ausscheidung stets ein und desselben Substrats aus organischen Stoffen der verschiedenartigsten Natur und Herkunft, als unlösbares Problem zurücklassen müssen.

Man beruft sich, in dieser Beziehung den Werth der Analogie doch wohl überschätzend, nur zu häufig auf das, wenn gleich nur selten vorkommende Erscheinen des Bitumens, wie überhaupt des Kohlenwasserstoffs im Schoosse von Steinkohlenlagern, so wie auf

---

Glühen 100 Vol. Gase von harzigem Geruch ab. (Jahresbericht für Chemie 1871—1240). In einem anderen Stücke fanden sich 2,3 Kohlenstoff. Es sind dies genau geprüfte Thatsachen.

Es verdient ausserdem noch die Einwirkung des Wassers und der Säure auf diejenigen krystallinischen manganhaltigen Gusseisen eine weitergehende Aufmerksamkeit, in welchen es vor einiger Zeit gelang 9—10% Kohlenstoff in chemischer Verbindung einzuführen, wie ich durch Tschernof, dem bekannten Metallurg bei dem Obuchof'schen Gusstahlwerke erfahre. Durch die Gefälligkeit des Directors jenes Werkes, H. Kolokolzof erhielt ich dergleichen Gusseisen. Mit Säuren behandelt gab dasselbe Gase und Flüssigkeiten mit einem deutlichen Geruch von Naphta aus.

die Ausschwitzungen desselben in Brandschiefern. Gerade in diesen Umständen sucht die Ansicht von der organischen Naphta-Entstehung die stärksten beweisenden Argumente für die Aufrechthaltung ihrer Hypothese, kraft welcher sie nicht nur die allerdings zahlreichen fossilen Algenreste, z. B. in der an Schieferthonen und Conglomerat reichen Chemung-Gruppe in Nordamerika, sondern auch die verschwindenden Andeutungen von Meerespflanzen in den tiefsten, von Naphta erfüllten Spalten durchzogenen Silurschichten, mit nur äusserst seltenen Spuren der Form und der wirklichen früheren Existenz dieser organischen Gebilde als unwiderlegliche Beweise für den principiellen Satz betrachtet, dass, weil flüssige und gasförmige Kohlwasserstoffgase in der Nähe und im Innern von Steinkohlenlagern gefunden werden, die über der Chemung-Gruppe liegen, es auch nothwendig pflanzliche Reste gewesen sein müssen, von welchen überhaupt Naphta, Asphalt, Bergwachs etc. ausgingen. Die sich aufdrängende Frage, wie und wo die, nach der Abscheidung der flüchtigen Elemente doch nothwendig übrig gebliebenen festen Stoffe des Pflanzengerüsts verschwunden und geblieben sein mögen, welche angesichts der enormen, seit undenklichen Zeiten sich fast allerorts unerschöpfbar zeigenden flüssigen Bitumen-Quellen, in entsprechenden quantitativen Verhältnissen, als irgendwo vorhanden und in ihrer geognostischen Bedeutung längst erkannt und nachgewiesen zu glauben sind, ist selten und stets unbefriedigend berührt worden.

Gewiss ist es der Ort, hier daran zu erinnern, dass mit den zahlreichen Kohlenlagern, die in Amerika, England und auf dem europäischen Continent den verschiedensten Formationen angehören, Naphta und mit derselben verwandte, gewöhnlich harz- oder wachsartige Kohlenwasserstoff-Verbindungen, nur selten vorkommen, und dass selbst da, wo flüssiges Bitumen mit den Schichten der Steinkohlen-Formation zusammen erscheint, der unbedenkliche Schluss, dass sich das Petroleum daselbst auf primärer Lagerstätte befinde, ein vorfrüher sein kann. Aus dem interessanten Werke von Höfer, welches das 8. Heft des Berichtes über die Weltausstellung in Philadelphia 1876 bildet, entnehme ich in dieser Beziehung das Folgende p. 57.

