

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Der Schweizer Geograph: Zeitschrift des Vereins Schweizerischer Geographieleher, sowie der Geographischen Gesellschaften von Basel, Bern, St. Gallen und Zürich = Le géographe suisse |
| Herausgeber: | Verein Schweizerischer Geographieleher |
| Band: | 12 (1935) |
| Heft: | 5 |
| Artikel: | Erdöl und Erdölwirtschaft |
| Autor: | Staub, W. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-14571 |

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 17.02.2026

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

b) Die Karseen.

Diese meist kleinen Gebirgsseen befinden sich in jenen bekannten hochgelegenen Gebirgskesseln, die in vielen Fällen den Anfang eines Tales, sei es eines Haupttales oder Seitentales, bilden, in andern Fällen ganz zufällig hoch über dem Hang eines grösseren Gebirgstales auftreten und dort durch ihre eigentümliche Armsesselform auffallen; sie werden im allgemeinen als Kare bezeichnet. Der neuesten Literatur zufolge fehlen solche Hohlformen in keinem ehemals vergletscherten Gebirge (vergl. A. Supan und E. Obst, Grundzüge der Phys. Erdkunde, Bd. II, Leipzig, 1927).

Man vermag heute nach der orographischen Gestaltung mehrere Typen von Karen zu unterscheiden, nämlich einfache Kare, Treppenkare und Grosskare oder Muldenkare; alle drei Typen sind in den Pyrenäen vertreten, und zwar scheinen hier die Treppenkare vorzuerrschen.

Die *einfachen Kare* sind durch drei Merkmale gekennzeichnet: durch eine talauswärts führende hohe Stufe, durch einen flachen, oft beckenförmig vertieften Boden und durch eine im Halbkreis diesen Boden umgebende Felsumrahmung. Kare, in deren Boden sich ein See befindet, werden auch als Seekare bezeichnet. Die Karseen liegen in der grössern Mehrzahl der Fälle in echten Felsbecken; nur sehr wenige werden durch Moränen des betreffenden lokalen Kargletschers abgedämmt.

Laut unserem Hauptverzeichnis kommen in den Pyrenäen 273 einfache Seekare vor. In mehreren Fällen wurden durch Beobachtungen Treppenkare festgestellt, wo die Karte nur einfache Kare vermuten lässt.

Die Fälle, bei denen ein Kar als sogenanntes *Treppenkar* in mehreren Stufen oder Treppen zum eigentlichen Tal abfällt, sind in den Pyrenäen ebenfalls sehr häufig; wir haben an Zahl hier 153 Treppenkare festgestellt. Auf den genauer gezeichneten Karten sind sie daran zu erkennen, dass mehrere Seen treppenartig übereinander liegen, weil fast jede Stufe beckenförmig eingetieft ist.

(Fortsetzung folgt.)

Erdöl und Erdölwirtschaft.

Von Dr. W. Staub, Bern.

I. TEIL.

ENTSTEHUNG, VERBREITUNG UND GEWINNUNG DES ERDÖLS.

1. Kohle und Erdöl.

Kohle und Erdöl sind aus Organismen entstanden. Neben Holz sind sie die wichtigsten Brennstoffe. Während Torf und Kohlen (die sogenannten Humusgesteine) durch Vermoderung und Ver torfung bei Luftabschluss unter Wasser aus der Holzsubstanz

(Lignin) grosser Sumpfwälder hervorgeringen, sind Fettbestandteile (Fettsäuren) kleinster pflanzlicher und tierischer Lebewesen das Ausgangsmaterial aller Bitumina und Erdöle. Durch Anreicherung der Kohlensubstanz (Inkohlung) geht die Kohle unter einer Gesteinsüberdeckung von wenigstens 1000 m allmählich in Steinkohle über, wobei Wasser, Kohlensäure und Grubengas abgegeben werden. Fehlt eine genügende Überlastung, so bleibt das Endglied eine Glanzkohle. Die Bituminierung dagegen ist ein Fäulnisprozess bei Luftabschluss in stehenden Gewässern des Landes und von grossen Meeresbuchten bei Anwesenheit von Bakterien. Wir unterscheiden gebundene und freie Bitumina oder Erdöle. Nur diese letzteren sind in Äther, Benzol, Chloroform löslich und erbohrbar.

