

und auch darunter. Weitere Analysenhinweise sind im Kapitel VI.1.5. zu finden.

Die Formationswässer erfahren während der Diagenese, gemeint ist hier die Veränderung der Sedimente nach ihrer Ablagerung, eine Konzentrationserhöhung, verbunden mit einer Verringerung der Gehalte an Sulfat und Magnesium. Chlorid wird dabei aber angereichert. Die Begleitwässer des Erdöls, insbesondere junger Lagerstätten, sind reich an Jod und Brom. Dieser hohe Jod- und Bromgehalt entstammt vorwiegend marinen Pflanzen. Meerwasser ist dagegen arm an Jod, weil das vorwiegend vom Festland und aus dem Regenwasser ins Meer gelangende Element sofort vom Phyto- und Zooplankton aufgenommen und dort gespeichert wird. Die Anwesenheit dieser biogenen (= von Organismen stammenden) Elemente zeigt daher, daß die begleitenden Salzwässer der KW eben zum Teil aus fossilen Organismen hervorgegangen sind, die außerdem zu einem hohen Prozentsatz aus Wasser bestehen. Die Lagerstättenwässer bestehen also nicht nur aus miteinander geschlossenen Meerwasser, sondern auch aus jenem Wasser, das die fossilen Organismen geliefert haben.

Eine besondere Anwendung als „chemisches Geothermometer“ findet die Konzentrationsbestimmung von Silizium, Magnesium oder Lithium (in Mikrogramm pro Liter) in diesen Wässern. Es lassen



Abb. 20. Atomabsorptionsspektrometer zur Bestimmung von Spurenelementen

sich daraus im Bereich von 40° bis 350° die ursprünglichen Untergrund- und Lagerstätten Temperaturen bestimmen, was zu wertvollen Hinweisen auf die Genese (Entstehung) und Korrelation (Verknüpfung) benachbarter Lagerstätteninhalte führt.

Literaturauswahl für das Hauptkapitel II.1.7.:

COLLINS, A. G. 1980; DIETRICH, P. G. 1983; GRASSHOFF, K. 1983; HÄHNE, R. & RASCHER, J. 1978; KREJCI-GRAF, K. 1980; OSTROFF, A. G. 1979.

## II.1.8. Hydrostatik und Hydrodynamik

von Gerhard SCHRÖCKENFUCHS

Hydrostatik (Wasser in Ruhe) und Hydrodynamik (Wasser in Bewegung) sind Begriffe aus der Physik, die auf Lagerstättenverhältnisse übertragen, den Hinweis geben, ob die Formationswässer in einer bestimmten geologischen Zone sich in Ruhe befinden oder in Bewegung sind. Die Untersuchung derartiger Verhältnisse erfolgt sowohl großräumig wie auch regional. Von der Lagerstättenbildung weiß man, daß die Kohlenwasserstoffe (KW) aus dem Gestein, in dem ihre Bildung er-

folgte, ausgewandert sind (Migration) und sich in geologisch günstigen Zonen akkumuliert haben (siehe Kapitel II.1.3.2.). Die Migration der KW steht häufig mit den Fließerscheinungen der Formationswässer im Zusammenhang. Hydrodynamische Untersuchungen erfolgen daher mit dem Ziel, die für die Akkumulation von KW günstigen bzw. ungünstigen Zonen zu erkennen, um damit das Risiko für Aufschlußbohrungen zu verringern (siehe auch Kapitel II.2.8.).

Beim Migrationsmechanismus unter hydrostatischen Bedingungen wandert Öl aufgrund der geringeren Dichte gegenüber Wasser strukturaufwärts, bis es gegen eine abdichtende Schicht gelangt, unter der das Öl akkumuliert wird. Aufgrund der geringen Dichte von Gas wandert dieses durch die Wasser- und Ölzone und sammelt sich an der strukturböcsten Stelle über der Ölzone an, soweit das Gas nicht im Öl gelöst bleibt. Die so migrierten KW separieren sich also aufgrund der Schwerkraft, die Grenzflächen zwischen Wasser, Öl und Gas bilden daher eine horizontale, potentiometrische Fläche (Abb. 21).

