Die Antiklinale als Erdölspeicher : ueber Oelmutterformation und Oelmigration

Autor(en): **Kelterborn, P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweizerischer Petroleumgeologen und Petroleumingenieure**

Band (Jahr): **10 (1943)**

Heft 32-33

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-181661

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Für Sonntag war als Hauptthema gewählt worden:

Die Antiklinale als Erdölspeicher.

Ein einleitendes Referat behandelte:

Ueber Oelmutterformation und Oelmigration.

Dr. P. K e l t e r b o r n

A. Einleitung.

Der stets steigende Bedarf an Erdölprodukten einerseits und andrerseits die zunehmende Schwierigkeit, neue Erdöllagerstätten aufzufinden, haben dazu geführt, mit neuen Hilfsmitteln, wie Geophysik, Photogrammetrie, Strukturbohrungen, sedimentpetrographischen und mikropaleontologischen Studien, die geologische Forschung methodischer und systematischer vorzunehmen als das früher geschah. Der praktische Erdölgeologe hatte sich dabei in erster Linie auf die tektonische und stratigraphische Erforschung der Erdölakkumulation beschränkt, während die Probleme der Erdölgenese und der Erdölmigration weitgehend vernachlässigt und dem Theoretiker überlassen wurden. Und doch sind auch auf diesem Gebiet Einsichten zu erwarten, die wirtschaftlich von grösster Bedeutung und dem prospektierenden Geologen wegweisend sein können.

Die Hauptschwierigkeit, die sich der Erforschung der Oelgenese und der Oelmigration entgegenstellt, ist der Umstand, dass es unmöglich ist, diese Prozesse in der Natur zu verfolgen. Das Oel ist im Gegensatz zu festen Absätzen (z.B. Kohle, Erz) eine Flüssigkeit, die entsteht, migriert und verschwindet, ohne im oberflächennahen Gestein viele Spuren über diese Vorgänge zu hinterlassen. Auch ist die geologische Beobachtung fast ausschliesslich an diese Oberfläche gebunden, denn im Gegensatz zum Erz- und Kohlenbergbau ist es der Oelgeologie mit seltenen Ausnahmen nicht möglich, Tiefenaufschlüsse (Oelbergbau) zu studieren. Für die Tiefenbeobachtung ist der Oelgeologe auf Bohrkerne angewiesen. Vergegenwärtigen wir uns indessen einen Augenblick, wie kümmerlich und problematisch es wohl

in der Kohlen- und Erzgeologie ohne die prächtigen Aufschlüsse unter und über Tag aussehen würde. Auch wenn irgendwo eine Oelmutterformation an der Oberfläche erschlossen ist, so sollte nicht vergessen werden, dass ihr Oel längst in eine Reservoirformation migriert oder der Zerstörung anheimgefallen ist und dass wir nur das vor uns haben, was im besten Falle einmal eine Oelmutterformation gewesen ist.

Auch das Experiment muss enttäuschen, da es unmöglich ist, die Faktoren Zeit, Druck und Temperatur, so wie diese sich im Laboratorium der Natur kombinieren, nur annähernd einzusetzen. So muss sich die oelgenetische Forschung meist begnügen einerseits mit dem produzierten Oel und andrerseits mit dem Studium rezenter Sedimentationsprozesse mit meist sehr vagen deduktiven Schlussfolgerungen.

Die Probleme der Oelgenese und der Migration sind auf alle Fälle allein durch eine enge Zusammenarbeit von Geologen, Physikern, Chemikern und Biologen zu lösen. Dabei ist der Geologe vor allem in der Lage, auf Grund seiner empirischen Erfahrung gewisse chemische und physikalische Möglichkeiten auszuschliessen und für andere die Richtung anzugeben.

Im folgenden soll ein kurzer Querschnitt durch unser Wissen und Nichtwissen über ölgenetische und vornehmlich über Migrationsprobleme gegeben und vornehmlich einige Begriffe abgeklärt werden als Einleitung zum Hauptdiskussionsthema: "Die Antiklinalen als Erdölspeicher".