Die gebundenen Bitumina sind an Kalke (Stinkkalke), Kohlen (Matt- und Kännelkohlen) oder an marine Tonschiefer (Brand-, Fisch-, Ölschiefer) geknüpft. Durch Verschwelen kann das Bitumen aus dem Gestein herausgetrieben werden. Bei diesem Vorgang erst geht es in Erdöl über. Jedes Flachmoor und jeder Sumpfwald zeigen offene Wasserflächen, in denen sich Faulschlammgesteine (Sapropelithe) bilden werden. Im Gagat oder Jet ist aufgeweichtes Holz ganz von Bitumen durchtränkt und später erhärtet worden. Auch beim Bituminierungsvorgang wird Erdgas (CH_4) abgegeben. Wir verstehen daher die grosse Verbreitung des Erdgases (Methan). Unter dem Druck überlastender Schichtgesteine und dem Einfluss von Fermenten werden die Fette in Fettsäuren und Glyzerine übergeführt, wobei nur die Fettsäuren erhalten bleiben. Die gesättigten Säuren werden in Ketone übergeführt, die ungesättigten werden vor allem polymerisiert und bei Luftpzutritt oxydiert. Bei Erwärmung auf 300 bis 400°C zerfallen (nach G. Stadnikoff) die ungesättigten Säuren und bilden eine Kohlenwasserstoffmischung, aus der durch spätere Depolymerisierung sowohl gesättigte wie ungesättigte Kohlenwasserstoffe hervorgehen. Es ist eine auffallende Tatsache, dass in den ältern geologischen Schichtfolgen (Silur, Devon, Unterkarbon), z. B. in den U. S. A., vorwiegend gesättigte Paraffinöle ($\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$) auftreten, während in jüngeren Schichtfolgen (Kreide, Tertiär), z. B. von Süd-Russland, zyklische Naphtene ($\text{C}_n \text{H}_{2n}$) und ungesättigte, wasserstoffarme Schmieröle ($\text{C}_n \text{H}_{2n-2}$) überwiegen. Die im grossen verschwelbaren Brand-, Fisch- und Ölschiefer zeigen Bitumen und Kohlenwasserstoffe nur fein im Gestein verteilt. Sie lassen sich trotz ihres sehr hohen Aschengehalts anzünden. Die meisten sind marinen Ursprungs und zeigen nicht selten ein massenhaftes Auftreten von niederen pflanzlichen Lebewesen, die an die Erscheinung der «Algenpest» erinnern. Derartige marine Ölschiefer sind als die primären Schichtfolgen aufzufassen. Aus ihnen ist durch den Druck überlagernder Sedimente und durch Faltungsvorgänge das Bitumen herausgepresst und sekundär als freies Bitumen in porösen Sanden und Kalken angereichert worden. Nie findet sich ein reicher Ölsand innerhalb einer bitumenfreien Tonschieferfolge.

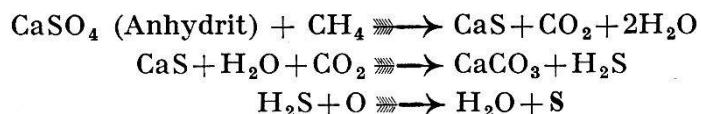
2. Entstehung der Erdöllagerstätten.

Wir wollen unterscheiden:

- a) die Schichtfolgen, b) die Erdölträger, c) das Erdöl.

a) DIE SCHICHTFOLGEN DER ERDÖLLAGERSTÄTTEN.

