

Sonderabdruck

aus der

Geographischen Zeitschrift, hrsg. von A. Hettner.

IV. Jahrgang. 1898.

(Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig.)

Ein Besuch in der Petrolstadt Baku.

(Nach einem Vortrag)

von Dr. Carl Schmidt, Professor in Basel.

Mit einer Karte, einem Profil und drei Abbildungen (Tafel 7—10).

Am 23. September 1897 waren in Tiflis 240 Geologen aller Nationen versammelt. Von Ende Juli bis Mitte Oktober ist das weite russische Reich von den Teilnehmern am VII. internationalen Geologenkongress in allen Richtungen von den Ufern der finländischen Seen bis auf die Höhen des Ararat und bis in die ortsibirische Steppe bei Tscheljabinsk durchquert worden. Überall wohin wir kamen auf unsern weiten Reisen — ich habe 66 Tage Exkursionen nach bestimmt ausgearbeitetem, gedruckt vorliegendem Programm gemacht — überall mußten wir in gleicher Weise bewundern die Thatkraft unserer russischen Kollegen, die unausgesetzte Fürsorge der Regierung, dank welcher es allein möglich war, das Programm der Exkursionen in so kurzer Zeit und mit einer so großen Zahl von Teilnehmern auszuführen und endlich die überreiche Gastfreundschaft, die von Stadtbehörden, Minengesellschaften und Privaten uns dargeboten wurde.

Während sechs Tagen waren in einzelnen Gruppen von 40—60 Personen die Exkursionisten über die berühmte grusinische Heerstraße am Fuße des Kasbek vorbei von Wladikavkas nach Tiflis geleitet worden. Wir sollten von Tiflis nach Baku und von Baku am kaspischen Meere wieder zurück nach Batum am Schwarzen Meere befördert werden. Für die russische Eisenbahnverwaltung bot dieser Transport der Geologen einige Schwierigkeiten, indem auf der transkaukasischen Bahn Schlafwagen I. Klasse nicht in genügender Anzahl vorhanden waren. Man hatte deshalb von Petrovsk über das kaspische Meer nach Baku 13 schöne Schlafwagen extra hinüberschaffen lassen; die Kosten dieses Transportes beliefen sich, wie in Petersburger Zeitungen zu lesen war, auf 64 000 R. So hatte denn in Tiflis am Abend des 23. September jeder seinen Platz und sein Bett in dem langen Extrazug zugewiesen erhalten und wir fuhren in die Nacht hinein dem kaspischen Meere entgegen.

Das Längsthal zwischen Kaukasus und Antikaukasus, etwa 900 km lang, wird zum größten Teil entwässert gegen Osten durch das Flusssystem der Kura, ~~mit welchem~~ ^{sich der} am Fuße des Ararat vorbeifließende Araxes ~~kurz~~ nahe bei ~~vor~~ der Mündung ins kaspische Meer ~~vereinigt.~~ ^{sich ergießt.}

Die Eisenbahn folgt dem Laufe der Kura. Die weite Niederung, von Alluvialboden bedeckt, ist fruchtbar, soweit genügende Bewässerung vorhanden

Hadjé Kabul

ist. Bei der Station ~~Adjikobul~~ verläßt die Bahn das Kurathal, wendet sich nordwärts gegen den Kaukasus: wir gelangten von der Steppe in die Wüste. — Der zum alpinen Gebirgssystem gehörige Kaukasus erreicht in seinem mittleren Teil zwischen Wladikavkas und Tiflis eine Breite von ca. 130 km, die meist steilgestellten, stark gefalteten Schichten bilden hier einen Hauptkamm, dessen mittlere Höhe etwa 3500 m betragen mag. Mächtige Vulkankegel wie Kasbek und Elbrus sind diesem Hauptkamme aufgesetzt und überragen ihn um mehr als 1000 Meter. Weiter gegen Osten wird das Gebirge breiter und niedriger. Im Daghestan finden wir einen Gebirgstypus, welcher demjenigen unseres Jura zu vergleichen ist. Aus der Ebene des Terek im Norden tauchen in schwachen Falten junge Sedimente aus dem Schwemmland empor, an welche südwärts immer neue, aus älteren Schichten bestehende Mulden und Sättel in parallelen Zügen sich anreihen. Das Gebirge erreicht die Höhe von 4000 Metern. So bildet sich eine ausgedehnte, schwach nach Norden geneigte Gebirgstafel, die im südöstlichen Kaukasus in dem bis 4000 m hohen Kamme des Schach Dagh und Bâba Dagh südwärts ihre höchste Höhe und zugleich auch ihr Ende erreicht; kaum 40 km davon entfernt dehnt sich der Spiegel des kaspischen Meeres aus, 26 m tiefer liegend als das Schwarze Meer. Der Gebirgskamm von Schach Dagh und Bâba Dagh entspricht einem gewaltigen Bruchrande, südwärts desselben sind die Gebirgsschichten in Staffelbrüchen abgebrochen, die Fortsetzung des östlichen Kaukasus nach Südosten ist abgeschnitten, der versenkte Gebirgstheil fiel der aralo-kaspischen Depression anheim. Dieselben Schichten der Tertiärformation, die am Schach Dagh zu der Höhe von 2330 m emporgetragen sind, liegen in der Niederung der Kura im Niveau des Kaspi. Hart an dem Bruchrande des Gebirges liegt das berühmte Erdbebenzentrum von Schemacha, welches beweist, daß die Brüche noch nicht ausgeheilt sind, daß immer neue Senkungen sich vorbereiten. — Auf einer Strecke von etwa 100 km vor Baku durchquerten wir das diesem Senkungsfeld angehörende Gebiet, wo flachgelagerte sandige, thonige und kalkige Sedimente der Tertiärzeit zu Tage treten. Hier zeigte sich die Wüste in ihrer vollendetsten Form. Die Landschaft ist vegetationslos, die Gesteine zeigen überall ihre frische Farbe, das Gebirge ist gelbbraun. Soweit das Auge auszuschaun vermag, reiht sich Tafelberg an Tafelberg, zwischen denen sich in mannigfachen Verzweigungen steilwandige Thäler, die sogenannten Uadis hindurchwinden. Die Höhe und Ausdehnung dieser nacktfelsigen Tafelberge, die Tiefe der Thäler wechselt von Ort zu Ort, die Zerstückelung der einst einheitlichen Platte zeigt sich in allen Stadien der Entwicklung. Die äußere Form, die Architektur der Berge ist nicht, wie in unseren Gebirgen, durch kontinuierlich fließende Wasser bedingt, die Modellierungsgesetze sind hier ganz andere. Man sieht es, das fehlende Gesteinsmaterial ist vorzugsweise nicht von oben nach unten, sondern in horizontaler Richtung fortgeführt worden. Insolation, grelle Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht lockern das sandige, thonige Gestein je nach seiner Festigkeit, der Wüstenwind wirbelt die Trümmer davon. Wo eine harte, widerstandsfähige Sandsteinbank auf der Höhe eines Tafelberges einer Schicht weicher, sandiger Mergel aufliegt, da wird derselben immer mehr

ihre Unterlage weggeblasen, die überhängenden Ränder der festen Bank stürzen in großen Blöcken ab, und schliesslich fällt der Berg in sich zusammen, wie sein Gerippe liegt da ein Haufe eckiger Blöcke. Neben der Winderosion tritt aber auch die Wassererosion in Thätigkeit bei der Thal- oder vielmehr Schluchtenbildung, Wolkenbrüche prasseln nieder auf den ausgetrockneten, von verwittertem, zerbröckeltem Gestein bedeckten Wüstenboden, im Nu bilden sich gewaltige Schlammströme, die tief einschneiden in das lose Gestein und große Blöcke bis in eine nahegelegene Niederung mitschleppen. Diese Wassererosionsrinnen sind alle ganz kurz, sie hängen nicht mit einander zusammen und bilden nicht ein gesetzmäßiges System, wie das Flusnetz in unseren Gebirgen. Ähnliche Erscheinungen habe ich vor Jahren in den „bad lands“ des amerikanischen Westens gesehen, aber hier am Ufer des Kaspi lernte ich zum ersten Male in ihrer schaurigen, abschreckenden Majestät die Wüste kennen. Mehrfach kamen wir an in charakteristischer Schlangenlinie sich bewegenden Kamel-Karawanen vorbei, ganz in der Nähe sahen wir Schlammvulkane, von denen Ströme eines zähen, naphthagetränkten Breies herunterflossen, von Ferne erblickten wir den Wald der Bohrtürme von Balakhany und schliesslich fuhren wir in den Bahnhof von Baku ein.

Baku liegt auf der Südseite der großen ins kaspische Meer hineinragenden Halbinsel Apscheron, es ist heute eine große Stadt von 115 000 Einwohner und erhebt sich terrassenförmig über dem Golf des Meeres, der hier einen vortrefflichen Hafenplatz darstellt, so daß Baku schon lange, bevor es Petrolstadt geworden ist, ein wichtiger Handelsplatz war. Baku soll eigentlich Bad-Muh heißen, d. h. Wind-Berg, namentlich Nordwinde wehen hier häufig, wirbeln den losen Sand auf und überschütten damit das ganze Land; in den Sommermonaten sind äußerst heftige Gewitterregen nicht selten, das Klima von Baku soll deshalb erträglicher sein als das der übrigen Orte am kaspischen Meere. Vollkommen kahl ist das Land um Baku.

