

1952; PAPP, A., RÖGL, F. & SENEŠ, J. 1973a; PAPP, A., RÖGL, F. & STEININGER, F. 1970; PAPP, A. & SCHMID, M. E. 1971 und 1978; PAPP, A. & STRADNER, H. 1961a und 1961b; PAPP, A. & TURNOVSKY, K. 1953, 1964 und 1970; PERCH-NIELSEN, K. 1985; PIA, J. & BÄUML, E. 1937; RABEDER, G. & DAXNER-HÖCK, G. 1970; RESCH, W. 1979; RÖGL, F. 1969a und 1969b; RÖGL, F. & STEININGER, F. 1983 und 1984; RUPP, Ch. 1986; RZEHAK, A. 1888 und 1891; SCHMID, M. E. 1962 und 1967; SCHUBERT, R. J. 1903; SCHULTZ, O. 1971 und 1978; SCHÜTT, H. 1967; SEIFERT, P., STRADNER, H. & SCHMID, M. E. 1978; SIEMER, R. 1953a, 1953b, 1955, 1958a, 1958b, 1958c und 1958d; SPIEGLER, D. & RÖGL, F. 1992; SPILLMANN, F. 1969; STEININGER, F. 1963b; STEININGER, F. F., BERNOR, R. L. & FAHLBUSCH, V. 1990; STEININGER, F.,

RESCH, W. et al. 1982; STEININGER, F. F. & RÖGL, F. 1984 und 1985; STEININGER, F. F., RÖGL, F. & MARTINI, E. 1976; STEININGER, F., SENEŠ, J. et al. 1971; STRADNER, H. 1958, 1959, 1960, 1961a, 1961b, 1962a, 1962b, 1963, 1964, 1969a, 1969b und 1978; STRADNER, H. & ADAMIKER, D. 1966; STRADNER, H. & FUCHS, R. 1978 und 1980; STRADNER, H. & PAPP, A. 1961; TEICHMÜLLER, M. & OTTENJAHN, K. 1977; THENIUS, E. 1950, 1960a, 1960b, 1967, 1970, 1976, 1980 und 1981; TOLLMANN, A. 1960; TURNOVSKY, K. 1948, 1963, 1976a und 1976b; URLICHS, M. 1973; VACEK, M. 1901; VAVRA, N. 1978 und 1979; WEINFURTER, E. 1950 und 1967; WEISS, W. 1977; WENZ, W. 1928; WENZ, W. & EDLAUER, Ae. 1942; WIEDMANN, J. 1972; WIESBAUER, J. 1874; WILLE, U. 1968; ZAPFE, H. 1949, 1964, 1967, 1969 und 1973.

VI.1.5. Organische Geochemie

von Harald BUCHTA

VI.1.5.1. Einleitung

Seit Beginn der KW-Suche in Österreich werden geochemische Untersuchungsverfahren angewendet. Dabei sind im Laufe der Zeit verschiedene Analysenmethoden eingesetzt oder speziell für die Geochemie der Kohlenwasserstoffe adaptiert worden.

War es anfangs alleiniges Ziel, KW zu finden, ohne sich dabei wesentliche Gedanken über Reifung und Herkunft der Öle und Gase zu machen, so zählen heute geochemische Untersuchungen zum Routineprogramm bei der Auswertung der Bohrergebnisse. Die geochemischen Untersuchungen tragen bei zur Erkennung von Reife- und Höffigkeitsanzeigen potentieller Muttergesteine, zur Klärung von Fragen über Migrationswege sowie zur Klärung der Herkunft von Erdölen und Erdgasen (siehe auch Abschnitt II.1.).

Aus dem Spektrum vielseitiger geochemischer Analysenmethoden zur Untersuchung von Kohlenwasserstoffen sowie von Bitumina und Kerogensubstanzen in Sedimenten sollen einige herausgegriffen werden, die für die Prospektion nach Erdöl und Erdgas in Österreich Verwendung finden.

VI.1.5.2. Gaschromatographie

Dieses chemisch-analytische Meßverfahren beruht auf einer Trennung von Stoffgemischen, die gasförmig vorliegen oder vollständig verdampft werden können. Das dazu verwendete Gerät, ein Gaschromatograph, ermöglicht eine qualitative und quantitative Aufschlüsselung der Komponenten. Die graphische Darstellung des Analyseergebnisses nennt man ein Gaschromatogramm.