Sie fallen auf durch eine grosse Mächtigkeit vor allem der tonigen Ablagerungen. Der Boden des Meerbeckens oder der Meerbucht muss sich hier stetig und rascher gesenkt haben als der Untergrund der Nachbargebiete. Die tonigen Ablagerungen stammen vom Land und zeigen Küstennähe und die Anwesenheit grosser Ströme an. Die Tone können unter Kalkaufnahme in Mergel übergehen. Das häufige Auftreten von Diatomeen (Kieselalgen) führt z. B. bei den miozänen Monterreyschiefern Kaliforniens zur Bildung von Kieselschiefern. Aufnahme von Sand führt zur Bildung sandiger Tone. Die Farbe der Tone kann durch Eisenhydroxyd rötlich, durch Pyrit (Schwefeleisen) und Bitumen dunkelblau bis schwarz sein. Stellenweise treten grosse Anhäufungen von fossilen Fischskeletten auf oder von Foraminiferenschälchen, nicht selten aber fehlen Versteinerungen. Bis vor kurzem glaubte man, dass eine Bodenfauna überhaupt fehle. Neuere Forschungen zeigen jedoch, dass auch noch in sehr sauerstoffarmen rezenten Schlicken Weichtiere, vor allem Würmer, Manteltiere und die wohl für die Ölbildung wichtigen, am Boden lebenden Foraminiferen vorkommen können. Sauerstoffarmut des Bodenwassers und das Fehlen von Bodenströmungen sind jedoch für die Schichtfolgen bituminöser Tone bezeichnend. Gelegentliche grosse Anhäufungen von Fischleichen deuten darauf hin, dass Teile von Meerbuchten durch eine untermeerische Schwelle abgetrennt waren, und dass das durch Verwesungsgase und Sauerstoffarmut vergiftete Tiefenwasser niederziehenden Fischschwärm ein Weiterleben unmöglich machte. Diese Tonablagerungen stellen eine Indurationsphase des Meeres dar. Das den Erdölschichten, besonders auch den porösen, eingeschlossene Salzwasser wird als fossiles Meerwasser (« connate water ») gedeutet. Es besitzt einen höheren Gehalt an Alkalien, Chloriden, Karbonaten, Sulfiden (bzw. Schwefelwasserstoff) ist frei oder sehr arm an Sulfaten und führt oft auch Jod und Brom in grösseren Mengen. Das Wasser ist also verändert worden. Ein Teil des Wassers mag auch den Organismen entstammen. Die reduzierende Wirkung der Kohlenwasserstoffe hat in einigen Erdölgebieten zur Ausscheidung von Schwefellagern geführt.



Die grössten Schwefellagerstätten der Erde, z. B. diejenigen in Texas und Sizilien, sind auf diese Weise entstanden. Beimengungen von sulfidischen Kupfererzen finden sich z. B. in den hochbituminösen

Kupferschiefern von Mansfeld (Unter-Zechstein) und in oberjuras-sischen bituminösen Schiefern von Ost-Mexiko. — Vier Fünftel aller Se-dimentgesteine der Erde sind Tongesteine. Tonerde (Al_2O_3) entsteht in grossen Mengen durch Verwitterung der kristallinen Gesteine, z. B. aus Feldspaten unter dem Einfluss von Kohlensäure. Die molekulare Form hat die Eigenschaft, dass sie leicht in die kolloide Form übergeht. Als solche ist sie im Flusswasser gelöst, im Meer aber nicht. Hier flockt, dank des Salzgehaltes, das kolloide Al als $\text{Al}(\text{OH})_3$ aus und bildet in dieser Form auch ein Schutzkolloid für die Fetteile der abge-storbenen niederen Lebewesen. Es sind vor allem die Meerbuchten der Tropenzone, die eine sehr starke Virulenz, ein Überwuchern der plank-tonischen und benthonischen Lebewelt zeigen. Am Boden der küsten-nahen Zonen muss ein ständiger Regen toter Organismen niedergehen. Die Tonmassen sind wasserundurchlässig und üben auch eine abdichtende Wirkung auf die in porösen Schichten angereicherten Erdöllager aus. Ohne diese Abdichtung verliert sich das Erdöl und Erdgas und es ist leicht einzusehen, dass das erhalten gebliebene Erdöl nur einen Teil der Lager darstellt, die im Laufe der Erdgeschichte gebildet worden sind. Ehemalige, heute ausgefüllte Meerbuchten mit starker Erdöl-bildung sind das Tal von Kalifornien und die Bucht von Mara-caibo, Venezuela. Nach oben hin stellt sich über der Tonschieferfolge nicht selten eine Schichtfolge mit porösen Gesteinen ein. Grössere Sandmassen oder gar Konglomerate zeigen tektonische Bewegungen an. Das Meer weicht zurück, das benachbarte Land fängt an sich zu heben, die Erosion ist neu belebt worden und die Meerbucht be-ginnt zu verlanden. Eine Regressionsphase des Meeres ist eingeleitet. Nun können sich sogar Kohlen, organische Kalkbänke, Dolomite oder gar Salzlager einstellen. Freilich schliessen sich Kohle und Salz als gleichzeitige Bildungen aus. Ist das Klima humid, können sich Torflager bilden. Salz- und Gipslager aber verlangen ein trockenes, arides Klima. Beide können fehlen, denn sie sind an bestimmte kli-matische Voraussetzungen geknüpft.