Baku soll, als Hafenstadt, Ende des 5. oder zu Anfang des 6. Jahrhunderts gegründet worden sein, arabische Schriftsteller erwähnen die Stadt im 10. Jahrhundert und das älteste noch existierende Denkmal in Baku trägt die Jahreszahl 471 der Hedschra, d. h. 1078 nach unserer Zeitrechnung. Die Stadt war im Mittelalter viel umstritten, sie gehörte bald den Chalifen, bald den persischen Schahs, bald den armenischen Königen, mehrmals stand Baku auch unter türkischer Oberhoheit. Zeugen verschwundener Macht und Herrlichkeit sind heute in Baku die Ruinen des um 1650 in arabischem Stil erbauten Palastes der Chane und ein massiv gebauter 42 Meter hoher Turm, der Jungfernturm, an den sich romantische Sagen knüpfen. Zu Beginn des 18. Jahrhunderts stand Baku unter der Herrschaft des Schah Hüssein von Persien. Um die Stadt vor Verrätern gegen Hüssein zu schützen, ließ Peter der Große dieselbe im Jahre 1723 besetzen; 1735 mußte sie jedoch den Persern wieder überlassen werden und erst im Jahre 1806 wurde Baku definitiv dem russischen Reiche einverleibt. Es war keine bedeutende Stadt; nach Ed. Eichwald bestand sie im Jahre 1826 aus etwa 800 Häusern mit 4000 Einwohnern. Die Hauptstadt der Provinz war Schemacha. Als aber diese Stadt im Jahre 1859 durch ein Erdbeben zerstört wurde, flüchteten die Behörden

und die Einwohner nach Baku, das nun Sitz der Provinz-Verwaltung wurde. Die gegenwärtige Blüte Bakus begann mit der Ausbeutung benachbarter Naphthaquellen; im Jahre 1879 zählte die Stadt bereits 15 000 Einwohner. Heute besteht Baku aus drei getrennten Teilen: die alte, durchweg persische Stadt, ein Gewirre enger, schmutziger Gassen, gruppiert sich um den alten Chanen-Palast und den Jungfernturm; die neue russische Stadt ist durchaus modern, elektrische Tramways fahren durch die breiten Strafsen, die alle sowohl russisch als auch persisch bezeichnet sind; 3 km östlich vom eigentlichen Baku liegt die Stadt der Naphtharaffinerien.

Die Geologen hatten zwei Tage zur Verfügung, um die Stadt, die Fabrikanlagen, die Naphthafelder von Balachany und Bibi-Eybat, den Schlammvulkan Bog-boga, die Gasquellen im Meere, die ewigen Feuer von Surachany zu sehen und vier große Diners zu bewältigen. Die Zeiten haben sich geändert, seit im Jahre 1820 Ed. Eichwald schrieb: „Überhaupt mangelt's in Baku sehr an Artikeln für einen einigermaßen erträglichen Mittagstisch.“

Wir wurden empfangen von den Beamten der Nobel'schen Naphtharaffinerien und nach der Tschórny Gorod, der „schwarzen“ Fabrikstadt geführt. Wir sahen die großen Naphtha- und Petrolbassins, ein Gewirr von Röhren, kleinen und großen Kanälen, Destillationskesseln, Reservoiren, Kühlern u. s. w., und einer der Ingenieure, ein flachhaariger, rosenmündiger Sohn Skandinaviens, erklärte uns in liebenswürdigster Weise das ganze Getriebe. Die rohe Naphtha, deren Vorkommen und Gewinnung ich noch später schildern werde, wird in Baku selbst von den Produzenten verarbeitet, während in Pennsylvanien und in Ohio das Rohprodukt von den Bohrlöchern weg weit fort durch die sog. *pipe lines* geleitet und in den meist an den großen Seen gelegenen Raffinerien durch besondere Firmen verarbeitet wird. In den verschiedenen Petrolgebieten der Erde hat das natürliche Rohprodukt ungleiche Zusammensetzung, immer aber ist es ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, die bei ungleichen Temperaturgraden sieden und so durch fraktionierte Destillation isoliert werden können. Die bei den verschiedenen Temperaturen sich bildenden Dämpfe werden isoliert aufgefangen und wieder zur Kondensation gebracht. Die Abscheidung der Destillationsprodukte ist in den Nobel'schen Fabriken eine kontinuierliche, d. h. in einem ersten Kessel wird die rohe Naphtha erwärmt und von Gasen befreit, sie fließt dann über in einen nächsten Kessel, wo bei etwas stärkerer Erwärmung die bei niedrigster Temperatur siedenden Bestandteile abdestillieren. Immer stärker werden die nächsten Kessel erhitzt, von denen jeder wieder ein gewisses Produkt abgibt, bis schliesslich in einer letzten Retorte die hochsiedenden Rückstände sich angesammelt haben, welche abgelassen werden. Die amerikanischen Raffinerien dagegen haben einen intermittierenden Betrieb, d. h. in einzelnen von einander getrennten mit Kohle geheizten Destillationskesseln werden die verschiedenen Destillationsprodukte für sich hergestellt. Die Erdöle von Baku geben als Destillationsprodukte: 1) Benzin, Ligroin, und verwandte leichtflüssige Kohlenwasserstoffe, 2) Brennöle verschiedener Konstitution (Kerosine oder Petroleum), 3) sog. Schweröle, die als Schmieröle sehr geschätzt sind, und 4) Masut als hochsiedenden schwerflüssigen Rückstand, aus dem durch Reinigung weitere Sub-

stanzen, namentlich Vasilin, gewonnen werden, das aber in seiner Hauptmasse ein sehr geschätztes Brennmaterial liefert. Am wertvollsten sind die Schmieröle. Aus dem rohen Erdöl werden in Baku etwa 30 % Petrol, 10 % Schmieröle und 60 % Masut gewonnen. Ganz andere Zusammensetzung besitzen die amerikanischen, vor allem die pennsylvanischen Erdöle, dieselben geben bis 85 % leichtsiedende Brennöle ab. Die Öle von Baku einerseits mit einem Gehalt von 64 % an hochsiedenden Rückständen, diejenigen von Pennsylvanien andererseits, die nur 15 % Schweröle enthalten, dürften wohl bezüglich ihrer Zusammensetzung die Extreme in der Reihe der bekannten Erdöle darstellen. Die Produktion an Naphtha in Baku entspricht 98 % der gesamten russischen Ausbeute und betrug im Jahre 1896: 6179 Mill. kg., die Firma Nobel allein verarbeitete 1120 Mill. kg. Der Zentner Naphtha kostet in Baku gegenwärtig etwa 90 r . Das Feuerungsmaterial für den Fabrikbetrieb ist selbstverständlich Masut, der zu feinem Sprühregen zerteilt ganz ausgezeichnet und mit außerordentlich heißer Flamme brennt. Ganz besonders beachtenswert erschien uns die Art und Weise, wie in den Nobel'schen Anlagen die verschiedenen Industrien in einander greifen. Der Bedarf an einfacheren Maschinen, Retorten, Röhren etc. wird größtenteils an Ort und Stelle durch eigene Fabrikation gedeckt. Wir sahen große Bassins, die mit Eisenabfällen gefüllt waren und durch die hindurch eine grünliche Flüssigkeit (Kupferchlorid) geleitet wurde, aus der metallisches Kupfer sich niederschlägt. Die Naphthaverarbeitung führt zur Gewinnung von Kupfer! Zur Reinigung der Schmieröle werden große Mengen von Schwefelsäure verbraucht. Dieselbe wird größtenteils aus kaukasischen kupferhaltigen Schwefelkiesen, z. T. auch aus sicilianischem Schwefel hergestellt. Bei der Verarbeitung der Kiese bilden sich Kupferoxyde, die mit Hilfe von Kochsalz, Chlorkalk und Eisenvitriol in Kupferchlorid übergeführt werden. Neben der Schwefelsäure ist Natronlauge ein unentbehrliches Reinigungsmittel der Schmieröle: aus transkaspischem Kochsalz wird Soda hergestellt, Kalke der Umgebung werden gebrannt. Der frischgelöschte Ätzkalk mit Soda behandelt liefert Natronlauge.

Die mannigfachen Produkte der Erdöldestillation in Baku werden fast ausschließlichsich auf dem Wasserwege weiter befördert. Die Cisternenschiffe der Firma Nobel auf dem kaspischen Meere fassen ca. 10 Millionen Kilogramm Öl und Masut. Die Schiffe ziehen die Wolga hinauf; über 250 Lagerplätze für Naphtha sind über das ganze russische Reich verbreitet.