„Auf der Chemung-Gruppe lagert im östlich gelegenen Allegany-Gebirge ein rother Sandstein, dem Catskill zugezählt, welcher jedoch in der Oelregion bereits ausgekeilt ist. In letzterer ist die Chemung-Gruppe direct vom Subcarbon überlagert, welches aus braunen und schwarzen, an Fucoiden reichen Schieferen, untergeordnet auch aus Sandstein und Kalkbänken besteht. In dieser Schichtengruppe kommen an einigen Stellen Pennsylvaniens unbedeutende Kohlenflötzen vor. Letztere gelangen doch erst zu einer wirthschaftlichen Bedeutung in der darauf folgenden productiven Steinkohlen-Formation, wie sich dies in dem Fig. 2 gegebenen Durchschnitte zwischen der Oelregion und Pittsburgh durch zwei ausgezeichnete Kohlenflötze markirt findet.

Aus dem Profile geht deutlich hervor, dass die Oelschichten Canadas andere und zwar tiefer und älter sind als jene Pennsylvaniens, und dass beide Niveaus durch bituminöse Schiefer von einander getrennt sind. Aus der gegebenen Darstellung ist ferner zu entnehmen, dass die Bohrlöcher der unteren Oelregion Pennsylvaniens zwar in der productiven Steinkohlenformation angesetzt werden, jedoch diese und das

Subcarbon durchsinken müssen, bis sie auf die ölführenden Schichten der devonen Chemung-Gruppe treffen.

Wenn wir somit hören, dass diese Schächte Kohlenflötze durchsunken haben, so sei ergänzend bemerkt, dass die letzteren nur in den Gliedern der Steinkohlen-Formation auftreten, von da ab tiefer, also in den eigentlichen, im Devon liegenden Oelschichten, jedoch absolut fehlen.“ So weit die Darstellung Höfer's.

Von dem Standpunkte der Mendelejef'schen Hypothese betrachtet, scheint es mir, dass der Antagonismus, der zwischen der organischen und der unorganischen Naphta-Entstehungs-Hypothese besteht, eines Ausgleiches fähig wäre, und möchte es sich dabei in ähnlicher Weise wie mit dem alten Streite zwischen Neptunismus und Plutonismus verhalten, zu dessen versöhnlicher Beilegung die Fortschritte auf dem Gebiete des physikalisch-chemischen Theiles der Wissenschaft so wesentlich beigetragen haben.

Kehren wir noch einmal zu der wichtigen Bedeutung der topischen Differenzirung sämtlicher Elemente unseres aus der Sonnenatmosphäre abgeleiteten tellurischen Systems zurück, d. h. in solche Elemente, die vorzugsweise der Atmosphäre, wie der terrestrischen Oberfläche und deren festem Boden angehören, und in solche, die zur Bildung des tieferen Erdinnern sich verdichtend, zusammentraten.

Der grösste Theil des überhaupt vorhandenen Sauerstoffes in chemischer Verbindung mit dem wohl ausschliesslich der äusseren Hülle des Planeten zugefallenen Wasserstoff, sondert sich als flüsiges Ausscheidungsproduct, als Wasser, von der Atmosphäre.

Der geringere Theil des in der letzteren verbliebenen Sauerstoffes, in mechanischer Mischung mit dem bei Weitem überwiegenden Stickstoff und der geringen Menge des der Ausscheidung und frühen Verdichtung in der Centralregion des Erdinnern entgangenen Kohlenstoffes, beherrscht die untere und mittlere Region der Atmosphäre. Der Wasserstoff allein nimmt unbestrittenen Besitz von den obersten Räumen an der Grenze des Luftkreises und des kosmischen Aethers. Durch den Impuls der vom Lichte geförderten organischen Lebensthätigkeit wird unter Hinzutritt oxydirter metallischer Elemente der Kohlenstoff zur engsten Verbindung mit den in der Atmosphäre zurückgebliebenen Elementen des Wassers zur Erzeugung der Pflanzenwelt und durch Mitaufnahme des Stickstoffes zu der der Thierwelt disponirt.

