

II.1.3. Migration

von Werner LADWEIN und Franz SCHMIDT

II.1.3.1. Allgemeines

Unter Migration wird die Bewegung von Öl und Gas im Gesteinskörper verstanden. Dabei wird zwischen primärer und sekundärer Migration unterschieden (Abb. 11). Primäre Migration stellt die erste Phase des Migrationsprozesses dar. Das beinhaltet das Abwandern von Öl und Gas („expulsion“) aus dem üblicherweise gering permeablen, feinkörnigen Muttergestein hin zu Migrationsbahnen („carrier beds“). Sekundäre Migration ist die Wanderung von Öl und Gas außerhalb des Muttergesteins. Dies kann dann letztendlich in „Fallen“ zu Akkumulationen führen. Fallen sind jene Bereiche, wo Öl und Gas gefangen werden, weil die geologische Situation eine weitere Migration nicht zulässt.

II.1.3.2. Primäre Migration

Beim Abwandern von Öl und Gas aus dem Muttergestein sind Wegstrecken im Bereich von Millimetern bis zu Zehnermetern zurückzulegen. Da Muttergesteine meist sehr feinkörnige, sehr gering durchlässige Gesteine sind, ist es für Kohlen-

wasserstoffmoleküle sehr schwierig, aus dem Muttergestein abzuwandern. Die Porendurchmesser der Muttergesteine sind meist zu klein für Kohlenwasserstoffmoleküle. Die Mechanismen, auf welchen die „expulsion“ von Öl beruhen, sind noch nicht eindeutig geklärt. Mögliche Theorien können dafür angegeben werden. Das sind Diffusion, „expulsion“ als molekulare Lösung, als Lösung in Gas oder als Ölphase selbst. Das Abwandern von rein gasförmigen Phasen ist einfacher zu erklären, da die kleinen Moleküle der gasförmigen Kohlenwasserstoffe leichter aus dem Muttergestein entweichen können.

Bei der Diffusion bewegen sich die Moleküle von bevorzugt leichten Kohlenwasserstoffen von Bereichen hoher Konzentration (dem Muttergestein) zu Bereichen geringer Konzentration (den Migrationsbahnen).

Primäre Migration in Form von Molekularen Lösungen ist hauptsächlich für Methan und einige weitere leichte Kohlenwasserstoffe wahrscheinlich. Mit zunehmender Tiefe (und damit Druck- und Temperaturzunahme) steigt die Löslichkeit von

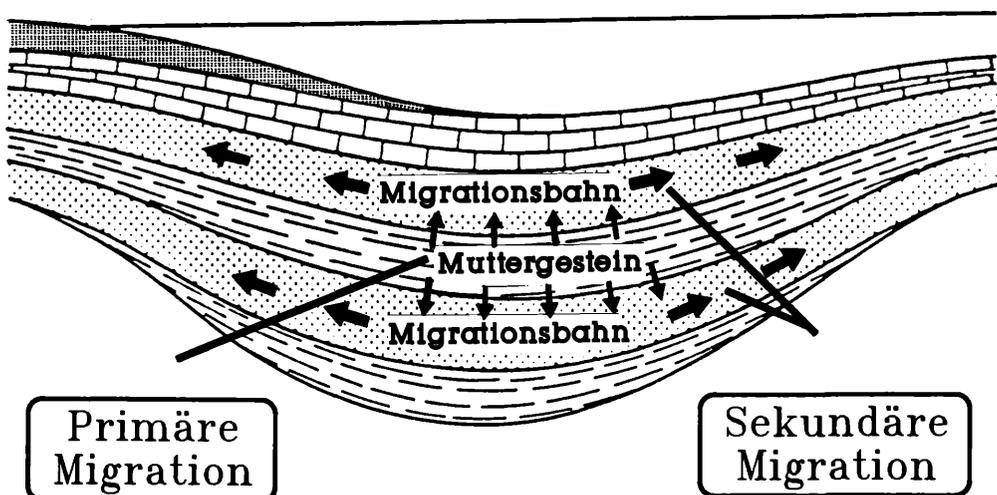
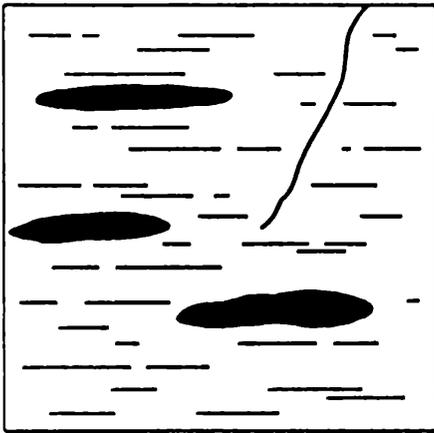
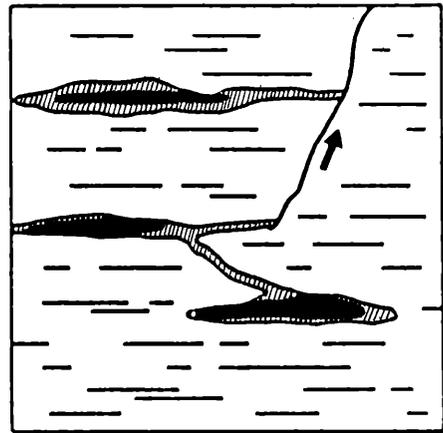