Die Naphthafelder der Umgebung von Baku sind nicht ausgedehnt, etwa 12 km nördlich der Stadt liegt das ca. 16 qkm große Feld von Balachany und 6 km südlich das nur 5 qkm große Feld von Bibi-Eybat. (Vgl. Taf. 7.) In früheren Zeiten wurde das Öl da gewonnen, wo es aus dem Boden ausschwitzte, oder es wurde durch Brunnen ähnlich wie Quellwasser aufgeschlossen. Im Jahre 1859 hatte der Amerikaner E. L. Drake zuerst es unternommen, Erdöl mit Hilfe von tiefgehenden Bohrlöchern zu gewinnen. In Pennsylvanien liegen die ölführenden Schichten in einer Tiefe von 600—800 m, in Ohio bei 300—400 m unter der Oberfläche. Es wird zuerst ein Bohrturm (Derrick) errichtet, etwa 20 m hoch; an dessen Spitze ist ein starkes Seil befestigt, an dem ein stählerner Freifallbohrer hängt, der fortwährend

sich drehend im Gestein ein 10—20 cm weites Loch bohrt. Von Zeit zu Zeit zieht man den Bohrer heraus und die feinen Gesteinstrümmel werden aus dem Loch, das durch gußeiserne Röhren verschalt wird, herausgeschöpft. Ist die Ölschicht erreicht, so strömt in großen Mengen Gas aus, damit aber auch das Öl aufsteigen kann, muß das Gestein in der Tiefe des Bohrloches durch Dynamitexplosionen vollständig zermalmt und zertrümmert werden; dann bildet sich für kurze Zeit ein selbständig springender Quell, ein „flowing well“, sehr bald aber muß das Öl durch Pumpen herausgeschafft werden.

Auf Apscheron liegen die Verhältnisse wesentlich günstiger als in Pennsylvanien, hier trifft man die Ölschicht meist 120—150 m unter der Oberfläche, Bohrlöcher von 400—500 m Tiefe sind erst in neuerer Zeit mit Erfolg ausgeführt worden. Wann bei Baku der erste „Derrick“ gebaut worden ist, weiß ich nicht genau, es mag ums Jahr 1872 gewesen sein, heute stehen in den beiden genannten Naphthafeldern an 1600 Bohrtürme dicht gedrängt. (Vgl. Taf. 8.) Die 30—40 cm weiten Bohrlöcher sind meist 40—50 m von einander entfernt, ein gewisses Gebiet des ergiebigen Naphthafeldes ist als Kroneigentum reserviert worden und darf nicht ausgebeutet werden. Seit der regelmäßigen Ausbeutung der Petrolgebiete von Baku sind im ganzen 1650 Bohrungen ausgeführt worden, 917 Bohrbrunnen sind gegenwärtig in Thätigkeit; am 1. August 1897 wurde an 295 neuen Bohrungen gearbeitet und 97 Firmen beschäftigen sich gegenwärtig mit der Naphthaausbeutung. Wie überall so wurde auch in Baku die Naphtha vor Alters vorzugsweise zu Heilzwecken gewonnen; es berichtet zum Beispiel im Jahre 1825 ein Autor von dem Erdöl im Elsass bei Pechelbronn, daß dasselbe nervenstärkend sei, die Würmer vertreibe und gegen Gliederschmerzen diene. Immerhin betrug die Naphthaproduktion von Baku im Jahre 1832 schon 2475 Meterzentner, schon im Jahre 1872 war dieselbe auf das Hundertfache gestiegen, indem sie 251 594 Meterzentner ausmachte. Im Jahre 1876 wurden ca. 2, 1881 ca. 5, 1883 ca. 9 und 1896 ca. 61 Millionen Meterzentner Naphtha ausgebeutet. Im Mai 1895 und im Februar 1897 ist das Maximum der täglichen Ausbeutung mit je ca. 200 000 Meterzentnern erreicht worden. Wann diese Reichtümer erschöpft sein werden, wissen wir nicht.

Die Naphthamasse in der Tiefe steht unter hohem hydrostatischen Druck; sie durchtränkt nicht nur das Gestein, sondern erfüllt kleine unterirdische Becken. Der in der Tiefe aufgelockerte thonige, sandige Grund ist vollständig in einen Naphthasumpf übergegangen und bildet ein sogenanntes schwimmendes Gebirge. Wird durch das Bohrloch die Naphthaausammlung getroffen, so bricht häufig erst ein mächtiger Gasstrom hervor, bald folgt die Flüssigkeitssäule. In dichtem Strahl schießt unter furchtbarem Getöse die bräunlich-schwarze bis olivengrüne Naphtha vermischt mit Salz-Soole, Gesteinsbrei, Sand und Gesteinsstücken empor (vgl. Taf. 9). Die Säule erhebt sich bis auf die Höhe von 100 m in die Luft, die Bretterwand des Bohrhauses wird zertrümmert, nach allen Seiten fließt die Naphtha ab und wird in große offene Reservoirs geleitet. Man erzählt von Brunnen, die täglich 100 000 Zentner Naphtha abgeben. ~~Häufig sind die Springquellen intermittierend im Anfang und werden erst allmählich kontinuierlich.~~ Gewisse Brunnen fließen während

mehrerer Monate, ja Jahre lang, während andere rasch sich erschöpfen. Brunnen, die weniger als ca. 1000 Meterzentner Naphtha pro Tag geben, soll man als unproduktiv ansehen. Die Mehrzahl der Bohrungen liefern aber keine Springquellen, sondern die Naphtha muß heraufgepumpt werden. Im Jahre 1893 wurde ein Drittel, im Mai 1895 sogar beinahe die Hälfte der ganzen Naphthaproduktion durch fließende Quellen gewonnen, während die Pumpquellen im Jahre 1891 siebenmal, im Jahre 1896 viermal mehr Naphtha lieferten als die freifließenden. Die Produktion der Pumpquellen ist naturgemäß viel stetiger als die der freifließenden. Die Temperatur der austretenden Naphtha schwankt zwischen 18° und 28° C. bei einem spez. Gew. von 0,820 bis 0,920. — Gefährvoll ist die leichte Entzündlichkeit des Erdöles, namentlich die gewaltigsten Springquellen geraten leicht in Brand. Die Photographie eines solchen brennenden Brunnens von Bibi-Eybat war in Baku zu kaufen (vgl. Taf. 10); derselbe geriet im April 1897 in Brand, gehört der Firma Rothschild, soll täglich 26 000 Zentner (nach anderen Angaben sogar 64 000 Zentner) Naphtha geliefert haben und brannte drei volle Wochen: ein Schadenfeuer im Werte von etwa vier Millionen Mark. Eine andere im Februar 1897 ebenfalls in Bibi-Eybat in Brand geratene Fontäne entzündete noch fünf Millionen kg Petroleum und 100 Millionen kg Masut in benachbarten Behältern. Gelöscht können solche Naphthabrände nicht werden, man hat daran gedacht, die Quelle zu retten durch Abfangen mittels unterirdischer Stollen. Sehr oft mag die Entzündung der Fontäne durch Naturgewalt geschehen, der gewaltige Strahl reißt aus der Tiefe Stücke eines vektüeselten Sandsteines mit empor; solche Fragmente schlagen an stählerne Gerüstteile des Bohrturmes, es entsteht ein Funken und die Feuersäule lodert empor.

Gasquellen und Schlammvulkane sind für manche Ölgebiete, vor allem aber für Baku, äußerst charakteristische Erscheinungen. An der Küste von Bibi-Eybat treten die Sprudel von brennbaren Kohlenwasserstoffgasen auf der Meeresfläche zu Tage. Ein mit Petrol getränktes flammendes Stück Werg wurde auf eine sprudelnde Stelle geworfen und hoch schlug die auf den Wogen tanzende Flamme empor, die schwarzen Leiber unserer Dampfboote fuhren durch das brennende Meer. — Bei Surachany, ca. 15 km nordöstlich von Baku, schwitzt am Ufer eines kleinen Sees weiße Naphtha aus der Erde, und nahe dabei entspringen dem Boden eine Menge von Gasquellen. Es ist das die uralte Stätte der ewigen heiligen Feuer von Baku, das Atesch-gah der Indier. Zuverlässige historische Studien über den Ursprung der Feueranbetung in Baku sind mir nicht bekannt geworden. Die Schriftsteller des Altertums, Herodot, Plinius, Ptolemäus, erwähnen die Feuer von Baku nicht, die erste Nachricht über dieselben soll sich bei dem ums Jahr 1000 n. Chr. lebenden arabischen Schriftsteller Massudi finden. Der Feuertempel war seit Alters in ganz Persien verbreitet und zwar bildeten die Feuerpriester die besondere Kaste der Magier oder Parsen. Die Feuerverehrung war ein wesentlicher Teil der Glaubenslehre Zoroaster's oder Zarathuschtra's, welche über 1000 Jahre lang die Religion der Iranier war, bis um die Mitte des 7. Jahrhunderts n. Chr. die Macht des persischen Geschlechtes der Sassaniden