Typische Ölschiefer, in denen Bitumen diffus verteilt auftritt, sind die undersilurischen Brandschiefer Estlands und der Ostsee-provinzen, die Kukkersite, die ihren Bitumengehalt einer Alge verdanken; der Ohioschiefer (Devon), der grosse Teile der östlichen Erdölfelder der U. S. A. unterlagert; die schottischen Ölschiefer (Unterkarbon) von Edinburgh; die an Sauriern reichen Schiefer (mittlere Trias) von Méride, am San Giorgio bei Mendrisio (Schweiz); die Posidonomienschiefer (Lias) von Württemberg, die ebenfalls reich an Saurier- und Fischskeletten sind; die Menolithschiefer (Oligozän), die in einem langgezogenen, schmalen Meerarm am Aussen-rand der Karpaten und des Kaukasus zur Ablagerung kamen; die Monterreyschiefer (Miozän) von Kalifornien. Verfolgen wir auf einer Karte all die in Abbau begriffenen, an Erdöl reichen Bohrfelder der Erde, so sehen wir, dass z. B. in den U. S. A. die erdölführenden Schichten die Steinkohlenserien unterlagern. Erdöl tritt ferner auf

am Aussenrand der zur Tertiärzeit gefalteten Kettengebirge und zu beiden Seiten der Andenketten. In selteneren Fällen sind Erdöllager an untergetauchte Vorländer herzynisch gefalteter Zonen gebunden. Die Erdölschiefer sind also küstennahe Meerablagerungen, die in ihrer Ausbildung der tonigen Fazies von Flyschgesteinen am nächsten kommen. Erdölbildung fehlt den alten Kontinentteilen der Erde und den Geosynkinalen.

Der Grossgliederung der Erdkruste von S. Bubnoff folgend, können wir unterscheiden:

| Kontinente | Schelfregionen | Geosynkinalen | die Tiefsee |
|------------|-------------------------------------|---------------|-------------|
| | a) stabile Teile b) labile Teile | | |
| | Molassezonen, Flyschzonen | | |

Gehören die Flyschgesteine und mit ihnen die Ölschiefer den tieferen Teilen der labilen Schelfregionen und den Vortiefen der eigentlichen Geosynkinalen an, so sind die Molassegesteine mit Kohlen- oder Salzeinlagerungen an die höheren Teile der labilen Schelfregion gebunden. Da die Vortiefen und ihre Schichtenkomplexe das letzte sind, was die orogenetischen Zyklen erfassen, das letzte was sie über den Meeresspiegel emporheben, um schliesslich die Ablagerungen selbst noch zu stauen und zu falten, so verstehen wir, weshalb viele Ölfelder heute noch in küstennahen, ungesunden Niederungen sich finden. Das höchstgelegene Ölfeld der Erde liegt in Wyoming U. S. A. 2000 m ü. Meer, das tiefste am Kaspischen Meer bei Baku bei — 26 m.

b) DIE ERDÖLTRÄGER.

