

sungsporen (Vugs) sind mit freiem Auge sichtbare, nicht vom Gefüge abhängige, durch Lösung entstandene Hohlräume. Lösungsporositäten kommen in Österreich in Speichergesteinen des Autochthonen Mesozoikums vor.

Kluftporositäten können sich in jedem spröden Gestein bilden. Kluftporosität entsteht häufig im Bereich von Faltenstrukturen oder Störungszonen. Klüfte tragen stark zur Erhöhung der Porosität und der Permeabilität bei. Speichergesteine, die hauptsächlich Kluftporosität aufweisen, sind in Österreich z. B. die Hauptdolomitalagerstätten bzw. die Flyschlagerstätten im Untergrund des Wiener Beckens.

Die Porosität und Durchlässigkeit eines Speichergesteins kann sich durch Kompaktion und diagenetische Vorgänge (Mineralneubildungen im Porenraum, Lösung

von Bestandteilen, etc.) mit zunehmender Versenkungstiefe stark verändern. Die primären Porositäten nehmen mit zunehmender Teufe generell ab. Im Bereich von Hochdruckzonen bleiben aber auch primäre Porositäten manchmal bis in große Teufen erhalten. Durch Lösungsvorgänge oder Klüftung können aber auch in größeren Teufen Porositäten neu entstehen (sekundäre Porositäten, z. B. von Karbonatgesteinen).

Literaturauswahl für das Hauptkapitel II.1.4.:

DENECKE, A. 1964; FLÜGEL, E. 1989; FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G. 1977; LANDES, K. K. 1946; LARSEN, G. & CHILINGAR, G. V. 1979; PETTIJOHN, F. J., POTTER, P. E. & SIEVER, R. 1973; WILSON, J. L. 1975; ZIEGENHARDT, W. 1978.

II.1.5. Lagerstättenbildung

von Werner LADWEIN und Franz SCHMIDT

Sobald Öl und/oder Gas im Muttergestein entstanden und aus diesem ausgestoßen sind, wandern sie auf Grund von Hydrodynamik und Auftrieb entlang von Migrationswegen zu strukturell meist höher gelegenen Positionen. Sobald keine Möglichkeit zur Weitemigration besteht, liegt eine „Falle“ (trap) vor. Die Sedimentgesteine des geologischen Untergrundes sind üblicherweise mit Wasser gesättigt. An einer Falle kommt es zur Bildung von Lagerstätten, indem der wassergesättigte Porenraum zumindest teilweise durch Öl und/oder Gas eingenommen wird.

Fallen sind notwendig, um Kohlenwasserstoffe anreichern zu können. Ansonsten können die Kohlenwasserstoffe bis an die Erdoberfläche wandern und dort als „Seeps“ verloren gehen (siehe Kapitel II.2.1.). Viele verschiedene Bedingungen im Untergrund können Fallen verursachen.

Fallenarten

Man kann die Fallentypen wie folgt einteilen:

- strukturelle Fallen, welche durch tektonische Prozesse gebildet werden;
- stratigraphische Fallen, als Folge von Sedimentation, Erosion und Diagenese;
- hydrodynamische Fallen; die Strömungen von Wasser im Untergrund sind für die Fallenbildung verantwortlich;
- Kombinationsfallen entstehen durch die Kombination von zwei oder mehreren Prozessen wie oben erwähnt.

Am Beispiel einer strukturellen Falle (Abb. 14), einer Aufwölbung (Antiklinale), kann man die Begriffsbestimmung diverser technischer Bezeichnungen vornehmen. Der Kontakt zwischen dem die Kohlenwasserstoffe unterlagerndem Wasser und dem Öl oder Gas in der Falle heißt entsprechend ÖWK oder GWK (Öl-Wasser-Kontakt bzw. Gas-Wasser-Kontakt; OWC = oil-water-contact, GWC = gas-water-contact). Wenn die Gaskappe nicht über Wasser sondern über Öl liegt, gibt es noch einen GÖK (Gas-Öl-Kontakt; GOC = gas-oil-contact).

Am Öl-Wasser-Kontakt kommt es zur Interaktion zwischen Wasser und Öl, was bei entsprechenden Voraussetzungen zu Veränderungen des Öles führen kann. Diese Veränderungen sind „water washing“ und Biodegradation (siehe Kapitel II.1.6.).