durch den Ansturm der mohammedanischen Araber unter Omer, dem Chalifen, gebrochen und auch die Magier vertrieben wurden. Immer weiter mußten sich dieselben nach Osten flüchten, bis sie in Indien Schutz fanden. Diejenigen Anhänger Zoroaster's, welche sich in Persien gegenüber dem Islam halten konnten, leben fort in dem verachteten Geschlecht der „Guebern“. In allen Volksmärchen der Araber werden die Thaten der Bosheit und Zauberei von Guebern begangen. Heute sollen in Persien noch etwa 5000 Parsen, d. h. Anhänger der Lehre Zarathuschtra's leben, auf 70 000 wird ihre Zahl in Indien geschätzt. — Zahlreiche Reisende vom Ende des vorigen und aus dem Anfang dieses Jahrhunderts beschreiben den Feuertempel in Surachany bei Baku. Es wird berichtet, daß noch um 1750 bei Baku selbst viele persische Guebern gewohnt hätten; in dem berühmten Atesch-gah aber lebten bis vor wenigen Jahren niemals Parsen, sondern Indier, welche als Mönche oder Pilger hier einige Zeit zubrachten, ihre Götzenbilder als metallene Figuren aus ihrer Heimat mitgebracht hatten und in keinerlei Beziehung standen zu der erhabenen Lehre Zarathuschtra's. Das Atesch-gah, d. h. der Feuer-ort, bestand aus einem von einer hohen, weißen Mauer umgebenen Hofraume. An der Innenseite der Mauer waren die Zellen der Priester und in der Mitte des Hofes stand eine offene Tempelhalle, an deren vier Ecken kaminartige Kalkröhren sich erhoben, aus denen die ewigen Feuer hervorloderten. Kleinere Flammen brannten überall im Hofe und in den einzelnen Zellen. Die Priester, dünne, hagere, fast nackte Gestalten von brauner Hautfarbe, trieben ihren Götzendienst und kasteiten sich zu ihrem eigenen und zu anderer Seelenheil. Ums Jahr 1825 lebten noch etwa zwölf Mönche hier, im Jahre 1873 war nur noch ein Indier Bewohner des Heiligtums, und schon in bedenkliche Nähe war eine Petroleumfabrik gerückt, in welcher bereits das reichlich dem Erdboden entströmende Gas als Heizmaterial verwendet wurde. Es heißt, die heilige ewige Flamme sei von den letzten Feueranbetern an die Aktiengesellschaft verkauft worden. Erhalten blieb die Umfassungsmauer des Klosters, über deren Eingangsthoren sich Sanskritinschriften finden, die aus dem Anfang dieses Jahrhunderts stammen. Der eigentliche Tempel in der Mitte des Hofes verfiel und ist genau nach dem alten Originale wieder aufgebaut worden gelegentlich eines Besuches des Zaren Alexander II. im Jahre 1888. Rückleitungen aus der naheliegenden Raffinerie leiten das Gas in die Kamine dieses Tempels, und der Baedeker-gelehrte Tourist zahlt dem Führer aus der Kokorew'schen Fabrik für das Anzünden der heiligen, ewigen Feuer 30 Kop. extra. —

Sehr oft dringen aus dem sandigen, thonigen Boden im Naphthagebiet Quellen von Gas, Naphtha und Salzwasser neben einander hervor. Der ausfließende, naphthage tränkte Brei verhärtet an der Luft und bildet eine graue, fast sandsteinartige Masse, welche die Tataren „Kir“ nennen und welche in der Stadt Baku zum Dachdecken verwendet wurde. Am Berge Kirmaky bei Balachany hat sich dieser Kir zu einer Schicht bis zu 3 m Mächtigkeit angehäuft. Wo ein aus der Tiefe aufsteigender Strom von Kohlenwasserstoffgasen auf eine Quellader stößt, die sich in leicht zerstörbarem thonig-sandigem Gestein bewegt, da bricht an der Oberfläche ein mit Gas getränkter, wohl

auch mit Naphtha vermischter Schlamm zu Tage. Es bilden sich kreisrunde kraterähnliche Becken, in denen die Schlammmasse brodelte, aufwallt und überfließt; Perioden relativer Ruhe wechseln ab mit solchen stärkerer Gasentwicklung verbunden mit Schlammauswürfen. Es war den Tataren schon bekannt, daß die Naphtha aus den Brunnen nur weiter fließt, wenn sie oben abgeschöpft wird, wodurch der Druck auf die tiefer liegenden Massen vermindert wird. In der Tiefe der Schlammkanäle sammelt sich das Gas an, bis es eine solche Spannung erhalten hat, daß es die überlagernde Schlammssäule zu heben vermag: es erfolgt eine Schlammruption. Der zurückfließende Schlamm verstopft den Kanal wieder und in der Tiefe sammelt sich von neuem das Gas. So entstehen die eigentlichen Schlammvulkane oder Salsen, wie sie namentlich in ächt vulkanischen Gegenden, am Ätna, auf Trinidad etc. auftreten, dann aber namentlich auch in Petrolgebieten häufig sind, ohne hier aber irgendwie mit echt vulkanischen abyssischen Erscheinungen in Zusammenhang zu stehen. Auf der Halbinsel Kertsch am Westende und bei Baku am Ostende des Kaukasus sind diese Schlammvulkane besonders häufig und erheben sich zum Theil zu Kegeln, die bis 300 m hoch werden. Bei Baku treten an mehr als 12 Stellen Schlammvulkane auf. Die That- sache, dass dieselben in ihrer Anordnung in enger Beziehung stehen zum geologischen Bau des Untergrundes, zeigt sich in dem Umstande, daß sie nicht unregelmäßig verteilt sind, sondern in Reihen angeordnet sind, die parallel gehen der Längsrichtung der Schichtfaltungen (vgl. Taf. 7). Wir werden später sehen, daß die Naphthaansammlungen in der Tiefe sich finden, wo die Schichten antiklinale Stellung besitzen, d. h. in den Faltsätteln und nicht in den Faltenmulden. Diese selbe Regel gilt auch für das Auftreten der Schlammvulkane.

Wie anderwärts, so z. B. auf Sicilien, werden die Schlammvulkane und Gasquellen auf Apscheron durch Erdbeben in ihrer Thätigkeit beeinflusst. Am 30. und 31. Mai 1859 wurde die Stadt Schemacha, ca. 100 km westlich von Baku, durch Erdbeben zerstört, kleinere Erschütterungen wiederholten sich. In der Nacht vom 12. Juni 1860 fanden ca. 60 km südlich von Baku an der Meeresküste mächtige Gaseruptionen statt, die in Brand gerieten und während einer Zeit von ungefähr 20 Minuten den Nachthimmel erhellten. Am 12. Mai 1861 ergriff wieder ein ausgedehntes Erdbeben die Niederung der Kura bis ans kaspische Meer, und am 7. Mai desselben Jahres war im kaspischen Meere ein Schlammvulkan hervorgebrochen, der seine Schlammmassen auf einer unterseeischen Bank aufbaute und so die Insel „Kumani“ bildete, ein Eiland von ca. 87 m Länge, 66 m Breite und 3,5 m Höhe.

Die geologische Führung auf den Exkursionen bei Baku hatte Dr. Th. Fegreus in Baku übernommen. Den Untergrund des Öldistriktes von Baku hat man durch natürliche Aufrisse sowie durch Bohrungen kennen gelernt bis in eine Tiefe von 300—600 m. Alle Gesteine, die sich hier finden, sind aus dem Wasser abgesetzte Sedimentgesteine, vulkanische Felsarten fehlen vollständig — auch die Schlammvulkane haben aus der Tiefe nur zertrümmertes Material von thonigsandigen Schichtgesteinen heraufgebracht. Die ganze Schichtserie

gehört der Tertiärzeit und dem Diluvium an (vgl. Taf. 7).¹⁾ Die ältesten Schichten sind graue Schieferthone mit Sandsteinbänken, welche stellenweise in großer Menge Wirbel, Rippen, Flossen, Kiefer und Zähne von Haifischen enthalten. Es ist dies die sog. Sumgait-Serie, die dem ältesten Tertiär angehört. Darüber folgt die eigentliche naphthaführende Formation, Balachany-Serie, deren Mächtigkeit wohl bis 1000 m beträgt. Sie besteht aus grauen Mergeln, kalkigen Sandsteinen und Sanden, die in dünnen Bänken regellos mit einander wechseln und sehr fossilarm sind. Die Naphtha sammelt sich in den Sandlagen zwischen den Thon- und Sandsteinschichten. Es gehören diese Schichten zu den Ablagerungen des ausgedehnten Meeres der Oligocänzeit, welches sich von den heutigen atlantischen Küsten des südlichen Europa gegen Osten fast über das ganze Gebiet des jetzigen alpinen Gebirgssystems erstreckte.