B. Oelmutterformation.

Chemisch bestehen meist mehrere Möglichkeiten für das Entstehen eines Stoffes. Für die Oelgenese ist der Geologe indessen in der Lage, zum vornherein unter Berücksichtigung des "Entstehungsmilieus" (z.B. klimatologische, biologische Faktoren) gewisse Möglichkeiten auszuschliessen: Erscheinungen einer thermischen Metamor-

phose des Nebengesteins fehlen; also sind sehr hohe Temperaturen und sehr grosse Tiefen ausgeschlossen; koksartige Nebenprodukte fehlen; also kann Oel nicht aus Kohle entstanden sein.

Die enge Beziehung der Oelgenese mit Sedimentationsprozessen war Veranlassung zu ausgedehnten Untersuchungen rezenter Sedimente. Trask u.a. haben gefunden, dass der organische Gehalt mit der Feinheit der Körnung zunimmt und für Ton das Mehrfache beträgt als für Silt und hier wieder das Mehrfache als für Sand. Daher werden feine Tonabsätze in Buchten und tiefen Becken, wo spürbare Strömungen fehlen, als günstigste Räume der Erdölentstehung angesehen. Die empirische geologische Erfahrung zeigt auch für fossile Sedimente, dass grobe Ablagerungen höchstens als Reservoirformationen ölführend sind. Sie können nur in strömendem, sauerstoffreichem Wasser entstanden sein und kommen als Oelbildner nicht in Frage. Der hohe organische Gehalt allein ist für eine Oelmutterformation als Charakteristikum nicht entscheidend (Oelreservoirformation, bituminöse Schiefer, kohlige Sedimente etc.).

Unter den rezenten Sedimenten werden besonders die Absätze des Schwarzen Meeres ("Euxinische Fazies") als Oelmutterformation angesehen: abgeschlossenes Becken, ruhiges, sauerstofffreies, H_2S-vergiftetes Bodenwasser mit höchstens anaeroben Bakterien, Plankton und Nekton in den obersten 100-200 m, marines Sapropel oder Verwesungsschlick als Sediment. In diesem hat Archangelski für einzelne dünne Lagen bis zu 23-35% organische Substanz gefunden, während nach Trask schon wenige Prozente unter Umständen zur Bildung einer Oelmutterformation genügen.

Der Geologe hat es indessen nicht mit rezenten Sedimenten zu tun, sondern mit diagenetisch voll entwickelten Gesteinen, d.h. mit der fossilen Oelmutterformation, deren organischer Gehalt in Form von flüssigem Bitumen grösstenteils bereits abgewandert ist. Der Hiat zwischen der vielleicht einige tausend Jahre umfassenden rezenten Sedimentserie und einer z.B. 20-50 Millioner Jahre alten

tertiären Serie bereitet grosse Schwierigkeiten, die erst zu überwinden wären, wenn ein kontinuierliches Profil von der rezenten Oelmutterformation bis zum diagenetisch voll entwickelten Sediment untersucht werden könnte, d.h. bis in die Tiefe, wo die Faktoren Zeit, Druck und Temperatur voll wirksam sind. Gegenüber der fossilen Oelmutterformation eines bestimmten Oelgebietes sind daher die Meinungen oft sehr geteilt. Jedenfalls spielt auch hier das Kriterium des hohen organischen Gehaltes eine untergeordnete Rolle, da ja, wie schon bemerkt, gerade im Oelgebiet dieser organische Gehalt der Oelmutterformation längst mobilisiert und in die Reservoirformation migriert ist. Die Gehaltsangaben der Literatur (z.B. Trask) haben daher nur einen sehr beschränkten Wert. Ausserdem konzentriert sich die Bohrtätigkeit in einem Oelfeld normalerweise auf die Reservoirformation, so dass Proben einer hypothetischen tieferen Oelmutterformation in der Regel gänzlich fehlen. Oberflächenproben dagegen sind irreführend, weil der Bitumengehalt hier durch atmosphärische Einflüsse zerstört oder mindestens stark verändert ist.