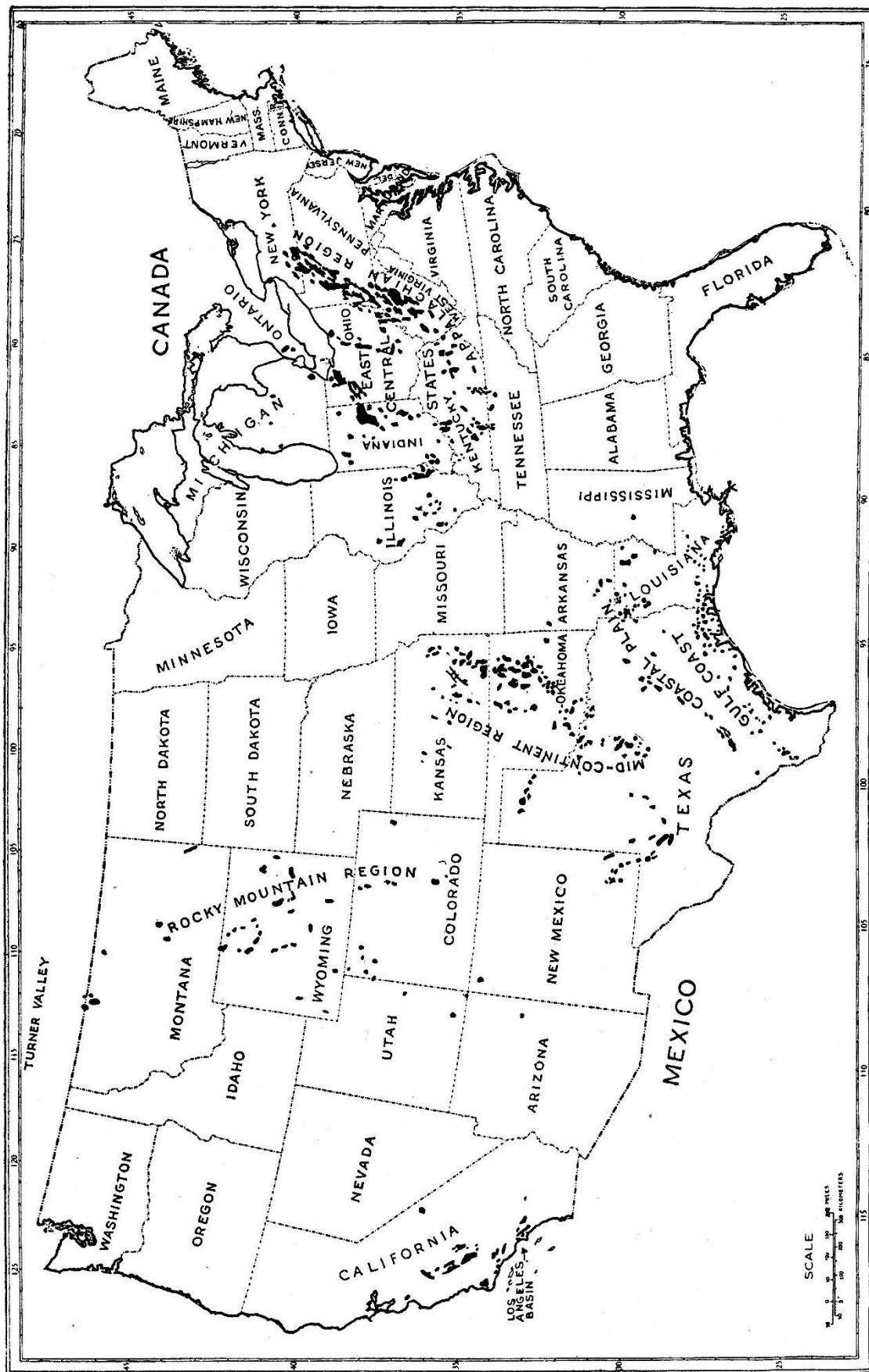
Die äussersten 16 km der Erdkruste mit einem spez. Gewicht von 2,79 sind zusammengesetzt aus 93,6 % Gestein, 6,91 % Wasser, 0,003 % Luft. Die Gesteinsmasse selbst besteht aus: 88,9 % Erstarrungsgesteinen

| | |
|--------|---------------------|
| 3,8 % | Schiefern und Tonen |
| 0,7 % | Sandsteinen |
| 0,2 % | Kalksteinen |
| 93,6 % | |

Alle Schichtgesteine zusammen machen nur 5 % der Erdkruste aus und fast $\frac{4}{5}$ davon sind Tongesteine.

Nur poröse Gesteine enthalten Erdöl in grösseren, durch Bohrungen gewinnbaren Mengen. Das Erdöl sammelt sich hier im Porenraum an. Man spricht dann von einer sekundären Anreicherung oder gar sekundären Lagerstätte. Durch Bohrungen lässt sich nur ein Teil des Erdöls fördern, etwa $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{3}$. Die grössere Menge bleibt am Gestein haften. Bei 20° C hat das Erdöl nur $\frac{1}{3}$ der Kapillarität des Wassers.