Dieses große südeuropäische Meer der älteren Tertiärzeit verengte sich im Laufe der Zeit; als eine langgestreckte Insel erhob sich das alpine Gebirge aus demselben und zu Ende der sogenannten Miocänzeit finden wir im Osten Europas von Wien bis zum Aralsee ein gewaltiges vollständig geschlossenes Binnenmeer erfüllt von nicht stark gesalzenem Wasser. Die Sedimente dieses Meeres, welche die Überreste einer höchst eigenartigen Muschelfauna enthalten, bezeichnet man als die „sarmatischen“ Schichten. Noch später, während einer Periode, die man als die „pontische“ bezeichnet, traten an Stelle dieses zusammenhängenden Binnenmeeres einzelne kleinere Becken mit süßem oder brackischem Wasser, das Schwarze Meer, das kaspische Meer und der Aralsee sind Überreste dieser Becken. Die Donau ebenso wie die Wolga mündeten in solche Binnenmeere. Das Mittelmeer hatte damals im Osten noch lange nicht die Ausdehnung wie heute. An Stelle des ägäischen Meeres war Festland, eine breite Landbrücke verband Europa mit Asien. Erst viel später sank diese Festlandtafel allmählich zur Tiefe, und zwar schritt die Zerstückelung derselben von Süden nach Norden vorwärts. Die vielen Inseln im heutigen ägäischen Meere sind die Bergspitzen eines versunkenen Gebirges. Noch später bildete sich infolge Einsenkung eines alten Flufstales die Verbindung des Mittelmeeres mit dem Schwarzen Meere, und in den alten Brackwassersee des Pontus Euxinus strömt heute das salzige Wasser des Mittelmeeres, welches die alte Brackwasserfauna des Schwarzen Meeres vernichtet. Während der pontischen Zeit, die zum „Pliocän“ gehört, hatten sich auf die petrolofführenden Schichten von Baku thonige Kalke und feste poröse Muschelkalksteine abgelagert, welche die pontisch-kaspische Serie darstellen. Hj. Sjögren teilt diese pontisch-kaspische Serie in zwei Stufen, von denen er die ältere Apscheron-Schichten, die jüngere Baku-Schichten nennt. Die Apscheron-Schichten enthalten viele Cardienarten, die heute ausgestorben sind, während die darin sich findenden Arten von Dreyssenia und ebenso eine Reihe von Gasteropoden heute noch lebend vorkommen. Die Baku-Schichten sind etwas weniger fossilreich und enthalten namentlich

1) Vgl. H. Sjögren, Präliminära meddelanden från de kaukasiska naftafälten. — Geologiska Föreningens I Stockholm Förhandlingar. Bd. 13 Heft 2 und 3. Bd. 14 Heft 5. 1891 und 1892.

Cardienarten, welche den Apscheron-Schichten fehlen. Durch gebirgsbildende Kräfte, die mit zu denjenigen gehörten, welche Alpen und Kaukasus emporgetürmt haben, wurden die genannten drei Schichtgruppen des Tertiärs von Baku gefaltet. Meist sind die Schichten nur wenig aufgerichtet, etwa 15—20°, die Falten streichen von Nordwesten nach Südosten. Man unterscheidet auf Apscheron fünf solche Sattellinien. (Vgl. Taf. 7.)

Horizontal über diesen aufgerichteten Tertiärschichten liegen mancherorts bei Baku Sandsteine, Mergel und kalkige Konglomerate, welche erfüllt sind von Schalen von Muscheln, die mit den heute noch im kaspischen Meere lebenden übereinstimmen. Es sind das die Schichten der aralo-kaspischen Serie, die während der Diluvialzeit sich gebildet haben. Dieselben Schichten hatten wir wohl 1600 km nördlicher an der Wolga bei Samara getroffen, 104 m über dem Niveau des kaspischen Meeres, sie dehnen sich aus nordwärts bis Kasan.

Es ist eine allgemeine Erscheinung, daß zur Zeit, als von den hohen Gebirgen in die Ebenen und von den Ländern im Norden Europas und Amerikas weit nach Süden gewaltige Gletscherströme sich ergossen, die abflußlosen Binnenseen Nordamerikas und Asiens zu gewaltigen Wasserflächen anschwollen. Das kaspische Meer, im Süden durch das persische Elbrus-Gebirge abgedämmt, erhob seinen Spiegel; 60 m über dem heutigen Meeresspiegel finden wir an den transkaspischen Gebirgen Uferwälle und Muschelbänke des diluvialen Sees, ein Arm desselben erstreckte sich nördlich des Kaukasus im Flußthal des Manytsch bis ans Asowsche Meer und zwischen großem und kleinem Balkan, wo man früher den alten Lauf des Oxus annahm, bestand eine Verbindung mit dem diluvialen Aralsee. Wolgaufwärts bildete das steile rechte Ufer dieses Stromes die Grenze des aralo-kaspischen Sees gegen Westen.¹⁾ — Gerade wie auch nach der diluvialen Ausdehnung der Gletscher dieselben immerfort infolge allgemeiner Klimaschwankungen in bestimmten Perioden Ab- und Zunahme zeigen, so schwankt auch der Wasserstand der abflußlosen Seen in durchaus gleichartiger Weise. Es konnte gezeigt werden, daß in den letzten zwei Jahrhunderten zur Zeit von nassen Kälteperioden Maxima des Wasserstandes eintraten um die Jahre 1745, 1775, 1810, 1845 und 1880, während umgekehrt in dazwischen liegenden trockenen Wärmeperioden um die Jahre 1715, 1760, 1795, 1825 und 1860 die Wassermenge des Kaspi eine geringere war. Der Verlauf dieser Periode stimmt gut überein mit den Schwankungen im Stande unserer alpinen Gletscher, auch hier zeigt sich ein Intervall von Maximum zu

1) Bemerkenswert ist die hohe Lage der aralo-kaspischen Gerölle bei Samara (104 m über dem Niveau des Kaspi nach Nikitin), umso mehr als, wie Brückner hervorhebt, die obere Grenze derselben Meeresspuren am Ust-Jurt-Plateau am Ostufer des Kaspi genau in der gleichen Höhe liegt, wie an den Jergeni-Hügeln im Westen. Sollte das darauf hinweisen, daß seit der Diluvialzeit die gesamte kaspische Region sich gesenkt hat, um einen Betrag von 44 m gegenüber den Hügeln an der Wolga bei Samara? Die Terrassen des Aralsees liegen 36 m höher als die des Kaspi. Ganz beträchtliche, weit ausgreifende Vertikalverschiebungen diluvialer Terrassen sind bekanntlich an den canadischen Seen nachgewiesen worden.

Minimum im Betrage von ca. 35 Jahren. — Auch aus dem frühen Mittelalter sind Anzeichen von Verschiebungen der Strandlinie am Kaspi bekannt geworden. Im Meere bei Baku, etwa 800 m von der Küste entfernt, ragen die Trümmer von Türmen alter Bauwerke, der sogenannten Karawanserei, aus dem Wasser empor. Es konnte festgestellt werden, daß dieselben aus der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts stammen, damals lag das Wasser des Kaspi ca. 5 Meter tiefer als heute, im 14. Jahrhundert hob sich das Meeres-Niveau wieder und die Karawanserei wurde zerstört.

Über die Geologie der Naphthalager von Baku habe ich noch einiges nachzutragen. (Vgl. Taf. 7.) Der produktive Horizont sind die oligocänen Schichten der Balachany-Serie, die bei Balachany etwa 500 m mächtig sind; in den sandigen Zwischenlagen sammelt sich die Naphtha. Die naphthareichste Schicht liegt zwischen zwei Lagen von wasserführenden bunten Mergeln und Sanden, die nur spärlich stellenweise Masut enthalten. Die tiefste der drei genannten Unterabteilungen der Balachany-Serie führt Naphtha vom spez. Gewicht 0,920—0,825, in der mittleren Schicht zeigt die Naphtha das spez. Gewicht von 0,875—0,865 und in der obersten dasjenige von 0,840—0,820. Je höher also die Naphtha liegt, um so leichter ist sie. — Die Tertiärschichten von Baku liegen nicht horizontal, sie sind zu flachen Gewölben emporgehoben, deren Axen von Nordwest nach Südost verlaufen, in dieser Richtung selbst aber sich heben und senken. Es ist nun die allgemeine Regel, die sich in allen geologisch ähnlich gebauten Petrolgebieten bestätigt hat und von großer praktischer Bedeutung ist, daß es die antiklinalen Sattellinien der Falten sind, auf denen die natürlichen und erbohrten Erdölquellen, die Gasemanationen, die Thermalwasser und schließlich die Schlammkegel und Schlammkessel zu Tage treten. Eine bestimmte Sandschicht des produktiven Horizontes erweist sich in der Nähe der Sattellinie als sehr ergiebig; wenn genau die gleiche Schicht aber in gewisser Entfernung vom Gewölbescheitel in größerer Tiefe erbohrt wird, findet man sie völlig leer. Daraus erklärt sich die geringe Tiefe der Bohrlöcher und die Tatsache, daß Bohrungen, welche bis zu etwa 500 m unter der Oberfläche kein Resultat gaben, auch in noch größerer Tiefe erfolglos blieben.