Als sicher kann indessen angenommen werden, dass ein ruhiges marines Senkungsgebiet mit lang dauernder ungestörter Sedimentation von feinkörnigem, tonigem Material, ohne Benthos, wohl aber mit Resten von Plankton und Nekton, mit Pyrit und ev. auch mit Bitumen, als günstiger Bildungsraum für eine Oelmutterformation angesehen werden kann. Als Bildungsräume können der Becken-, der Vortiefen- und der Graben-Typus unterschieden werden.

Die Frage nach dem Zeitpunkt der Oelbildung bleibt noch offen, obwohl auch dieser für die Beurteilung eines Oelgebietes von Wichtigkeit sein kann: entsteht das Oel unmittelbar nach Ablagerung der organischen Substanz unter dem Einfluss biochemischer Prozesse und reagiert die organische Substanz bereits in flüssiger Form auf die nachfolgenden geologischen Vorgänge (Sedimentation, Störungen, Transgressionen etc.)? Oder entsteht das Oel erst später bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur in grösserer Tiefe in einem langfristigen geo-chemischen

Prozess, oder kombinieren sich frühe biochemische mit späteren geochemischen Vorgängen? Wie wirken sich weiterhin hoher Druck und erhöhte Temperatur aus, wie diese z.B. im Verlaufe orogenetischer Bewegungen zu erwarten sind? Sind sie von Einfluss auf die Diagenese oder auf die Mobilisierung des Erdöls?

C. Oelmigration.

Zwischen der Oelmutterformation und der Oelakkumulation steht das Phenomen der Oelmigration. Während die Oelmutterformation eine regionale, stratigraphisch gebundene, durch Sedimentationsprozesse bedingte Erscheinung ist, bleibt die Oelakkumulation immer von lokalen tektonisch bedingten Verhältnissen abhängig. Sie ist nicht mehr an eine bestimmte Fazies gebunden und kann im gleichen Oelfeld durch Formations- und Faziesgrenzen hingreifen und in marinen, brakischen oder kontinentalen Sedimenten, in vulkanischen Tuffen, in glazialen Konglomeraten etc. auftreten; ebenso kann die Lagerstätte Diskordanzen, Schichtlücken, Ueberschiebungen und selbst Deckeneinheiten durchsetzen. Die Voraussetzungen zur Oelakkumulation sind allein die Migrationsmöglichkeiten für das Oel, die günstigen physikalischen Bedingungen der Reservoirformation (Porenvolumen etc.), die geeignete strukturelle Konstellation des Oelträgers und die gute Abschirmung gegen Auslaufen und Verwitterung durch eine schützende Deckschicht.

Es sind folgende Migrationstypen zu unterscheiden:

I. In der Oelmutterformation geht eine <u>regionale oder primäre Migration</u> ("Urmigration") vor sich, die auch schon als "Intramigration" bezeichnet wurde. Sie vollzieht sich als regionales Phenomen über das ganze Ausbreitungsgebiet der Oelmutterformation und ist unabhängig von tektonischen Bewegungen. Die Oelbewegung führt dabei aus dem Ton in die Sandhäutchen und Sandlinsen der Oelmutterformation unter dem Einfluss regional wirksamer Kräfte (z.B. Hydrostatischer Druck) und der spezifischen Ei-

genschaften des migrierenden Stoffes und des Sedimentes (Oberflächenspannungen, innere und äussere Reibungswiderstände, Adhäsion und Kohäsion, Kapillarität, Absorption etc.)

Von besonderer Bedeutung sind die differentiellen Setzungserscheinungen ("compaction"), die im Gestein während der Diagenese auftreten und unter deren Einfluss sich mit der Tiefe das Porenvolumen verkleinert und das spezifische Gewicht zunimmt. Diese Setzung ist im Ton grösser als im Sand. Es ist anzunehmen, dass die bewegliche Flüssigkeit sich soweit möglich in den Sandhäutchen, Sandlinsen und Sandlagen der Oelmutterformation ansammelt und dass das Oel zunächst hier festgehalten wird, während das Zuviel des Wassers weiter gedrängt wird (Theorie der "selektiven Kapillarität") und teilweise zur Oberfläche entweicht. Ein Teil des Wassers wird wohl auch im Verlaufe der diagenetischen Prozesse als Kristallwasser, Hydratwasser etc. gebunden (Theorie der "Inneren Austrocknung": Mangel an Bergfeuchtigkeit in ungestörten, gut abgedichteten Tonen, trockene, d.h. absorbierende Sandlagen im Bohrbetrieb etc.). Durch differenzierte Setzung können grössere Sandkörper im umgebenden Ton Erhebungen erzeugen und so Pseudostrukturen entwickeln, in denen Gas, Oel und Wasser geschieden wie in sehr flachen Antiklinalen auftritt ("shoestring"-Felder von SE-Kansas).