Als Zersetzungsproduct abgestorbener, in den Schichten, zumal aus paläozoischer Zeit, successiv begrabener Vegetabilien vermag der Kohlenstoff, mit Wasserstoff chemisch verbunden, allerdings mitunter in der Form von Bitumen und Naphta in der Tiefe ausgeschieden, sich auf das neue dem organischen Kreislauf darzubieten.

Dagegen dringen Sauerstoff und Wasserstoff als Wasser von der Erdoberfläche ab auf Spalten zu der hoch erhitzten Tiefenregion und setzen den daselbst mit Metallen verbundenen Kohlenstoff vermöge der auf Wahlverwandschaft der Elemente begründeten Wasserzersetzung in Freiheit. Eisenoxyd und Kohlenwasserstoff werden gebildet. Als Verdichtungsproduct dringt der letztere in der Modalität der Naphta durch Gas- und Wasserdampfdruck getrieben, bis an die Oberfläche. Hier kann das anorganisch entstandene Bitumen, wie dies für Nord-

amerika als möglich gezeigt worden, mit dem in Substanz und Natur ihm ganz identischen, aber organisch entstandenem Petroleum sogar zusammentreffen und in unmittelbarer Nähe desselben aufgefunden werden.

Ein anderes gasförmiges Zerlegungsproduct aus organischen Stoffen, die chemische Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, tritt als Kohlensäure überall in den Kreis unserer Beobachtung. Die Betrachtung der so ungemein verbreiteten enormen Ausströmungen ganz desselben Gases an der Erdoberfläche aus terrestrischen Tiefen, welches auch den mit der Naphta empordringenden Kohlenwasserstoffgasen in wechselnden Verhältnissen bekanntlich stets beigemengt ist, scheint noch Niemand bewegen zu haben, Vorstellungen über die Entstehung der Kohlensäure mit begrabenen vorweltlichen Organismen in Verbindung zu bringen.

Dem regen Interesse, welches Herr Nobel in Baku der wissenschaftlichen Seite seiner industriellen Unternehmungen zuwendet, sowie der Bereitwilligkeit, womit der Genannte meinem Wunsche entgegengekommen, von dem thermalen Wasser eine Probe zu erhalten, welches die aus dem Bohrloche auf Tscheleken artesisch aufsteigende Naphta begleitet, verdanke ich die Zusendung einer Flasche von dieser Flüssigkeit, die mir in verlötheter Blechkapsel einem Kistchen eingefügt, von Baku vor einiger Zeit zugekommen ist.

Durch die Freundlichkeit des Professor Ludwig hierselbst wurde eine genaue Analyse dieses Wassers in seinem Laboratorium veranlasst, und ist dieselbe von der bewährten Hand des Dr. Plohn ausgeführt worden. Die Untersuchung hat nicht, wie vermuthet wurde, ein schwach salziges Wasser von der Art der gewöhnlich die Naphta begleitenden Flüssigkeit, sondern eine sehr starke Salzsoole ergeben, welche, der Verdunstung überlassen, bald ein starkes Haufwerk von Chlornatrium-Krystallen, gemengt mit wasserhellen prismatischen Chlorcalcium-Krystallen absetzt.

Die Flüssigkeit in der Flasche war bis auf kleine Wölkchen von beigemengtem bituminösen Stoff völlig klar und zeigte bei 14° R. das specifische Gewicht von 1.165.

Zur Trockniss abgedampft und lange anhaltender Erhitzung von 110° C. ausgesetzt, wurde von 100 Cubik-Centimeter ein fester Rückstand von 28.02 Grm. erhalten.

In 100 Cub.-Cent. der Soole fanden sich	Procente des Rückstandes	
Chlorcalcium	6.23	22.23
Chlormagnesium	1.10	3.92
Chlornatrium	19.405	69.25
Chlorkalium	0.275	0.97

Brom-, Jod- und Borsäure waren in deutlichen Reactionen nachweisbar, konnten aber wegen unzureichender Menge des Materials nicht quantitativ bestimmt werden. Die Gegenwart von Lithion wurde spectral-analytisch festgestellt. Schwefelsäure fehlte absolut.