Tertiäre Sedimente, analog den petrolführenden Schichten von Baku, finden sich an den beidseitigen Rändern des Kaukasus. An den beiden Enden des Gebirges: bei Baku im Osten infolge des jähen Abbruches des östlichen Kaukasus, auf den Halbinseln Kertsch und Taman im Westen, infolge allgemeinen Sinkens der Gebirgsaxe vereinigen sich die Tertiärschichten des kaukasischen Nord- und Südsaumes. Die Halbinsel Apscheron weist in der Richtung nach Südosten auf die transkaspische Fortsetzung des Kaukasus hin. In der That sind auf der Insel Tjeleken südlich von Krasnowodsk und auf dem Festland bis 120 Kilometer landeinwärts in südöstlicher Richtung Naphthaquellen bekannt, deren Auftreten auch in charakteristischer Weise an das Vorhandensein antyklinaler Schichtstellung gebunden ist. Noch weiter im Osten in der Turkmenensteppe sollen gewaltige Naphthavorräte für spätere Zeiten aufgespeichert sich finden. — Auf der Nordseite des Kaukasus, zwischen Wladikavkas und Petrowsk bei Grosny wird ein Petrolfeld aus-

gebeutet, wo eine einzige Quelle aus der Tiefe von 140 m seit anderthalb Jahren $6\frac{1}{2}$ Millionen Meterzentner Naphtha geliefert hat. Seit alter Zeit sind auf der Halbinsel Kertsch Schlammvulkane bekannt, welche Kohlenwasserstoffe und Naphtha lieferten. Dem Verlauf der alpinen Gebirgszüge folgend, treffen wir dann westlich des Schwarzen Meeres in der Walachei, am Südabhange der transsylvanischen Alpen auf reiche Naphthalager und ebenso beiderseits der Karpaten in Oberungarn einerseits in der Moldau, in der Bukowina und in Galizien andererseits. Die galizischen Erdöllager liegen 60 bis 350 m tief, die gesamte Produktion belief sich im Jahre 1896 auf etwa 3 Mill. Meterzentner, es sollen im ganzen noch 470 Mill. Meterzentner auszubeuten sein. Gleichwie das transkaspische Erdöl ist auch das galizische im Gegensatz zu demjenigen von Baku reich an Paraffin und wird von Erdwachslagern begleitet. Die Erdöle liegen in verschiedenen Horizonten, sie gehören der Kreideformation und dem Tertiär an, die reichsten Lager stimmen nach Alter und petrographischer Zusammensetzung mit den Petrolschichten von Baku überein. Von Bedeutung für die Erklärung der Petrolbildung ist die Tatsache, daß übereinander liegende Ölhorizonte durch mächtige Sandsteinbänke getrennt sind, die ihrerseits durchaus bitumenfrei sind.

Es ist im höchsten Grade auffällig, daß die tertiären Ablagerungen nur in den östlichen Teilen des alpinen Gebirgssystems bitumenreich sind, d. h. in den Gebieten, in welchen, wie wir oben sahen, das „sarmatische“ Meer und späterhin die „pontischen“ Binnenseen sich ausdehnten. Die Molassebildungen am Rande der bayrischen und der Schweizeralpen sind nicht petrolführend, bei Tegernsee in Oberbayern finden sich im Gebiet des Flysches Erdölquellen, deren Material, das sog. St. Quirinöl, sich in früheren Zeiten eines großen Rufes erfreute als wunderwirkendes Heilmittel. Unbedeutende Lager von Asphalt in der Molasse am Jurarand bei Yverdon und Orbe haben wohl auch gelegentlich die Hoffnung auf das Vorhandensein von hier in der Tiefe verborgenen Petrolschätzen erweckt. — Petrolführend sind jedoch stellenweise die dem „Oligocän“ angehörenden Tertiärschichten am Vogesenrand im Elsaß. In der Gegend von Wörth, bei Pechelbronn namentlich, sind mit der mittleren Tiefe von 214 m in den Jahren 1879—1894 415 Bohrungen ausgeführt worden, und im Jahre 1894 betrug die Gesamtproduktion an Rohöl 156 320 Meterzentner, das daraus gewonnene Petrol deckt 1,3 % des Bedarfes in Deutschland.

Zur Lösung der Frage nach der Entstehung der natürlichen Erdöle sind die Chemiker einerseits, die Geologen andererseits berufen. Die Schlußfolgerungen beider müssen im Einklang mit einander stehen. Der Chemiker lehrt uns die Zusammensetzung der Rohöle kennen; der Versuch, dieselben genau den natürlichen Verbindungen entsprechend künstlich darzustellen d. h. die Vorgänge in der Natur durch das Experiment nachzuahmen, ist erst in jüngster Zeit unternommen worden und auch geglückt. Die Geologen haben eine ganze Menge charakteristischer Eigentümlichkeiten aufgefunden und genau präzisiert, die den Erdöllagerstätten immer und überall zukommen.

Sowohl für den Geologen, als für den Chemiker stellt sich die Frage ganz allgemein theoretisch etwa folgendermaßen: Ist das Erdöl eine kosmische Bildung, d. h. kann es auf jedem planetarischen Himmelskörper sich finden und ist es auf der Erde entstanden unter der Einwirkung jener Kräfte, welche die ersten Bausteine der Erde in ihrer ursprünglichen Form haben werden lassen, ist es ein Produkt der Erstarrung der Erde, stammt es wie die Eruptivgesteine aus der Tiefe — oder ist das Erdöl eine terrestrische Bildung, d. h. hat es sich nur bilden können unter dem Einfluß der auf der Erdoberfläche lebenspendenden Kräfte, welche die ursprünglichen Bestandteile der Erde auflösen und in neue Formen überführen? Gehört das Erdöl zu den primären oder zu den sekundären Bestandmassen der Erde, ist es anorganischen oder organischen Ursprunges, ist es eruptiv oder sedimentär gebildet?

Die Ähnlichkeit der Schlammvulkane mit echt eruptiven Bildungen, das Vorkommen der Petrollager von Baku in einem von Spalten durchfurchten Senkungsfeld veranlaßte gerade denjenigen Geologen, der als erster die Naphthafelder am kaspischen Meere genauer untersucht hat, den Anschauungen zweier großer Chemiker Berthollet in Paris und Mendelejeff in St. Petersburg beizustimmen und den anorganischen, eruptiven Ursprung des Erdöles zu behaupten. Die tief im Erdinnern verborgene Hexenküche, wo Kohlenstoff und Wasserstoff zu den komplizierten Verbindungen zusammengebraut werden sollten, war freilich nicht zu untersuchen, man machte Hypothesen und „nahm frisch drauf los allerlei schöne Dinge an und liefs diese Dinge lustig mit einander reagieren und das Resultat waren Erdgas und Erdöl.“¹⁾ Der Grundgedanke der Mendelejeff'schen Hypothese ist folgender: Im Erdinnern finden sich — gerade so wie in gewissen Meteoriten — als echt kosmische Bildungen große Massen von Eisenkohlenstoff; Sauerstoff und Wasserstoff dringen als Wasser längs tiefgehender Spalten zu den hochohitzten Tiefenregionen hinunter. Hier, wo überhitztes Wasser auf Eisenkohlenstoff stößt, werden beide zersetzt. Es entsteht Eisenoxyd und Kohlenwasserstoff. „Als Verdichtungsprodukt dringt der letztere in der Modalität der Naphtha durch Gas- und Wasserdampfdruck getrieben bis an die Oberfläche.“

Überall wo Petrollager genauer allseitig geologisch untersucht worden sind, hat sich die Unmöglichkeit einer eruptiven Entstehung derselben herausgestellt, die „Emanationstheorie“ wurde vollständig verlassen. Die geologischen Regeln, nach welchen die Erdöllager auftreten, sind folgende: 1) Die fossilen Kohlenwasserstoffe finden sich immer in sedimentären Schichten, die Meeresabsätze sind. 2) Nirgends ist irgend ein Zusammenhang der Erdöllager mit echt vulkanischen Erscheinungen bekannt geworden. 3) Wir kennen die Erdöllagerstätten in Schichten von jedem geologischen Alter. 4) Alle die verschiedenalterigen marinen Sedimente, die Erdöle enthalten, zeigen aber überall eine absolute Übereinstimmung in ihrer Zusammensetzung: Immer besteht das ganze System aus einem regellosen Wechsel von sandigen, bituminösen Thonschiefern, Sandsteinen, Konglomeraten, und sandigen Kalksteinen

1) Witt, Prometheus Bd. V. 1894. S. 350.

und das ^(d) Erdöl selbst ist an die vorzugsweise sandigen Schichten gebunden. Nicht selten sind auch Salzlager der Erdölformation eingeschaltet.