Die regionale Urmigration in der Oelmutterformation setzt ein mit den Setzungserscheinungen und dauert bis ein Gleichgewichtszustand der Druckverhältnisse erreicht ist. Die auffallende Armut an Oelspuren fossiler Oelmutterformationen liesse sich durch frühzeitiges Einsetzen der Urmigration erklären. Ebenso würde die Tatsache, dass feinverteiltes Oel, d.h. Oel in Tonen, durch anaerobe Bodenbakterien aufgezehrt werden kann, eine frühzeitige Urmigration voraussetzen, falls es überhaupt zur Bildung von grösseren Oelansammlungen kommen sollte.

II. Die strukturelle oder sekundäre Migration tritt auf, sobald das Gleichgewicht in der Oelmutterformation durch tektonische Vorgänge lokal gestört wird. Sie dauert bis ein neuer Gleichgewichtszustand erreicht ist. Sie kann bei neuer Störung wieder aufleben, kann kurz oder lange nach der Bildung der Oelmutterformation und der Urmigration einsetzen und kann sich über eine längere oder kürzere Zeitspanne erstrecken. Falls diese Migration auf eine dichte Decklage stösst, bildet sich die Oelakkumulation, andernfalls kann die Migration bis zur vollständigen Erschöpfung des primären Oelträgers führen, ohne dass es zur Bildung einer Oelakkumulation kommt.

Jedes Oelfeld hat seine Periode von Jugend oder Wachstum (überwiegende Oelzufuhr), Reifheit oder maximaler Ausdehnung und Alter oder Erschöpfung (überwiegende Zerstörung). Davon abhängig ist die Form des Oelkörpers einer Lagerstätte: Konus mit Basis resp. Spitze nach unten.

Als wirksame Kräfte kommen kaum tektonische, dynamische Spannungen in Frage; in erster Linie sind es auch hier regional wirksame hydrostatische Druckkräfte, die sich während der Oelgenese (Gasdruck) und während der Sedimentation (Ueberlagerungsdruck) aufbauen, ferner die spezifischen Schwereunterschiede von Gas, Oel und Wasser ("Gravity"-Migration). Auch hier sind natürlich die spezifischen Eigenschaften von Oel, Gas, Wasser und Gestein (Kohäsion, Adhäsion, Kapillarität etc.) von Bedeutung. Die eigentliche motorische Kraft liefert der Gasdruck, der bei Druckverminderung frei wird und nach dem Prinzip der Siphonflasche ein Gas-Flüssigkeitsgemenge nach der Richtung des geringsten Widerstandes treibt ("relief"-Migration, "gasdrive"-Migration).

1. Unter lateraler Migration verstehen wir die Migration parallel zu den Schichtgrenzen, z.B. in porösen Sanden, Kalken, Dolomiten etc., bis zu einem tektonisch oder stratigraphisch bedingten Hindernis("trap"). Auf ihr beruht z.B. die Oelwanderung aus dem Synklinal- in das Antiklinalgebiet, die Oelwanderung im produzierenden Oelfeld, die gegenseitige Beeinflus-

sung produzierender Sonden, die Produktionsmethoden des "Flooding" und des "Gasdrive", die Trennung von Gas, Oel und Wasser im Oelträger nach dem spezifischen Gewicht etc.

Von ausschliesslicher Wichtigkeit ist die laterale Migration in Gebieten, wo das Oel in derselben Schichtserie aus dem Faziesgebiet der Oelentstehung lateral in das Faziesgebiet der Oelakkumulation einwandert und hier z.B. an einer Transgression (z.B. "overlap"-Akkumulation des East-Texas Feldes) oder durch Auskeilen des Oelträgers aufgefangen wird.