Wenn auch die Erbohrung einer heissen Springquelle auf Tscheleken kaum befremden kann, insofern an verschiedenen Stellen der Insel heisse, etwas schwefelhaltige Quellen von 30—40° C. am Fusse und im Innern einer tertiären, hemisphärisch disponirten Hügelgruppe hervorbrechen, so gewinnt doch diese starke Therme sowohl durch die

Stärke und die Eigenthümlichkeit ihrer Mineralisirung, insbesondere aber durch die Beziehungen eine vielseitige Bedeutung, in welche sie zu den sie begleitenden Naphtamassen tritt.

Von Seiten der chemischen Zusammensetzung zeigt das salzreiche Thermalwasser aus dem Bohrloche von Tscheleken eine nahe Verwandtschaft mit den schwachen thermalen Salzsoolen, welche innerhalb der westlichen Küstenregion der Südhälfte des kaspischen Meeres von mir beobachtet und untersucht worden sind.<sup>1)</sup>

Die eine dieser Soolen tritt in zahlreichen kleinen Quellen aus eisen-schüssigen, von NNO-SSW streichenden sandigen bunten Mergeln auf dem flachen Boden der Thalebene von Jassamal, nördlich von der hemisphärischen Umwallung des Golfs von Baku hervor. Die andere entströmt in grosser Fülle in geringer Entfernung vom Meeresufer, einem ähnlichen Untergrunde, 58 Kilometer südlich von Baku bei Boje Promisl, ohnweit der Kura-Mündung.

Ein drittes Vorkommen einer weniger concentrirten Soole bildet ein lineares System von etwas schwefelhaltigen, salzigen Thermen, die in der Nähe von Sallian, längs den emporgehobenen Rändern eisenhaltiger Mergel und Sandsteinschichten hervortreten. Das beachtenswertheste Glied dieser Reihe ist ein Schlammfuhl von 40 Fuss im Durchmesser, dessen salziges, von naphtareichem Schaum bedecktes schlammiges Wasser von Gasblasen heftig durchströmt wird und einem unregelmässigen periodischem Steigen und Fallen unterliegt. Das Thermometer, tief in die Schlammflüssigkeit gesenkt, zeigte bei dem ersten Besuche im Spätherbst 34° R.; bei einem zweiten, mehrere Jahre später, im Juli, zwei Monate nach dem starken Erdbeben von Schemacha, 1859, 26·5° R. Die heilkräftigen Wirkungen dieser, Baba sanan<sup>2)</sup> genannten Schlammwasser stehen bei den Bewohnern der Gegend in hohem Ansehen. Die Temperatur der Soolquellen von Boje Promisl ist constant 22·4° R.

Den Vergleich der drei stärksten der hier genannten Soolen am West- und Ost-Ufer des kaspischen Meeres vermittelt die folgende Tabelle, mit Uebergang der oben angegebenen, nur qualitativ ermittelten minimalen Bestandtheile.

Specificsches Gewicht.	Jassamal	Bolje Promisl	Tscheleken
Bestandtheile des Salzes in 100 Theilen	1·158	1·144	1·163
	19·62	18·30	
Chlorcalcium .	11·20	17·93	22·23
Chlormagnium	5·49	6·33	3·92
Chlornatrium .	78·04	72·11	69·25
Chlorkalium . .	3·96	3·05	0·97
Schwefelsaurer Kalk	0·19	0·11	0·00

Durch den überwiegenden Chlorcalcium-Gehalt unterscheidet sich die Soole von Tscheleken nicht allein von den beiden anderen, sondern sie übertrifft in sehr beachtenswerther Weise, von Seiten der quantitativen Beimengung dieses Bestandtheils, alle bekannten Soolen und sonstigen natürlichen Salzaufösungen, selbst diejenige des todtten Meeres, und zwar die letztere um 9 Procent.

<sup>1)</sup> Ueber eine im kaspischen Meere erschienene Insel l. c. p. 75.

<sup>2)</sup> l. c. p. 49.