Der höchste Punkt in der Struktur (Abb. 15) heißt Scheitel („crest“), und der tiefste Punkt (unter welchem die Lagerstätte auslaufen würde) heißt Auslaufpunkt („spill point“; siehe auch Kapitel II.1.8.). Der Abstand zwischen dem höchsten und dem tiefstmöglichen Punkt einer Lagerstätte, also die maximal füllbare Höhe einer Struktur, heißt Strukturschluß („closure“).

In dem erbohrten Bereich der Lagerstätte wird weiters zwischen Brutto- und Nettomächtigkeit des oft nur teilweise kohlenwasserstoffgefüllten Bereiches unterschieden. Bruttomächtigkeit („gross-pay“) bezieht sich auf die Gesamtmächtigkeit (Höhe) eines Reservoirbereiches. Nettomächtigkeit („net-pay“) bezeichnet jenen Bereich, aus welchem auch tatsächlich gefördert werden kann und welcher meist auch kleiner ist. Alle nicht KW-führenden Bereiche wurden abgezogen.

Beispiele stratigraphischer Fallen sind in der Abbildung 16 zu sehen. Durch Sedimentations-, Erosions- und Diagenesevorgänge entstehen poröse Bereiche mit Reservoireigenschaften (z. B. Verkarstung, wenn ein Karbonat der Atmosphäre ausgesetzt war) bzw. dichte Bereiche zur Ab-

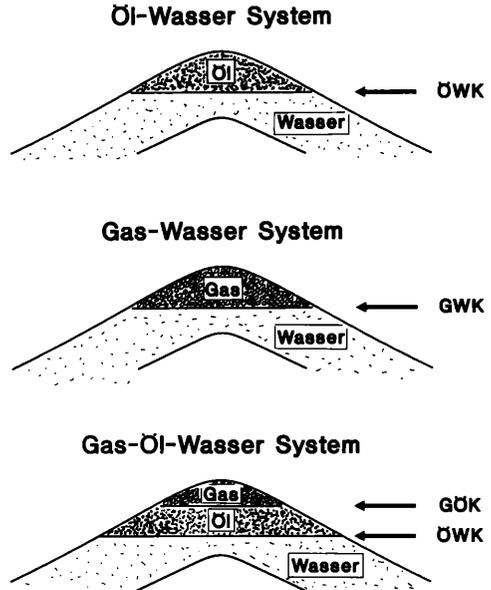


Abb. 14. Vereinfachtes Beispiel einer strukturellen Falle zur Darstellung von Kontakten in mit Gas/Wasser, Öl/Wasser und Gas/Öl/Wasser gefüllten Fallen

dichtung („seal“), z. B. durch tonige Sedimentation.

Wie kommt es zu hydrodynamischen Fallen? In Lagerstätten sind immer Fließvorgänge gegeben. Wasser durchströmen die Porenräume und können durch ihre Dynamik eine Migrationsbarriere (eine Falle) für Öl bilden. Das Beispiel der Abbil-

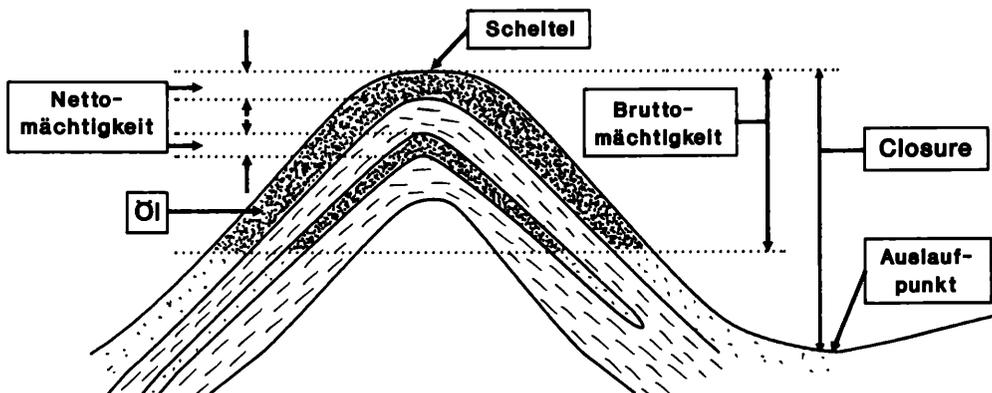


Abb. 15. Beispiel einer strukturellen Falle zur Erläuterung der Terminologie im Zusammenhang mit Fallen