2. Die transversale ("vertikale" +)) Migration verläuft quer zu den Schichtflächen von einer Formation in eine andere durch die Decklagen selbst oder längs Störungszonen. Sie muss überall da stattgefunden haben, wo Oel sekundär in Schichten auftritt, in denen es nicht entstanden sein kann und die auch nicht seitlich (faziell) mit einer Oelmutterformation in Verbindung stehen.

a. Die Migration quer durch die Deckschichten selbst nach Abschluss der Setzungserscheinungen und der Gesteinsdiagenese ist kaum von Bedeutung, so wichtig sie auch in der Oelmutterformation während der Setzung und Diagenese sein mag. Deutliche Hinweise auf eine solche spätere Migration fehlen. Tonige Decklagen unmittelbar über Oelschichten, die unter Drucken von einigen hundert Atmosphären stehen, zeigen weder makroskopisch noch mikroskopisch Spuren einer Oelinfiltration, solange sie nicht tektonisch zerrüttet sind. Schon allein die Möglichkeit des Zustandekommens einer unter hohem Druck stehenden Oelakkumulation in sandigen Zwischenlagen, dann auch die Druckunterschiede von Gas-, Oel- und Wasserschichten in Sanden desselben Schichtkomplexes, die Unterschiede im Chemis-

---

+) Die Bezeichnung "vertikal" sollte vermieden werden, da sowohl die laterale als auch die transversale Migration horizontal und vertikal verlaufen kann.

mus benachbarter Oel- und Wasserschichten, das Vorkommen absorbierender Sande etc. sprechen gegen eine solche Migration. Möglicherweise ist das Auftreten höherer, ev. benzinreicher Gasschichten auf eine Migration durch die Deckschichten zurückzuführen, obwohl auch hier feine Haarklüfte die ausschlaggebende Rolle spielen dürften.

Die wenig gestörten, flachen Oelakkumulationen des Midcontinent haben vor allem Veranlassung zur Annahme dieser Migrationsart gegeben. Hier könnte es sich aber in der Hauptsache um eine regionale, in allen Richtungen verlaufende Urmigration während der Setzung und Diagenese handeln mit darauffolgender lateraler Migration infolge epirogenetischer oder schwach orogenetischer Bewegungen.

b. Die Migration längs tektonischen Diskontinuitätsflächen ist für das Zustandekommen von sekundären Oelakkumulationen von grösster Bedeutung. Sie erfolgt längs Störungszonen, Bruchflächen, Verschiebungen, Zerrüttungszonen, Kontakten von Salzstöcken, vulkanischen Breccien etc., durch offene Klüfte und Haarspalten ("Spalten-Migration"). Ohne sie sind die vielen Oelvorkommen in terrestrischen und Süsswassersedimenten, Oelaussickerungen an Störungszonen, Erscheinungen von "sedimentärem Vulkanismus", wie Schlammvulkane, Sand-, Asphalt- und Ozokeritgänge etc., nicht erklärbar. Erfahrungen beim Tunnel- und Bergbau, die Wassergeologie, das Vorkommen von Mineral- und Erzgängen geben ein deutliches Bild über die Migrationsmöglichkeiten von flüssigen Phasen auf Klüften. Und doch ist gerade diese Migrationsart am heftigsten angegriffen worden und wird auch heute noch von Geologen mit ausschliesslicher Midcontinent-Erfahrung oft prinzipiell abgelehnt.

Zugegeben muss werden, dass nicht nur Längs- sondern auch Querstörungen heute häufig nicht als Oelbringer, sondern als Oelstauer in Erscheinung treten. Für die Oelmigration ist der Unterschied zwischen

