beizukommen. Dann wird man auch erkennen, daß an den einspringenden Stellen, wo keine Pfosten stehen, die Vegetation in gleicher Fülle auftritt wie bei den Pfosten, da dieselben Unterlageverhältnisse herrschen.

Neuere Anschauungen über die Grundlagen der Erdölgeologie

mit besonderer Berücksichtigung der amerikanischen Literatur

von Dr. **M. Lucius.**

Die Entstehung des Erdöles an und für sich.

Eine Einigung in den früher so weit auseinander gehenden Ansichten über die Genesis des Erdöles ist insofern erreicht, als für das in abbauwürdigen Mengen vorkommende Erdöl nur mehr der organische Ursprung in Betracht gezogen wird. Die kosmische Theorie, nach welcher die Kohlenwasserstoffe einen Teil des Urmaterials der Erde zur Zeit ihrer Entstehung bildeten, ist nie über das Stadium einer Hypothese hinausgekommen. Die inorganische Theorie, nach welcher die in großer Erdtiefe angenommenen Karbide mit absteigendem Wasser reagieren, wobei sich flüchtige Kohlenstoffe bilden, die in Gegenwart von Hitze und Druck durch Filtration in Erdöl und Erdgas verwandelt werden, ist zwar durch bestechende Laboratoriumsversuche gestützt worden, scheint aber vielmehr eine mögliche als eine wirkliche Entstehung des Erdöles zu erklären. Soweit eben die tatsächlich beobachteten Verhältnisse in den Erdöllagerstätten Schlüsse zulassen, ist das Erdöl organischen Ursprungs, wenn auch in der Frage über welche Übergangsstufen die Umwandlung der organischen Substanz in Kohlenwasserstoffe vor sich geht, noch manches dunkel bleibt.

Einige Autoren nehmen zwar an, daß als Ausgangsmaterial nur Pflanzen in Betracht kommen und daß es im großen Ganzen dieselben Pflanzen sind, welche sowohl Kohle als auch Erdöl zu bilden vermögen, wobei es von der Einbettung in den Schichten sowie von der nachträglichen Bedeckung abhänge, ob das eine oder andere Erdprodukt entstehe, und wobei jedoch auch die Gegenwart von Salzwasser und gewisser Bakterien eine Rolle spiele. Doch ist heute die Ansicht vorherrschend, daß es besonders die niedrigst organisierten pelagischen Tiere und Pflanzen des Meeres sind, die meist mikroskopische Schwebefauna und -flora,

welche das Ausgangsmaterial liefern. Es sind auch eben diese niedrigsten Tiere und Pflanzen, die wegen ihres Reichtums an Wachs, Fett, Harzen und Gelatine sich besonders zur Erdölbildung eignen. Diese Ansicht stützt sich auf Beobachtungen in vielen Erdöllagerstätten. So sind die Ölfelder in Kalifornien unterlagert von dem miozänen Montereyschiefer, einem echten Diatomeen- und Foraminiferengestein, und man beobachtet, daß nur dort Öl vorkommt, wo die produktiven Schichten entweder durch direkte Auflagerung oder infolge einer Verwerfung mit dem Diatomeenschiefer in Kontakt kommen. Eine gleiche Rolle spielt in den Ölfeldern von Galizien und Rumänien der oligozäne Menelitschiefer, der stellenweise eine reiche Mikrofauna einschließt und als Muttergestein des Erdöles der Karpathenregion gilt. Auch im Kaukasus lagern unter den ölführenden Schichten die teilweise bituminösen Schiefer der Maikopsuite, die vielfach Fischreste sowie winzige Pflanzenreste enthalten. Die Beispiele ließen sich für andere Erdölgebiete vermehren. Daß die Menge und die Verbreitung der Organismen, welche das Ausgangsmaterial für die Entstehung von Erdöl liefern, größer sein muß als dies für die Kohle gebenden Pflanzen der Fall ist, geht schon daraus hervor, daß man Erdöl und Erdgas aus allen geologischen Formationen vom untern Silur bis zum Pleistozän kennt, und daß auch in horizontaler Verbreitung die Erdöllager (als Inbegriff aller Bitumina *) die Kohlenlager weit übertreffen.

Bei der Umbildung des organischen Urmaterials in Kohlenwasserstoffe kommen zwei Prozesse in Betracht, der biochemische und der dynamochemische, oder besser geochemische Prozeß. Die Umbildung wird durch den biochemischen Prozeß eingeleitet, aber bald greift in den biochemischen der geochemische hinein und im weitern Verlauf kann der eine oder andere Prozeß vorwalten, was natürlich das Endmaterial beeinflußt. Die günstigsten Bedingungen zur Bildung der Bitumina finden sich in den in Sen-

*) **Bitumina.** Zur Vereinheitlichung der leider noch etwas schwankenden Terminologie ist es angezeigt, unter dem Begriff «Bitumina» die ganze Reihe von festen, flüssigen und gasförmigen Verbindungen zusammen zu fassen, die ihrer Zusammensetzung nach im wesentlichen Gemische von wasserstoffreichen Kohlenwasserstoffen sind und deren wirtschaftlich wichtigstes Glied das Erdöl ist. Potonié hat für das Urmaterial der Bitumina, soweit es sich um rezente Ablagerungen handelt, die Bezeichnung «Sapropel» eingeführt. Die tonigen Gesteine, welche das Sapropel einschließen, werden demgemäß «Sapropelite» genannt.