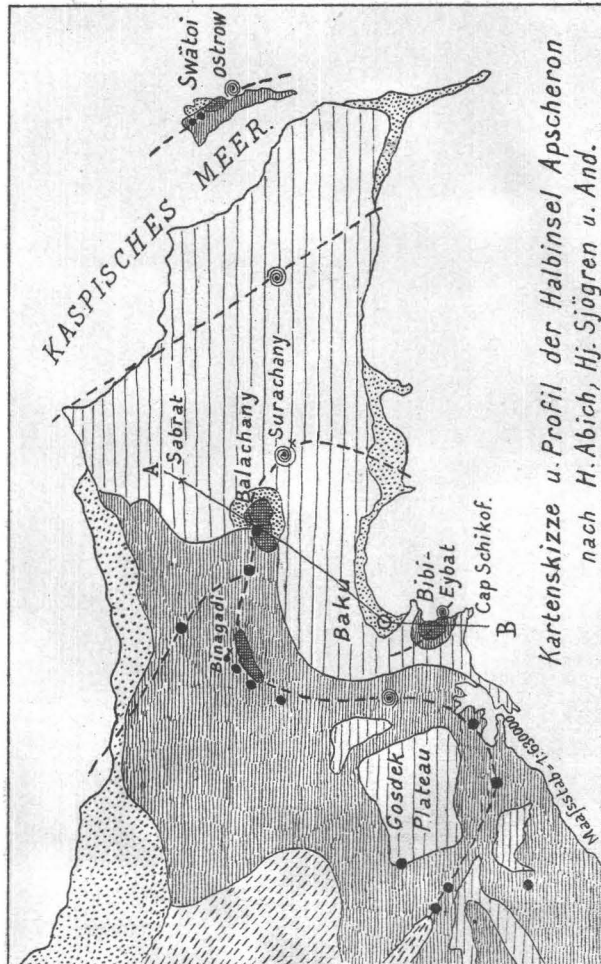
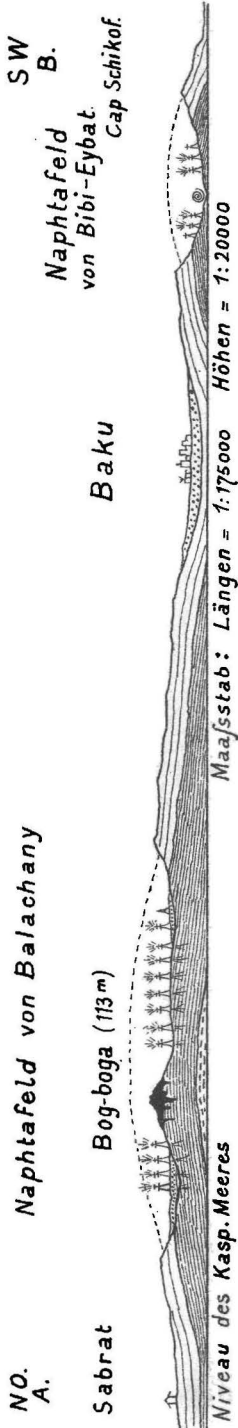
Die Folgerungen, die wir aus diesen Thatsachen zu ziehen haben, sind folgende: Erdöl-führende Schichtcomplexe können in jedem beliebigen Zeitabschnitt der geologischen Geschichte an irgend einer Stelle der Erdoberfläche aufgebaut worden sein aus den Absätzen in ufernahen, wenig tiefen Meeresräumen. Zugleich mit dem feinen Gesteintrümmermaterial haben sich auch diejenigen Kohlenstoff- und Wasserstoff-haltigen Substanzen abgesetzt, aus welchen das Erdöl entstanden ist. Diese Substanzen können nur die Überreste von Tieren oder Pflanzen sein, die in dem Meere zur Zeit der Sedimentbildung gelebt haben oder in dasselbe hineingeschwemmt worden sind. Die organischen Trümmer wurden eingedeckt und vergraben unter den immer neu sich bildenden Schlamm-schichten im Grunde des Meeres, sie verwesten unter Luftabschluss und unter dem Druck der sie eindeckenden Sand- und Thonschichten. Als eine Stelle, wo wir vor unsern Augen derartige Vorgänge sich abspielen sehen, wird oft zitiert die Bucht von Karabugas, die am östlichen Ufer des kaspischen Meeres, umgeben von der wasserlosen Turkmenensteppe, liegt und mit dem kaspischen Meere nur durch eine seichte, schmale Öffnung in Verbindung steht. Das fortwährend vom Kaspimeere in die Bucht einströmende Wasser verdampft hier rasch, das Wasser des Busens wird immer salziger. Die Strömung vom Meere führt eine große Masse abgerissener Stücke von Algen und Seegräsern, sowie Fische in das alles Leben ertötende konzentrierte Salzwasser des Karabugas. „Die konservierende Wirkung der Salzlösungen, die Abwesenheit von Aas fressenden Tieren und die recht schnell vor sich gehende Bildung von Absätzen in der Nähe der Wasserstraße — alles das sind Bedingungen, die ohne Zweifel der Einbettung von beträchtlichen Mengen organischen Stoffes in den Absätzen des Karabugas günstig sind. Aus diesen organischen Stoffen kann in der Folge bei günstigen Bedingungen Erdöl entstehen.“¹⁾ — Neuerdings wurde beobachtet, daß im Golfe von Suez und ebenso zwischen Cypern und Syrien an Stellen, wo durch Meeresströmungen bedeutende Mengen von Tier- und Pflanzenleichen am Meeresgrunde sich ansammeln, nicht nur der Schlamm, sondern auch das unmittelbar über dem Meeresgrunde geschöpfte Wasser Spuren von Petroleum enthält.²⁾

Welcher Art nun die Vorgänge sind, die unter den genannten geologischen Bedingungen zur Bildung von Erdöl führen können, ob Pflanzen- oder Tierreste vorzugsweise das geeignete Rohmaterial sind, haben die Chemiker zu entscheiden. Nachdem es dem Karlsruher Chemiker C. Engler gelungen ist, bei einem Drucke von 20 bis 25 Atmosphären und bei einer Temperatur von 365° bis 420° C. aus Fischthran ein Produkt abzudestillieren, welches bis in die feinsten Einzelheiten dem natürlichen, pennsylvanischen Erdöl

1) Vgl. Andrussow in „Annuaire géol. et minér. de la Russie“. Vol. I. Sect. II. No. 799 pag. 328.

2) Vgl. Natterer, Chemische Resultate der österreichisch-ungarischen Tiefsee-expeditionen. (Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens, herausgegeben vom k. u. k. hydrograph. Amte. Vol. XXVI. Nr. IV. Pola 1898.)

ähnlich ist, wird fast allgemein der tierische Ursprung des Erdöles als wahrscheinlich erachtet: Die Eiweißstoffe und Kohlenhydrate des tierischen Körpers verwesen rasch, d. h. sie lösen sich in ihre einfachen Bestandteile, in Kohlensäure, Wasserdampf und Ammoniak auf, die Fette hingegen werden viel langsamer zersetzt, sie scheiden Glycerin aus, werden ranzig und verbrennen langsam unter Luftzutritt. Ist aber Luft abgeschlossen, so können die Fette nicht ranzig werden, nicht oxydieren — sie destillieren und liefern Erdöl. Noch steht diese Theorie der Petrolbildung nicht einwandfrei da, Engler ist bei seiner künstlichen Petrolarstellung nicht von Fischleichen, sondern von Fischthran ausgegangen. Von anderer Seite wird behauptet, daß auch durch faulige Gärung von Cellulose petrolähnliche Kohlenwasserstoffe sich bilden können. — Man hat früher wohl auch angenommen, daß bei der in geologischer Vergangenheit sich vollziehenden Umwandlung der Hölzer zu Steinkohle ebenso wie bei der Holzdestillation Theer und Gas sich abgeschieden hätten und daß das Erdöl dem Theer, und das mit dem Erdöl hervorquellende Gas dem Holzgas entspreche. Von dieser Theorie sind wir heute ebenso weit entfernt, wie von den geistreichen Spekulationen Berthollet's und Mendelejeff's.



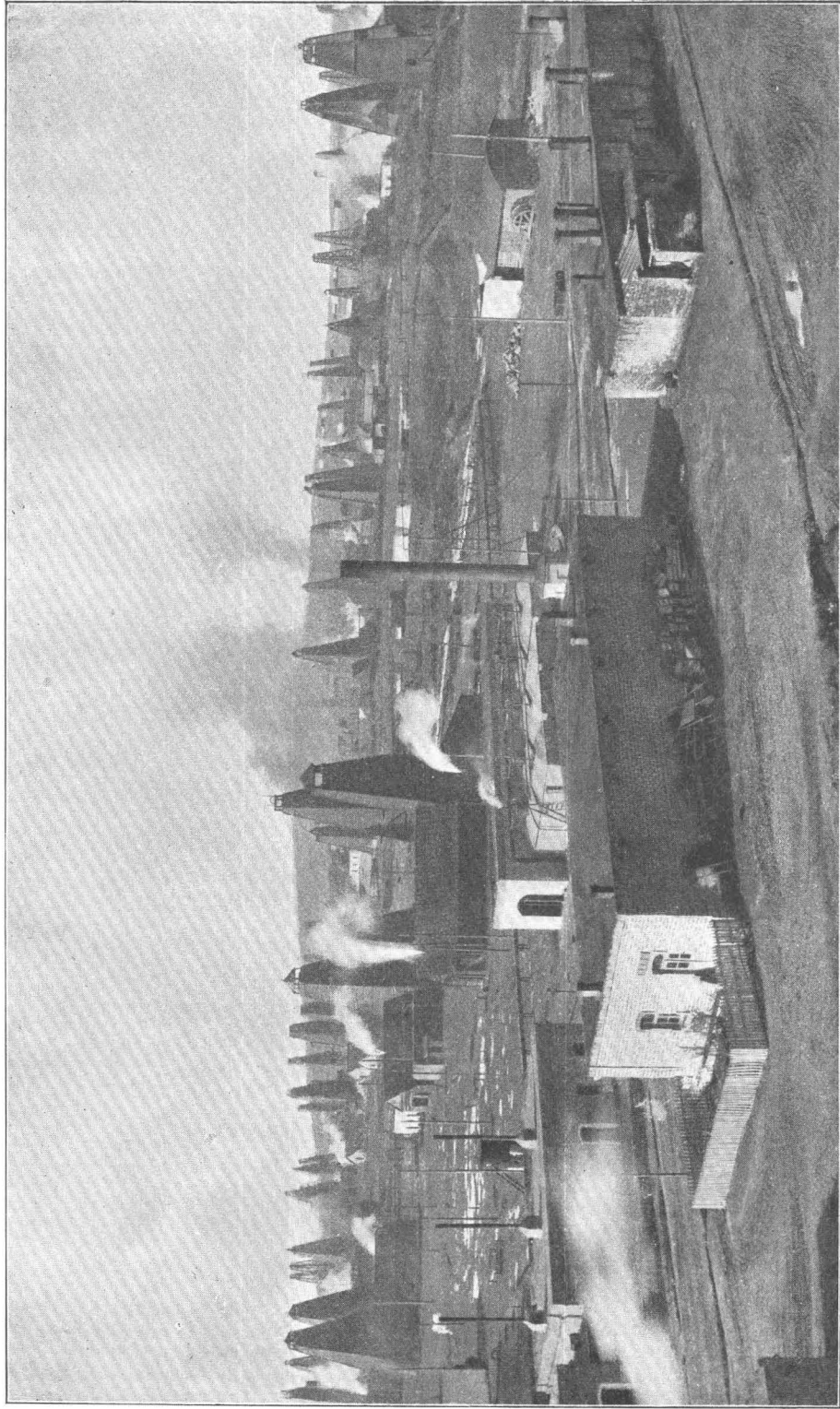
- Aralokaspische Serie = Diluvium
- Pontisch-Kaspische Serie = Pliocæn
 - (a) Baku-Schichten
 - (b) Apscheron-Schichten
- Balachany-Serie = Oligocæn
- Sumgait-Serie = Eocæn