Zerstörungen (die meisten Querbrüche) mit ihrer Tendenz, offen zu stehen, und Längsstörungen (Aufschiebungen) mit ihrer Tendenz, dicht gequetscht zu werden, von Wichtigkeit. Dasselbe Bruchsystem kann jedoch zeitlich als Migrationsweg und zeitlich als Oelfänger funktionieren, d.h. z.B. während orogenetischen Bewegungen offen stehen und sich später nach Ablauf dieser Bewegungen infolge von Setzungserscheinungen für die Migration gänzlich schliessen. Ruschel- und Zerrüttungszonen, Reibungsbreccien etc. können langdauernde Migration ermöglichen. Ein Lettenbesteg kann dagegen eine Bruchfläche hermetisch abdichten. Auf grösseren, nur kurze Zeit offenstehenden Klüften könnten indessen unter Umständen in kürzester Frist katastrophal gewaltige Oelmengen transportiert werden (Eruptierende Sonden!). Es könnten sich so neue Oellager bilden oder alte zerstört werden.

Bei der grossen Bedeutung dieser Art der Migration für die heutigen Oellagerstätten wäre es von Wichtigkeit, bei der praktischen Beurteilung eines Oelvorkommens nicht nur das der lateralen Migration unterliegende "Einzugsgebiet" von Synklinale nach Antiklinale zu berücksichtigen, sondern es wäre vor allem auch das oder die Einzugsgebiete nach der Tiefe zu studieren und auch für die tieferen, ev. eine andere Tektonik aufweisenden primären Oellager die laterale Ausdehnung zu verfolgen.

c. Die Migration längs stratigraphischen Diskontinuitätsflächen, d.h. längs Erosions-, Transgressions- und Regressionsflächen, wird hier als transversale Migration betrachtet, weil sie von einer Formation in eine andere leitet, obwohl manche Diskordanz keine lokaltektonische, sondern eine regional bedingte Erscheinung ist. Auch diese Art der Migration ist eine richtige Emigration. Ebenso wie tektonische können auch stratigraphische Diskontinuitäten sowohl als Migrationswege als auch als Oelstauer funktionieren, d.h. Erosions-, Transgressions- und Regressionsflächen können konservative und auch destruktive Wirkung haben.

Entscheidend ist auch hier die Art des historischen Ablaufes der Entwicklung.

3. Die kombinierte Migration ist namentlich da von Bedeutung, wo die ganze Lagerstätte incl. der Oelmutterformation von mehreren orogenetischen Phasen betroffen wurde, was bei genauerer Untersuchung wohl meistens der Fall sein dürfte. Hier kombinieren sich transversale Migration in die transgredierenden Schichten mit lateraler Migration in den transgredierenden Schichten und mit Spaltenmigration in höhere Schichten etc., so dass es zu sekundären und tertiären Akkumulationen kommt, deren Zusammenhänge ebenso kompliziert sind wie die geologische Geschichte; und doch müssen wir diese Migrations-Systeme als den durchaus häufigen Normalfall betrachten.

Die zeitlichen Zusammenhänge zwischen Oelgenese, Emigration und Akkumulation und ihre Korrelation mit den strukturellen Bewegungen, welche die Migration veranlassen, ist von grösster Wichtigkeit. So ist z.B. zu erwarten, dass das Oel in denjenigen Strukturen, die sich zuerst nach der Ablagerung der Oelmutterformation und der Oelgenese entwickeln, akkumuliert wird und dass für Strukturen, die sich erst bei einer späteren orogenetischen Phase erheben, ev. kein Oel mehr zur Migration und Akkumulation zur Verfügung ist. Vielleicht dürfte das Nebeneinandervorkommen von ölführenden und ölfreien Strukturen, die stratigraphisch dieselben Verhältnisse zeigen, damit eine Erklärung finden. Aus Schichtverdünnungen in der Scheitelzone, Andeutungen strukturbedingter Transgressionen, aus dem Durchsetzen von Bruchsystemen in bestimmte Schichten etc. ist die Zeit und Reihenfolge des Wachstums der verschiedenen Strukturen eines Gebietes abzulesen.

D. Veränderungen des Oeles während der Migration.

Das Auftreten von paraffinösem und asphaltischem Oel in derselben Struktur und oft auch in demselben stra-

tigraphischen Niveau hat zu vielen Erklärungsversuchen und Meinungsverschiedenheiten geführt. Barton, Pratt u.a. nehmen auf Grund von chemisch-theoretischen Ueberlegungen an, dass primär alles Oel asphaltisch ist und dass erst beim Absinken der Oelschichten in grosse Tiefen unter dem Einfluss von erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur das asphaltische Oel in paraffinöses Oel übergeht. Damit wird jedoch keine Erklärung gegeben dafür, dass sehr oft dieselbe paraffinöse Oellage, da wo sie später durch Faltung oder Erosion in die Oberflächennähe gelangt, doch wieder asphaltisches Oel führt.