Abb. 11. Primäre Migration ist das Austreten aus dem Muttergestein, sekundäre Migration ist die Wanderung von Öl und Gas in durchlässigen Schichten.

Ausgangsstadium



nach Ölgenese



 Wassergesättigte Poren

 Ölgefüllte Poren

 Organisches Material

 Risse

 Migration von Öl

Abb. 12. Primäre Migration: Bei der Ölbildung vergrößert sich das Volumen des organischen Materials bis Risse im Gestein entstehen, durch welche das Öl abmigrieren kann.

Kohlenwasserstoffen in Wasser. Dadurch können Kohlenwasserstoffe in Wasser gelöst aus dem Muttergestein heraustransportiert werden. Zum Beispiel ist die Löslichkeit von Methan in 6000 Meter Tiefe etwa 300 mal so hoch wie an der Erdoberfläche. Allerdings nimmt die Löslichkeit größerer Moleküle nicht so drastisch mit der Tiefe zu wie bei Methan. Daher kann mit diesem Mechanismus nicht die Migration anderer als leichter Kohlenwasserstoffe erklärt werden.

Als Lösung in Gas kann Öl nur migrieren, wenn genügend Gas vorhanden ist. Je höher Druck und Temperatur sind, desto mehr flüssige Kohlenwasserstoffe können im Gas gelöst werden. Wenn bei der weiteren Migration in Richtung Erdoberfläche Druck und Temperatur wieder sinken, kondensiert das in Gas gelöste Öl wieder zur Flüssigkeit.

Der wahrscheinlichste und für die meisten Öllagerstätten zutreffende Mechanis-

mus für die primäre Migration ist die Abwanderung des generierten Öles als flüssige Phase. Die primäre Migration von Öl als Ölphase aus einem feinkörnigen mehr oder weniger undurchlässigen Muttergestein wird durch mikroskopisch feine Risse im Gestein ermöglicht. Bei der Ölbildung aus Kerogen wird ein Volumszuwachs von bis zu 25 % des organischen Materials erreicht. Wenn dabei ein gewisser Schwellenwert erreicht wird (eine gewisse Mindestmenge Öl erzeugt wird), kommt es zur Rißbildung im Muttergestein. Durch diese Risse kann das Öl entweichen (Abb. 12). Nach dem Öl-Ausstoß schließen sich die Risse, bis eine eventuell weitergehende Genese mit Ölbildung wiederum Überdruck im Muttergestein erzeugt.