Bei der Migration unter hydrodynamischen Bedingungen wandern Wasser, Öl und Gas unter dem Einfluß der Schwerkraft und regionaler Druckunterschiede in Richtung des geringsten Potentials, wo sie sich an Durchlässigkeitsbarrieren (Permeabilitätsfallen) sammeln. Diese energetischen Bedingungen, bei denen die Formationsflüssigkeiten von Bereichen höheren Druckes zu Bereichen geringeren Druckes strömen, werden durch Druckmessungen in verschiedenen Bohrungen festgestellt. Die unter diesen Verhältnis-

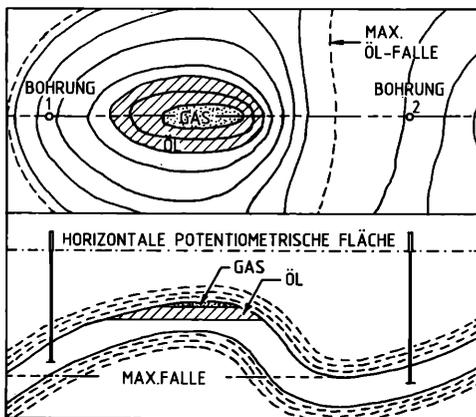


Abb. 21 (nach van POOLEN, H. K. and BATEMAN, S. J.) zeigt hydrostatische Bedingungen (keine Flüssigkeitsbewegung). Die Differenz der Drücke bzw. der Spiegelhöhen der beiden Bohrungen ist „null“ und die potentiometrische Fläche ist horizontal.

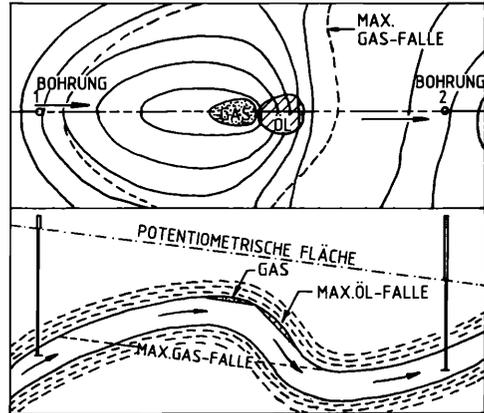


Abb. 22 (nach von POOLEN, H. K. and BATEMAN, S. J.) zeigt hydrodynamische Bedingungen. Die potentiometrische Fläche ist entsprechend den unterschiedlichen Spiegelhöhen der beiden Bohrungen geneigt. In Relation zur Druckdifferenz zwischen den beiden Sonden erfolgt eine Wasserbewegung, wodurch die Öl- und Gasphase aus der strukturhohen Zone in Fließrichtung strukturaufwärts, unterschiedlich stark (abhängig von der Öl- bzw. Gas-Dichte) verdrängt wurde.

sen gebildeten potentiometrischen Grenzflächen zwischen Wasser, Öl und Gas sind nun in Abhängigkeit von den Druckunterschieden mehr oder weniger geneigt (Abb. 22).

Aus den in den Abbildungen 21 und 22 gezeigten Beispielen ist zu erkennen, daß die Öl- und Gaszonen unterschiedliche Größen und Lagen aufweisen, je nachdem, ob hydrostatische oder hydrodynamische Bedingungen vorliegen. Derartige Untersuchungen wurden im zentralen Wiener Becken durchgeführt, um die Lagerstättenbildung im Raum Aderklaa, Schönkirchen-Tief und Prottes-Tief zu erklären (Abb. 23). Der Überlauf-Punkt („spill point“) ist jener tiefste Punkt im Speichergestein einer geologischen Struktur, an dem eine weitere Füllung mit KW nicht mehr möglich ist, da diese KW dann, z. T. gemeinsam mit Formationswasser, weiterwandern würden, bis sie eine andere Fallenposition erreichen oder an die Erdoberfläche gelangen.