Beispiele stratigraphischer Fallen

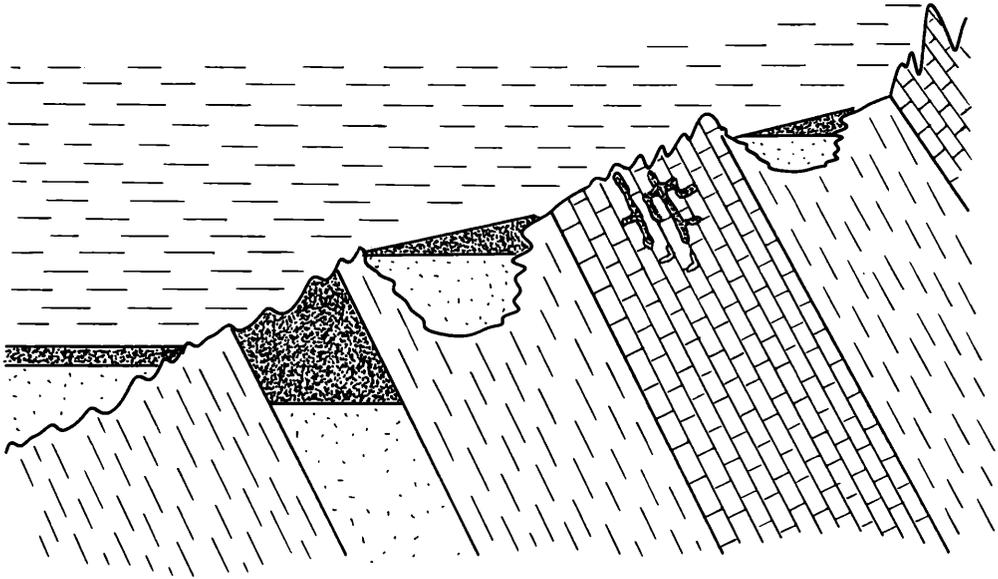


Abb. 16. Beispiele von Fallen, welche durch Sedimentation und Erosion zustande kamen. – Legende: eng punktiert = KW; locker punktiert = Lagerstättenwasser

Beispiel einer hydrodynamischen Falle

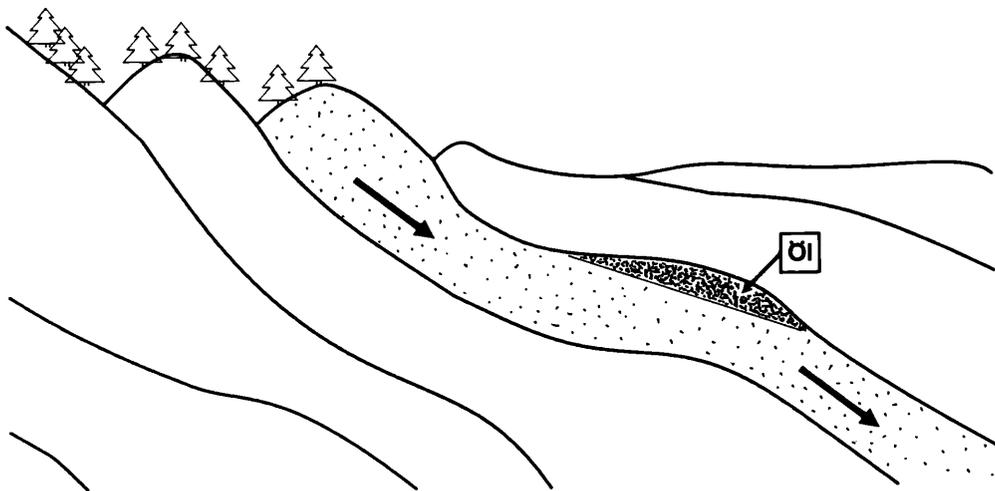


Abb. 17. Strömendes Wasser bildet eine Barriere für aufsteigendes Öl und stellt dadurch eine Falle für das Öl dar.

dung 17 zeigt eine geologische Struktur, welche für aufsteigendes Öl rein geometrisch keine Falle darstellt. Durch entsprechend starke Hydrodynamik aber wird das aufsteigende Öl zurückgehalten und es kommt dadurch zu einer Akkumulation.