Leichtflüchtige KW bis zur Molekülgröße von 8 KW-Atomen sind weit verbreitete Spurenbestandteile von Sedimentgesteinen, die organisches Material in feiner Verteilung führen. Aus den Spülproben und Bohrkernen der zu untersuchenden Bohrungen werden diese Gase durch Erwärmen oder Unterdruck ausgetrieben und in einem Gaschromatographen entsprechend ihrer Molekülgröße aufgeschlüsselt. Zur Interpretation der Gasqualität ist eine Bewertung von Mengenrelationen zweckmäßig. Diese Daten geben dann Hinweise auf Erdölbegleitgase oder auch auf Trokengase. Außerdem kann das Auftreten dieser Verbindungen als ein Zeichen des thermischen Abbaus des organischen Materials angesehen werden. Damit läßt sich

im weiteren Art und Ausmaß der Kohlenwasserstoffgenese in Muttergesteinen festlegen. Im Sinne einer übersichtlichen Darstellung der Resultate werden die Meßergebnisse zusammen mit Daten aus der Lithologie im Bohrprofil graphisch abgebildet.

Geeignet für gaschromatographische Messungen sind neben gasförmigen Kohlenwasserstoffen auch jene, die bei Raumtemperatur als flüssige oder feste Produkte vorliegen. Selbst KW, die zu den Festparaffinen zählen und deren Siedepunkt über 500° C liegt, können im Analysengerät in die für eine Untersuchung geeignete Dampfform gebracht werden.

Aus einer Gesteinsprobe wird nach einem standardisierten Extraktionsverfahren zunächst die gesamte lösliche organische Substanz gewonnen, diese über eine chromatographische Trennmethode in Kohlenwasserstoffe und organische Begleitverbindungen aufgeschlüsselt. Die KW-Fraktion wird dann gaschromatographisch analysiert. Auch durch direktes Erhitzen des Gesteinspulvers kann die fein verteilte organische Substanz aus der Probe ausgetrieben werden.

VI.1.5.3. Infrarotspektroskopie

Ausgedehnt auf die Untersuchung der organischen Substanz in Oberflächengesteinsproben kann auch die Infrarotspektroskopie herangezogen werden. Dies ist ein physikalisches Verfahren, das das Absorptionsverhalten von Stoffen gegenüber infraroter Strahlung untersucht. Mit dieser Methode läßt sich klären, ob erdölähnliche Substanzklassen vorliegen oder ob das extrahierte Material überwiegend erdölfremden Verbindungen zuzuordnen ist. Typische erdölfremde Substanzen sind Terpene, Wachsalkohole, Kopal, Bernstein und Kolophoniuminhaltsstoffe. Zumeist erweist sich bei organisch – chemischen Untersuchungen die Kombination von Infrarotspektroskopie und Gaschromatographie von Vorteil. Gibt das Infrarotspektrum Auskunft über die KW-Gruppenverteilung, so lassen sich über gaschromatographische Analysen Aussagen über ganz spezielle Einzelkohlenwasserstoffe treffen.

VI.1.5.4. Analyse von biologischen Markierern (Chemofossilien)

Die Untersuchung von Substanzen, deren biogene Grundstruktur bei der KW-Bildung im Sediment weitgehend erhalten geblieben ist, dient zum Nachweis der Herkunft von Erdölen und Erdgasen sowie zur Bestimmung der Temperaturgeschichte des organischen Materials. Wir nennen diese Substanzen biologische Markierer oder Chemofossilien. Sie zählen zur Gruppe der Sterane und Triterpane. Verwendet wird für diese Untersuchungen ein Gaschromatograph, der mit einem Massenspektrometer gekoppelt ist, welches wiederum von einem Datensystem gesteuert wird. Im Massenspektrometer werden durch hohe Energieeinstrahlung Molekülbruchstücke erzeugt. Die aufgeladenen Teilchen werden entsprechend ihrem Masse–Ladungsverhältnis geordnet. Das so gewonnene Massenspektrum wird aus Spektren reiner Substanzen auf die Zusammensetzung der Probe umgerechnet.

Im Gaschromatographen wird zunächst die Fraktion der gesättigten KW aus Erdölen oder Erdölmuttergesteinen weitgehend aufgetrennt. Ein- bis zweimal pro Sekunde wird dann von dem aus dem Gaschromatographen kommenden Material ein Massenspektrum aufgenommen und im Datensystem gespeichert. Die Sterane und Triterpane zeigen in ihren Massenspektren charakteristische Molekül- und Bruchstückionen. Wir erhalten schließlich eine typische „Fingerprint“-Aufnahme, die zur Korrelation von Ölen untereinander oder von Öl zum potentiellen Muttergestein herangezogen werden kann.

VI.1.5.5. Charakterisierung des unlöslichen organischen Materials

In den Sedimentgesteinen, besonders in den Erdölmuttergesteinen, befindet sich in feinverteilter Form, als Überrest aus biologischer Produktion, organisches Material. Dieses in organischen Lösungsmitteln unlösliche organische Material bezeichnet man als Kerogen. Es beginnt ab etwa 50 bis 70° C zu reagieren und bildet dabei Kohlenwasserstoffe.