II.1.3.3. Sekundäre Migration

Sobald Öl oder Gas aus dem Muttergestein in durchlässige Systeme (z. B. per-

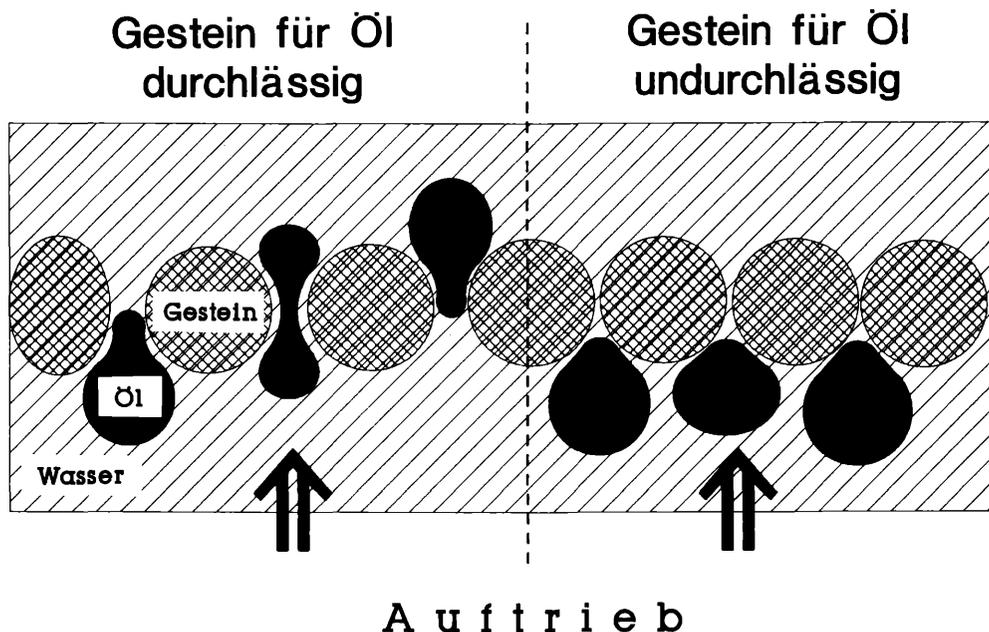


Abb. 13. Bei der sekundären Migration steht dem Auftrieb des Öles die Größe der Porenhäse entgegen.

meable Sandsteinlagen oder Kluftsyste-
me) gelangen, spricht man von sekundä-
rer Migration. Hier vollzieht sich die Bewe-
gung von Öl und Gas hauptsächlich durch
Auftrieb. Durch die geringere Dichte von
Öl und Gas im Vergleich zum Formations-
wasser steigen die Kohlenwasserstoffe in
den permeablen Lagen nach oben, bzw.
sinngemäß nach oben entsprechend den
Schichtneigungen zu strukturell höheren
Positionen. Bei der sekundären Migration
können Strecken von über 100 Kilometer
zurückgelegt werden. Druckunterschiede
im Untergrund bewirken das Fließen von
Formationswässern. Die Fließrichtungen
können den Auftrieb unterstützen oder
aber auch diesem entgegenwirken. Dem
Auftrieb von Öl und Gas stehen die Poren-
durchmesser der Gesteinsformationen
entgegen. Je kleiner die Porenhäse wer-
den, desto mehr Kraft muß aufgebracht
werden die Öltröpfchen zu deformieren, um

sie durch die Poren zu pressen (Abb. 13).
Sobald die Porenhäse wegen ihres gerin-
gen Durchmessers von den Öltröpfchen
nicht mehr überwunden werden können
(das Gestein also zu gering permeabel
ist) kann das Öl nicht mehr weitermigrie-
ren, es ist in einer „Falle“. Dadurch
kommt es zur Akkumulation (Lagerstät-
tenbildung).

Literaturauswahl für das Hauptkapitel II.1.3.:

AL-SHAIEB, Z. & SHELTON, J. W. 1981;
BETHKE, C. M. 1989; BONILLA, J. V. & ENGEL,
M. H. 1986; COUSTAU, H. 1977; DAVIS, R. W.
1987; DURAND, P. 1989; ENGLAND, W. A. et
al. 1986; ERDOGAN, L. T. & AKGÜL, A. 1981;
GUSSOW, W. C. 1955 und 1968; HORVITZ, L.
1982; KREJCI-GRAF, K. 1979; LEYTHAEU-
SER, D. 1985; LEYTHAEUSER, D. et al. 1987;
MANN, U. 1989; NEGLIA, S. 1979; NEU-
MANN, E. 1977; NEUMANN, H.-J. 1963;
PRICE, L. C. 1981; SCHULZE, H. 1981.