Eine tiefere und weittragende Bedeutung gibt der Bohrsoole von Tschelken aber der Umstand, dass sie absolut frei von schwefelsaurem Salze ist. — Jeder Gedanke an einen möglichen Zutritt des kaspischen Meerwassers (dasselbe enthält bekanntlich  $24 \cdot 11^{\circ}$  schwefelsaure Magnesia bei  $64 \cdot 35^{\circ}$  Chlornatrium im trockenen Salze) zu dem Wärmeherde, welcher der kaspischen Tiefregion überhaupt ihre thermische Natur verleiht, scheint hierdurch abgewiesen und die Frage nach der muthmaaslichen Herkunft des heissen Wassers in derselben tritt zunächst in den Vordergrund der Betrachtung. Die Lage der, einen wahren Naphtastrom thermal ergiessenden Bohrquelle auf Tschelken, auf der vielbesprochenen Achsenlinie des Kaukasus, sowie diejenige der thermalen Salzquellen von Boje Promisl und Jassamal auf parallelen antiklinalen Bruchlinien in der Richtung von NNO-SSW, sind geologische Thatsachen, die in ihrer tektonischen Bedeutung für die apscheron'sche Halbinsel und das kaukasische Gebirge überhaupt schon früher in Anspruch genommen wurden. Es liegt nahe, sämmtliche besprochenen Umstände auf die Vorstellung zu übertragen, nach welcher tellurische Wasser aus grossen geothermischen Tiefen in Dampfform aufsteigen, in höheren Regionen verdichtet sich ansammeln und auf ein tertiäres Steinsalzlager auflösend wirken. Kohlenwasserstoffgase — die Möglichkeit ihrer Entstehung auf anorganischem Wege zugegeben — bedingen in gleicher Weise, als Condensationsproduct das Petroleum und von der secundär gebildeten Steinsalzlösung getragen, gelangt die Naphta unter dem Drucke der nicht zur Verdichtung gelangten Dämpfe und Gase auf natürlichem Wege oder durch künstliche Bodenöffnung vermittelt, in den Bereich der Atmosphäre.

### Nachschrift.

Es dürfte hier noch die Mittheilung an ihrem Platze sein, dass kurz vor dem Correcturabschluss der vorstehenden Abhandlung, auf telegraphischem Wege aus Baku die Nachricht einlief, dass ohnweit Balachany, auf dem durch vieljährige Ergiebigkeit seiner Naphtaspringquellen ausgezeichnetem Grundstücke der Gesellschaft Chala fi, welches unmittelbar an das zuvor erwähnte der Familie Benkendorf stösst, durch den heftigen Andrang der enorm gespannten Kohlenwasserstoffgase des Hauptbrunnens veranlasst, am 20. März eine gewaltige Explosion stattgefunden hat. In Folge derselben ist das leider unmittelbar über dem Bohrbrunnen aufgeführte Hauptgebäude der Anlage mit seinen Bewohnern auseinandergesprengt worden, wobei der Ingenieur-Dirigent Kowalef mit Frau und 6 Kindern getödtet worden sind. Das Ereigniss fand am frühen Morgen statt. Während der Nacht mogten sich alle Räume des Gebäudes mit Gas gefüllt haben und das mit der Luft gebildete Knallgas explodirte wahrscheinlich beim ersten Lichtanzünden, am frühen Morgen. Eine gleichzeitig brieflich eingetroffene Nachricht von der Direction der Bohrquelle auf der Gruppe Benkendorf meldet den Naphtazudrang aus dem neunzölligen Bohrlochsrohre in bisher noch nie dagewesener Weise. Derselbe findet seinen untrüglichen Ausdruck in dem Umstande, dass eine genau 10.000 Pud fassende Ambara (Reservoir) sich binnen einer Stunde füllt. Die daselbst auf meine Bitte angestellten Temperaturmessungen der Naphta gaben in 36 M. betragender Tiefe, im Innern der aufsteigenden Flüssigkeitssäule,  $15 \frac{1}{2}^{\circ}$  R. bei  $9^{\circ}$  R. Lufttemperatur.