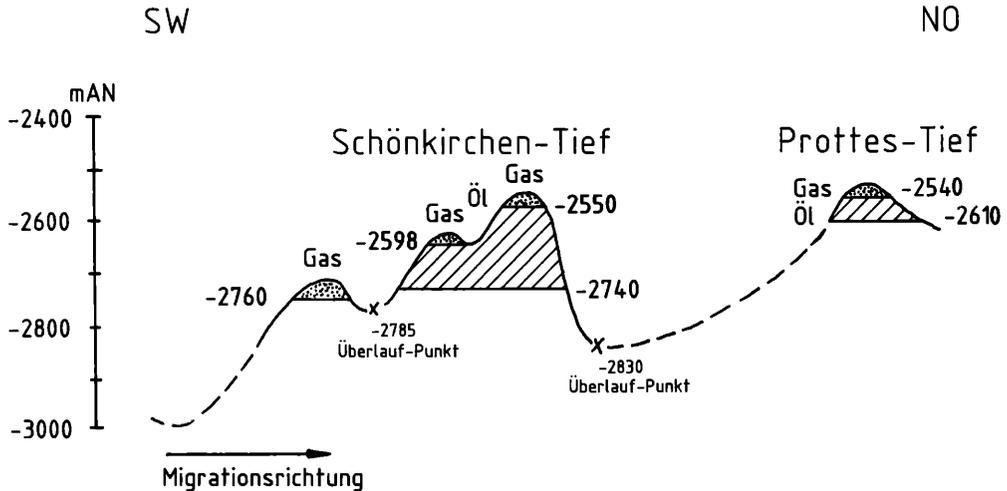


Abb. 23. Schematischer Schnitt der Lagerstätten im kalkalpinen Beckenuntergrund

Literaturauswahl für das Hauptkapitel II.1.8.:

BURSCHTAR, M. S. & NASAROW, D. A. 1976;  
CHAPMAN, R. E. 1976 und 1982; DAHLBERG,

E. C. 1982; LANGGUTH, H.-R. & VOIGT, R.  
1980; PÄTZ, H. & JORDAN, H. 1980; PÄTZ, H.  
1981; POOLEN, H. K. v. & BATEMAN, S. J.  
1958; SCHRÖCKENFUCHS, G. 1975.

## II.1.9. Regionale Gesetzmäßigkeiten für KW-Vorkommen

von Friedrich BRIX

### II.1.9.1. Einleitende Bemerkungen

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts werden Erdöl- und Erdgaslagerstätten gesucht, gefunden und daraus gefördert. Die dabei weltweit gemachten Erfahrungen und gewonnenen Erkenntnisse machen es möglich, eine Reihe von Regeln aufzustellen und Vorstellungen zu entwickeln, die es gestatten, Gebiete mit höheren von Gebieten mit geringeren Fundchancen zu trennen. Im Kapitel II.1.9.4. soll außerdem versucht werden, in zusammenfassender Weise jene Überlegungen darzustellen, die zur Vorbereitung der Prospektionsarbeiten notwendig erscheinen.

KW-Lagerstätten kommen fast nur in Sedimentationsbecken vor. Eine Reihe solcher Becken befindet sich, verursacht durch tektonische Kräfte, nicht mehr am Ort ihrer Entstehung. Auf der Erde gibt es rund 600 Becken verschiedener Größe

und Entstehung, wovon etwa 41 bereits untersucht (exploriert) wurden. Davon hat sich in rund 160 Becken eine wirtschaftliche Förderung ergeben. In größeren Becken sind dabei in verschiedenen Tiefenlagen und verschiedenen Strukturteilen oft zahlreiche Lagerstätten gefunden worden. Abgesehen von der Fündigkeit sind etwa 270 große Becken bekannt, die zusammen eine Fläche von rund 62 Mio. km<sup>2</sup> einnehmen, das sind 12,2% der Erdoberfläche von 510,1 Mio. km<sup>2</sup>.

Das Gesamtvolumen aller Sedimente wird mit rund 920 Mio. km<sup>3</sup> angegeben (Tabelle 7), wovon 53% am heutigen Festland, 20% in den gegenwärtigen Schelfgebieten (einschließlich Kontinentalrand und Kontinentalfuß) und 27% in den ozeanischen Tiefseebecken (einschließlich der Tiefseeegräben) liegen. Wie aus der Tabelle 7 weiter hervorgeht, beträgt heute