Dieser Prozeß läuft außerordentlich langsam ab und führt nur in geologischen Zeiträumen zu meßbaren und wirtschaftlich interessanten KW-Mengen. Die natürliche KW-Bildung kann nun im Labor durch Pyrolyseexperimente nachgeahmt werden. Unter Pyrolyse versteht man die Aufspaltung („Cracken“) chemischer Verbindungen durch höhere Temperaturen. Aus unlöslichem Kerogen bilden sich z. B. bei Temperaturen zwischen 200 und 300° C Kohlenwasserstoffe, wie sie auch im Erdöl gefunden werden.

Im Zuge dieser Pyrolyseuntersuchungen mit gezieltem Aufheizen lassen sich außerdem die leichtflüchtigen, die mobilisierbaren flüssigen und die pyrolysierbaren KW im Gestein feststellen. Eine detaillierte Charakterisierung dieser Produkte erfolgt durch gekoppelte Pyrolyse – Gaschromatographie. Die freigesetzten gasförmigen KW werden an Quarz-Kapillarsäulen getrennt und mittels eines Flammenionisationsdetektors gemessen. Letzterer bewirkt eine gezielte Verbrennung der isolierten KW-Gase. Dabei tritt eine Erhöhung der Ionisation der Flamme gegenüber einem Trägergas auf; die elektrische Leitfähigkeit nimmt zu. Diese Veränderungen werden gemessen und ergeben spezifische Anhaltspunkte für die Zusammensetzung der Gasprobe. Die relativen und absoluten Anteile an KW erlauben auch

Rückschlüsse auf die Art und Reife des organischen Materials sowie auf Migrationsprozesse.

VI.1.5.6. Isotopengeochemie

Ein weiterer Beitrag zur Suche nach Erdöl und Erdgas ist von der Isotopengeochemie zu erwarten. Über die Bestimmung des Isotopenverhältnisses zwischen C-13 und C-12 Kohlenstoffatomen im Massenspektrometer lassen sich Aussagen über Reife und Typ der Muttersubstanzen, aus denen sich KW gebildet haben, treffen. In Verfeinerung dieser Isotopentechnik können Bodenproben, die bei der Entgasung je Kilogramm nur etwa ein 20millionstel Gramm Methan (CH₄) liefern, einwandfrei untersucht werden. Solche Proben können aus Oberflächensedimenten, aus Bohrkernen oder aus Spülproben von Bohrungen während des Abteufens gewonnen werden.

Literaturauswahl für das Hauptkapitel VI.1.5.:

EGLINTON, G. & MURPHY, M. 1969; FABER, E. 1987; FLATSCHART, R. 1985; GRASSHOFF, K. 1983; GUNDLACH, H., van den BOOM, G. & KOCH, W. 1981; HOLLERBACH, A. 1985; HUBER, L. 1984; KHARAKA, Y. 1985; MEINHOLD, R. 1979; OSTROFF, A. 1979; SCHROLL, E. 1976; SOFFER, Z. 1984; STAHL, W. & FABER, E. 1983; STRNAD, M. 1973; TEICHMÜLLER, M. & OTTENJANN, K. 1977; TISSOT, B. & WELTE, D. 1984; WAPLES, D. 1985.

VI.1.6. Mineralwässer und Geothermie

von Konrad O. H. LACHMAYER

Bei der Prospektion auf Kohlenwasserstoff (KW) werden stets auch wasserführende Schichten angetroffen. Im günstigen Fall kann ein derartiger Wasserträger von Temperatur, Ergiebigkeit und Mineralisation her für die eine oder andere Verwertung von Interesse sein. Unter Mineralisation wird hier der Anteil an gelösten Stoffen im Wasser, angegeben in Milligramm pro Liter, verstanden.

VI. 1.6.1. Historisches

Schon in frühgeschichtlicher Zeit waren heiße Quellen bekannt. Bald hatten die

Menschen gelernt, die Heilwirkungen so mancher heißer, warmer oder auch kalter Quellen zu schätzen. Für die Heilwirkung vieler dieser Quellen gibt es auch medizinische Begründungen.

Auf österreichischem Gebiet sind heute über 200 Orte bekannt, an denen Heil-, Thermal-, Mineral- oder Tafelwässer auftreten, von denen eine ganze Reihe im Zuge der KW-Exploration aufgeschlossen wurden. Von diesen 200 Orten werden über 120 wirtschaftlich genützt, davon sind wiederum etwa 15 Thermen mit einer Auslauftemperatur von über 20° C zu ver-