Krejci, der vor allem von empirischen Erfahrungen und Beobachtungen in Rumänien ausgeht, betrachtet die meist über den paraffinösen Lagen auftretenden asphaltischen Schichten als eine Art Hutbildung oder ein Verwitterungsprodukt, das unter dem Einfluss der Atmosphäre und der zirkulierenden Wässer entsteht. Tatsächlich ist es in Rumänien so, dass das maeotische Oel da, wo es durch die pontischen Tone gut abgeschirmt ist (Boldesti, Ceptura etc.), paraffinös, wo es hingegen in offen ausstreichenden Lagen vorkommt (z.B. Tatarul), asphaltisch ist. Das höhere dacische Oel ist in gut geschützten Tiefenlagen paraffinös, aber kann auf untiefen Flanken derselben Struktur asphaltisch sein (Baicoi-Tintea). Ausser Verwitterungseinflüssen (Oxydationsprozessen) wurden auch selektive Einwirkung von Bodenbakterien, Filtration und Adsorption bei der Migration zu Erklärungsversuchen herbeigezogen.

Die bekannte Erscheinung, dass in einer paraffinösen Schichtserie meist eine deutliche Anreicherung der benzinreichen, leichten Komponenten in den höheren Lagen zu beobachten ist und dass oft über diesen leichten Oelen noch nasse Gaslagen mit sehr leichten Fraktionen ("destillates" der Amerikaner) auftreten können, ist hingegen nicht als Filtration, sondern als eine durch die der Migration vorausgehende Druckentlastung bedingte Destillation zu betrachten. Umgekehrt werden in einer asphaltischen Oelserie die Oele der höheren Lagen schwerer, dunkler und viskoser infolge vor Oxydationsprozessen. Fund-

stellen von paraffinösen Oelen sind daher selten und unauffällig. Fundstellen von asphaltischen Oelen sind dagegen verbreitet und treten als Asphaltsande, Pechseen etc. in augenfällige Erscheinung.

Die Entwicklung einer Oellagerstätte verläuft jedoch, wie schon bemerkt, meist nicht monocyclisch sondern polycyclisch, da fast stets durch neue orogenetische Bewegungen ein einmal erreichtes Gleichgewicht wieder gestört wird. Dann können aus der Tiefe neue Oel-Nachschübe einsetzen, wodurch die normale Entwicklungsreihe von paraffinösem und asphaltischem Oel durchbrochen wird und komplizierte, genetisch schwer verständliche Mischöle entstehen.

Nicht nur für das Studium der oelgenetischen Vorgänge, sondern auch für die Einsicht in die Migrationsprozesse ist in erster Linie ein neues, umfangreiches Analysen-Material nötig, das nach andern Gesichtspunkten beschafft werden müsste als das aus technisch-kommerziellen Erwägungen hergestellte Untersuchungsmaterial, das heute meist ausschliesslich zur Verfügung steht.

Für den Oelgeologen ist es aber vor allem wichtig, dass er nicht nur die strukturelle Geologie, sondern auch die ölgenetischen und die Migrationsprobleme nicht nur formal, aber auch entwicklungsgeschichtlich betrachtet. Er muss nicht nur ausgehen vom "Sein", sondern auch vom "Werden" der Lagerstätte. Nur so wird ein Oelvorkommen verständlich und können sich auch aus den genetischen und den Migrationsproblemen praktische Schlüsse ergeben.

Nach dem einführenden Referat über die Mutterformation und die Migration von Erdöl ging die Versammlung zu den Referaten über einzelne Erdölgebiete, Ost-Mexiko und Argentinien über. Hier musste leider der vorgerückten Zeit wegen abgebrochen und die übrigen Themen auf eine spätere Sitzung vertagt werden.