kung begriffenen seichten Meeren in Landnähe, wo sich eine reiche pelagiche Fauna und Flora entwickelt und wo reichliche Sedimente dem Wasser zugeführt werden und zum Niederschlag kommen. Das organische Urmaterial wird in den Schlamm unter Luftabschluß eingebettet und unterliegt hier durch anaerobische Bakterien der Zersetzung (biochemischer Prozeß), wobei besonders ein Schwefelbazillus und ein Petroleumbazillus zusammen zu arbeiten scheinen und wobei die Gegenwart von Salzwasser die Tätigkeit beider Bakterien günstig zu beeinflussen scheint. Die Petroleumbakterien zersetzen die Zellulose, wobei Wachse und Fette frei werden, welche letztere das Ausgangsmaterial für die Bitumina abgeben. Die Schwefelbakterien entnehmen den begleitenden Sulfaten den Sauerstoff, wobei Schwefel frei wird. Durch diesen Umstand soll sich die längst beobachtete Tatsache erklären, daß das mit Erdöl vorkommende Wasser frei von Sulfaten ist, während in den Bitumina stets eine geringere oder größere Menge von Schwefel vorkommt, obwohl hier auch gewiß die reduzierende Wirkung der Kohlenwasserstoffe eine Rolle spielt. Bei dieser Einbettung in Schlamm haftet nun jedes so gebildete Partikelchen von Bitumen an einem Schlammpartikelchen, mit welchem es am Boden bleibt und durch den nachsinkenden Schlamm weiter abgeschlossen wird.

Dieses erste Zersetzungsprodukt bezeichnet Engler als *Urbitumen* oder *Anabitumen* und leitet daraus die verschiedenen Arten von Bitumina, die sich in der Natur finden, ab. Aber gleich von Anfang an greift schon der geochemische Prozeß (Druck und Wärme) in den biochemischen hinein, sodaß weiter unter Abspaltung von Wasser und Kohlensäure, die verschiedenen Kohlenwasserstoffe der Methan-, Naphten- und Benzolreihe entstehen, die das *Erdbitumen* bilden (Erdöl, Erdgas, Erdwachs). Aber bereits auf dem Zwischenwege, der vom Ur- oder Anabitumen zum Erdbitumen führt, bildet sich durch Polymerisation und Kondensation ein unlösliches Produkt, das *Kerogenbitumen* oder das Bitumen der Ölschiefer. Durch Zutritt von Sauerstoff sowohl an das Zwischenprodukt, das vom Anabitumen zum Erdölbitumen führt, als auch durch Oxydation des fertigen Erdöls selbst, kann dann das *Asphaltbitumen* entstehen. Weiter nimmt Engler an, daß das Kerogen- oder Polybitumen durch Zerfall zum Teil wieder löslich werden kann. Diesen Teil bezeichnet er als *Katabitumen*. Dieses Katabitumen kann aber auch durch den geochemischen Prozeß direkt aus dem Anabitumen entstehen. Das Katabitumen selbst wird als eine Übergangstufe zum Erdölbitumen aufgefaßt.

Für den gesamten Bituminierungsprozeß hat dann Engler das nachstehende Schema aufgestellt:

Anabitumen, die ersten Umwandlungsprodukte.



Polybitumen, Kerogenbitumen, das durch Polymerisation und Kondensation unlöslich gewordene Anabitumen.

Katabitumen, der durch Zerfall wieder löslich gewordene Teil des Bitumens. Kann auch durch Wärme direkt aus dem Anabitumen entstehen.

Ekgonobitumen, Erdölbitumina.

Oxybitumen, Asphaltbitumen, durch Oxydation und besondere Umwandlungsvorgänge aus dem Erdölbitumen oder früheren Stoffen entstanden.

Sehen wir von den theoretischen Zwischenstufen ab, so haben wir also drei Unterabteilungen, denen wir auch in den Lagerstätten begegnen und die sich durch ihr verschiedenes Verhalten gegenüber organischen Lösungsmitteln wie Benzin, Benzol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff charakterisieren.

1) *Unterabteilung der Erdölbitumina.* Sie bestehen überwiegend aus Kohlenwasserstoffen der Methan- und Naphtenreihe, mit geringer Beteiligung von Sauerstoff- und Schwefelverbindungen und sehr geringem Gehalt an Stickstoff. Sie sind in allen organischen Lösungsmitteln löslich.

2) *Unterabteilung der Asphaltbitumina.* Neben den Kohlenwasserstoffen kommt ein höherer Stickstoffgehalt und ein wesentlicher Gehalt von Sauerstoff- und Schwefelverbindungen vor. In Benzin nur zum Teil löslich; gegenüber den andern Lösungsmitteln ist das Verhalten verschieden.

Vom Büchertisch.

Bernsteinforschungen von Dr. phil. K. **Andrée,** o. ö. Professor, Direktor des Geologischen Institutes und der Bernsteinsammlung der Albertus-Universität zu Königsberg i. Pr. Mit 79 Abbildungen auf acht Tafeln. Groß-Oktav. XXXII, 165 Seiten. 1928. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig.

Das deutsche Ostpreußen ist das Heimatland des Bernsteins. Bei Palmnicken Kraxtepellen, an der Küste des Samlandes bei Königsberg liegt seine Hauptgewinnungsstätte, in einer eigentümlichen Lokalbildung des untern Oligozäns, welche auf der ganzen Welt ziemlich einzig dasteht. Schon in uralter Zeit suchten die Schiffe der Phöniker die Bernsteinküste des Samlandes auf, um das kostbare **Elektrum** herbeizuholen. Zahlreiche prähistorische Funde bezeichnen dann auch die alte Bernsteinstraße, auf der durch Binnentausch-