A — Profilinie — Anticlinale

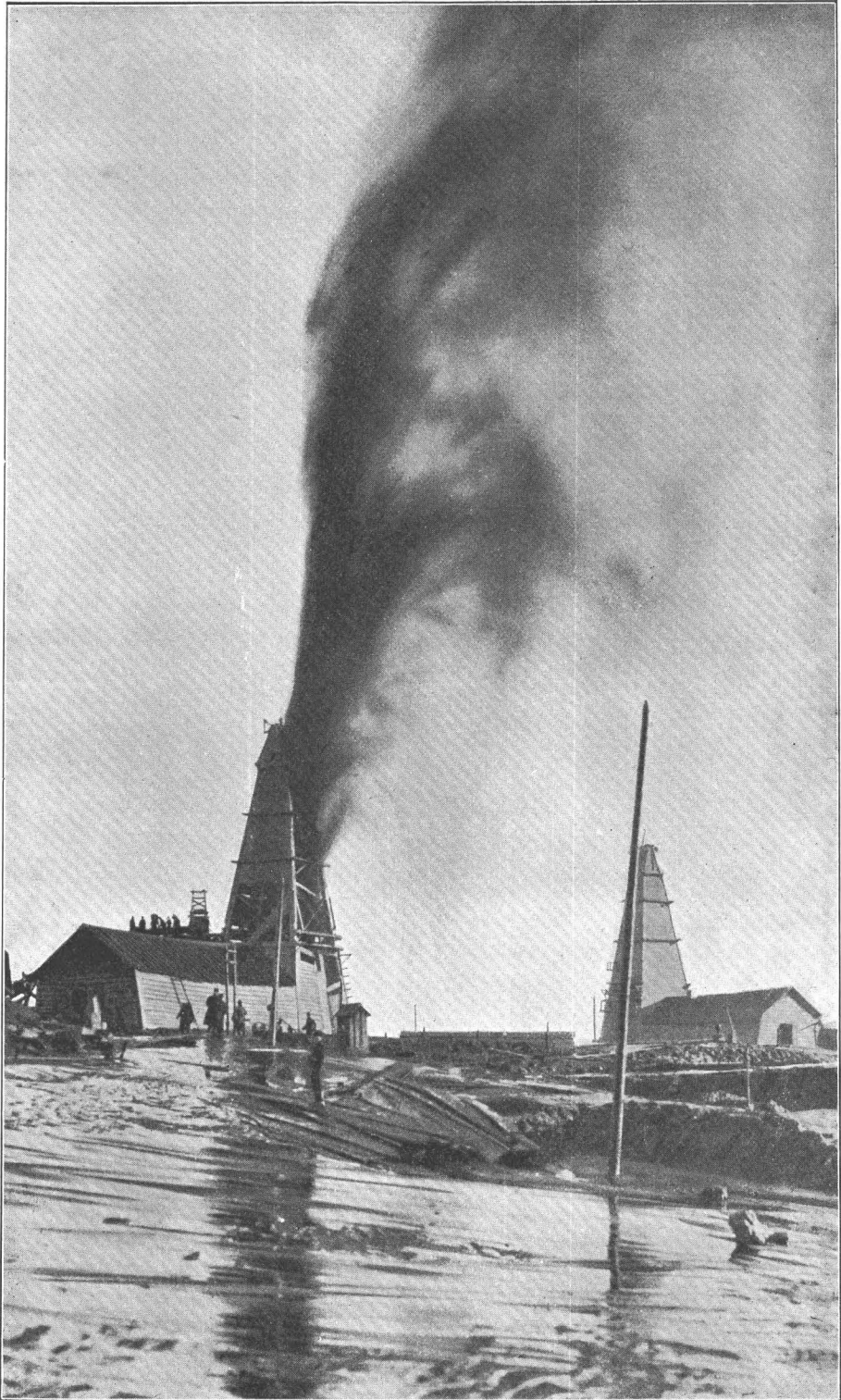
- Schlammvulkane
- Gassprudel
- Naphtabohrtürme.
- Naphtafelder.

1016 664-1295 Basel.

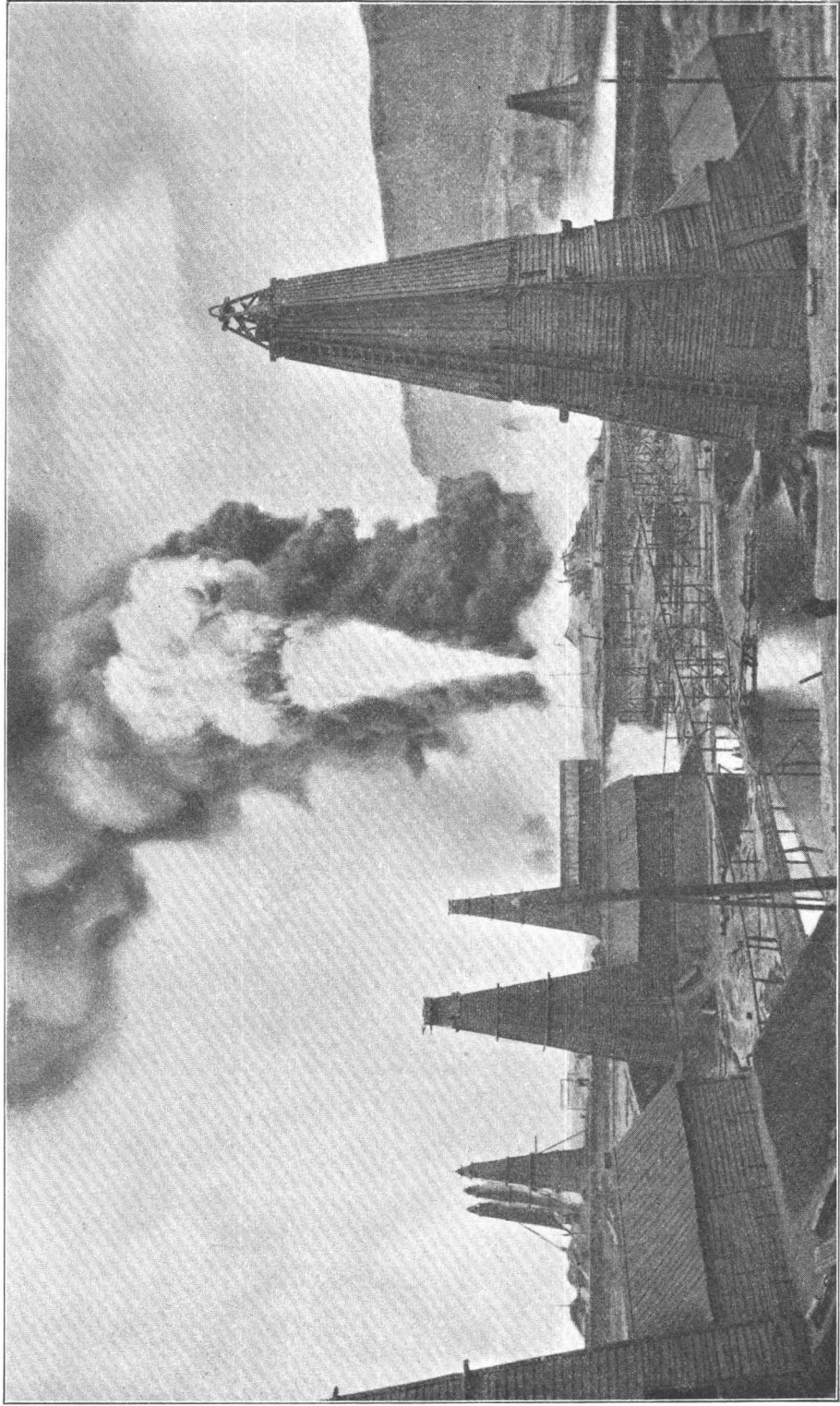
C. Schmidt, gez.



Petroleumbohrtürme von Balakhany bei Baku.



Petroleumspringquelle bei Baku.



Brennende Petroleumspringquelle von Bibi-Eybat bei Baku.