Nach der Entstehung unterscheiden wir zwei Gruppen von Schichtgesteinen: Verwitterungs- und Abtraggesteine, z. B. Tone, Sande, Konglomerate, und Ausscheidungsgesteine, z. B. Kalke, Dolomite.



Die Gas- und Erdölfelder der U. S. A. und von Canada, nach Sidney Powers:
Occurrence of Petroleum in North-America. The American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 1931, Tulsa, Okla.

A. Sande und Sandsteine. Sie treten innerhalb, meist aber im oberen Teil einer Tonschieferfolge auf. Solche Sandschichten können langgezogene schmale Linsen oder mehr durchgehende Schichten sein. Die Ölsande sind meist weiche, kaum verkittete, mehr oder weniger tonige Sande, in seltenen Fällen (in jüngsten tertiären Schichtgliedern) auch lockere Triebsande mit einem höchstmöglichen Porenraum von 50%.

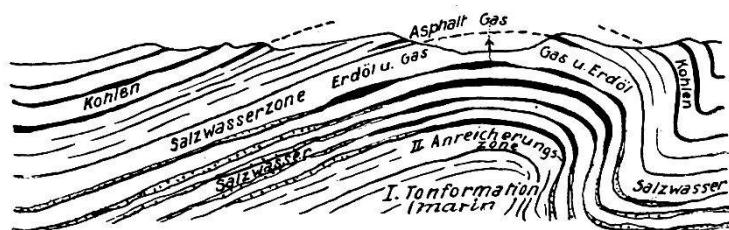
Quarzsand von 0,5—0,2 mm Korngrösse besitzt ein Kapillarvermögen von 24,6 cm, kann also Wasser dementsprechend heben, ist aber noch wasserdurchlässig. Sand von 0,2—0,1 mm kann Wasser 42,8 cm heben, lässt aber eine 10-cm-Schicht Wasser nicht mehr durch. Der Wilcox-Sand (Ordovicien) in Oklahoma z. B. hat eine Korngrösse von 0,1—0,2 mm. Öl bleibt in viel gröberen Sanden noch haften. Als Grenze zwischen Sand und Feinkies wird die Korngrösse von 1 mm Durchmesser angenommen.

Bei Kugeln gleicher Grösse ist der Porenraum zwischen den Kugeln unbeeinflusst von der Kugelgrösse, wohl aber beeinflusst durch die Packung. Im Maximum erreicht der Porenraum 47,6 % des ganzen Körpers. Dieser Fall tritt in der Natur kaum ein, wohl aber sind Trieb- oder Schwimmsande bekannt, bei denen sich die Sandkörner nicht berühren, sondern im Öl «treiben» oder «schwimmen». Daher das hohe Porenvolumen (50%). Der Meissel eines Bohrgestänges fällt dann einfach durch einen solchen Triebsand durch (Süd-Russland, Kalifornien). Das Porenvolumen der Ölsande in den Bohrfeldern z. B. der U. S. A. schwankt zwischen 7—40 %. Nach E. Blumer beträgt dasselbe in appalachischen Ölsanden 17 %, in Ölsanden Virginias 10—20 %, in Pechelbronn 6 %. Eine Gesteinsbank von 10 m Mächtigkeit und 10 % Porenvolumen kann pro 1 m² 1000 Liter, pro 1 km² 10 Millionen Hektoliter Flüssigkeit fassen = ca. 1 Million Tonnen.



Fig. 2. Erdöl- und erdgas-führende Antiklinale nach der Faltung der Schichten und nach Beginn des Abtragungsvorganges.

Fig. 1. Schichtablagerungen nahe einer Flachmeerküste z. B. am Rande einer grossen Meerbücht mit allmählicher Verlandung.



(Fortsetzung folgt.)

Geograph.-Ethnograph. Gesellschaft Zürich.

Vortrag von Prof. Ed. Imhof.

Die zukünftigen Landeskarten.

Kein besseres Vortragsthema hätte sich die diesjährige *Hauptversammlung der Geographisch-Ethnographischen Gesellschaft Zürich*, am 22. Mai, wünschen können als «Die Neuerstellung der amtlichen schweizerischen Landeskarte und die Bot-