Der Großteil der Lagerstätten kommt jedoch durch Kombinationsfallen zustande. Meist spielen mehrere der vorstehend er-

wähnten Komponenten bei der Bildung von Reservoirs eine Rolle.

Literaturauswahl für das Hauptkapitel II.1.5.:

BECKMANN, H. 1976; CANT, D. J. 1986; NORTH, F. K. 1985; PERRODON, A. 1983; RÜCKHEIM, J. 1991; SCHOTT, W. 1984a; TISSOT, B. & WELTE, D. H. 1984; WARDLAW, N. C. 1980; WIESENER, H. 1980.

II.1.6. Veränderungen von Kohlenwasserstoffen

von Werner LADWEIN und Franz SCHMIDT

Mit der Entstehung von Öl und Gas aus Kerogen oder Bitumen ist kein endgültiger Zustand in der chemischen und strukturellen Entwicklung dieser Phasen erreicht. Laufend erfolgen weitere Veränderungen der Zusammensetzung und dies sowohl beim Ausstoßen aus dem Muttergestein als auch während der Migration und erst recht in der Lagerstätte selbst.

II.1.6.1. Veränderungen bei der Migration

Sobald Erdöl im Zug der Genese aus dem Muttergestein ausgestoßen wird, beginnen bereits die ersten Veränderungen. Polare Verbindungen (Verbindungen, welche eine elektrische Ladung aufweisen), in erster Linie die sogenannten NSO-Verbindungen, treten auf Grund ihrer Ladung mit anderen Ladungsträgern wie Mineraloberflächen und auch mit Wassermolekülen in Wechselwirkung und werden dadurch auch festgehalten. Dies ist der Grund, warum diese Verbindungen nicht so effizient aus dem Muttergestein ausgestoßen werden, wie die Kohlenwasserstoffe selbst.

Nach der Expulsion kommt es zur sekundären Migration. Auf dem Weg durch die Migrationsbahnen kann es bereits zu einem chromatographischen Effekt kommen. Das bedeutet, daß wiederum die polaren Verbindungen stärker mit dem Porenwasser und mit Mineraloberflächen in Wechselwirkung treten und dadurch verstärkt zurückgehalten werden. Auch bei den Kohlenwasserstoffen selbst kann es

zu chromatographischen Effekten kommen. Dabei werden die aromatischen Verbindungen stärker zurückgehalten als die naphthenischen und diese wiederum stärker als die Paraffine. Viele unterschiedliche Zusammensetzungen von Ölen können diesen Effekten zugeschrieben werden. Die Folge sind Geringerwerden der Dichte, Verminderung der relativen Menge der NSO-Verbindungen, relative Zunahme der gesättigten Kohlenwasserstoffe im Vergleich zu Aromaten und NSO-Verbindungen, weiters eine Verminderung des Schwefelgehaltes ebenso wie Verminderung des Gehaltes an Nickel, Vanadium und Porphyrinen, da diese Elemente und Verbindungen hauptsächlich in der Gruppe der NSO-Verbindungen zu finden sind.

Durch Abfall von Druck und Temperatur während der Migration kann es zu Phasenveränderungen kommen. Kohlenwasserstoffe enthalten anfänglich oft große Mengen „leichter Komponenten“ (Verbindungen mit geringem Molekulargewicht und niederem Siedepunkt; z. B. Methan, Äthan, usw.). Durch Veränderung von Druck und Temperatur (Geringerwerden durch Migration in strukturell höhere Positionen) wird dieses Gemenge in eine flüssige und eine gasförmige Phase aufgeteilt. Sobald zwei Phasen vorliegen (Öl und Gas), wird das Gas bedingt durch seinen größeren Auftrieb rascher in strukturell höhere Positionen wandern. Daher wird in Reservoirs, in welchen Öl und Gas vorliegt, das Gas als „Gaskappe“ über dem Öl vorliegen, wenn das Öl gasgesättigt