

tiger Anlieferung im Sommer entsprechende Mengen zu lagern, um sie im Winter zusätzlich zur Verfügung zu haben.

Für die Lagerung von großen Gasmen- gen bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Einpressen von Gas in bereits teilweise ausgeförderte Gaslagerstätten.
- Einpressen von Gas in natürlich abgedichtete Wasserträger (das sind z. B. wassergefüllte Sandsteine) in großer Tiefe (Aquifere).
- Die Speicherung in Kavernen, die durch Auslaugen in mächtigen Salzstöcken in großer Tiefe hergestellt werden (bis zu 500.000 m³ Rauminhalt und für Gasdrücke bis zu 250 bar).
- Lagerung von Erdgas in flüssiger Form (-160° C) in geeigneten Behältern unter atmosphärischem Druck. Das Gasvolumen reduziert sich dabei auf rund 1/600. Die Verflüssigung erfolgt mit beachtlichem apparativem und energetischem Aufwand, ähnlich der Luftverflüssigung.

Die dargestellte Reihenfolge ist auch die Reihenfolge der Kostenintensität.

In Österreich wurden wegen der ausreichenden Verfügbarkeit nur Gasspeicher in teilweise ausgeförderten Gaslagerstätten eingerichtet, in denen mehr als 2000 Mio. Nm³ Gas gelagert und mit Entnahmeraten bis zu 1 Mio. Nm³ pro Stunde produziert werden können. Hierbei wurde nicht nur auf die saisonalen und sonstigen kurzfristigen Bedarfsschwankungen Rücksicht genommen, sondern auch auf eine längerfristige Krisenvorsorge. Weitere Angaben zur Gasspeicherung sind im Kapitel II.3.6.5. zu finden.

Literaturauswahl für die Hauptkapitel II.4.1. und II.4.2.:

ALBER, L. 1984; ALBERTSEN, M., PUSCH, G. & RUTHAMMER, G. 1987; BACHER, R. 1985; BAUMGARTNER, A. 1984; BERGER, F. 1992; BRANDL, G. & STODOLA, G. 1983; BUGL, J. 1985; BULIAN, W., DITTMAR, A. & FEHER, F. 1967; BRUNNER, W. 1992; EBNER, F. et al. 1986; DONÀ, I. 1992; ERHART-SCHIPPEK, F. & KAUFMANN, A. 1973; FRÖHLICH, O. 1985; GANAHL, P. & KLEINITZ, W. 1983; GAZSÓ, E. 1983 und 1987; GODAI, G. 1987; GRAF, H.-G. 1976 und 1977; GROSS, E. 1963; GROSSER, P. 1991; GROTEWOLD, G. & SCHLEMM, F. 1991; HABEL, O. & HÜTTER, J. 1980; HACKEL, A. 1983; HEDDEN, K. 1992; HEISLER, L. 1963 und 1967; JURANEK, E. 1992; KOPP, E. 1983; KOUBEK, G. 1991; KRABBE, H.-J. 1991; KREUZ, M. 1988; LECHNER, H. 1987; LEHMANN, W. 1984; LEHNER, A. & RUTHAMMER, G. 1982; LIEBL, W. 1983; LOGIGAN, St. 1953; LORBACH, M. 1977; LÜTZKENDORF, W. 1944; MACKOWSKI, L., SAFOSCHNIK, R. & HACKEL, A. 1980; MALCHER, H. 1983; MARX, C. 1980; MAYER-GÜRR, A. 1968; MORITZ, J. 1965; MORITZ, J. & MELLAUNER, A. 1980; MÜLLER, R. & SPRINGER, F. P. 1990; PINTER, K. 1978 und 1988; PINTER, K. & RUTHAMMER, G. 1984; PONTILLER, F. 1991; REISS, J. & HEITKER, A. 1989; RISCHMÜLLER, H. 1986; RÜHL, W. 1971; SAFOSCHNIK, R. 1965, 1985 und 1990; SAFOSCHNIK, R. & SCHWARZ, G. 1978; SANDAUER, Ch. 1985; SCHLEINZER, H. 1967, 1989a und 1989b; SCHWITZER, M. K. & SALDERN, A. v. 1962; STERBA, J. & RUTHAMMER, G. 1984; STERBA, J. 1990; STOLL, R. D. & RÖPER, St. 1982; SUKOPP, K. 1990; SUKOPP, K. & HINTERLEITNER, H. 1984; TLUSTOS, R. 1965; TLUSTOS, R. & POTT, E. 1980; UDVARDI, G. 1984; VOGEL, P. & MARX, C. 1984 und 1985; VYCHA, G. 1989; WEISS, H. 1983 und 1988; WEISS, H. & MARAVIC, M. 1991; WITTMANN, H. 1987; WOLFSBERGER, G. & SCHÖNHOFER, H. 1983.

II.4.3. Die Produktionsgeologie

von Ladislaus PONGRACZ

II.4.3.1. Aufgaben der Produktionsgeologie

Während die Aufschlußgeologie die Entdeckung neuer Erdöl- und Erdgaslagerstätten zum Ziel hat, ist es die Aufgabe

der Produktionsgeologie, die weitere Erschließung (Feldentwicklung) sowie eine umfassende geologische Analyse und Darstellung der neu entdeckten oder bereits bekannten Lagerstätten vorzuneh-

men. Für die von der Lagerstättentechnik geplanten IOR-Maßnahmen (Improved Oil Recovery – verbesserte Ölausbeute) werden geologische Bearbeitungen zur Erfassung der Lagerstätten-Internstruktur durchgeführt (siehe Kapitel II.3.6.).

Mit der geologischen Betreuung der Fördersonden ergeben sich mannigfaltige Dokumentations- und Beratungstätigkeiten, die ebenfalls zum Aufgabenbereich der Produktionsgeologie gehören.

II.4.3.2. Feldentwicklung

Nach dem Fündigwerden einer Aufschlußbohrung ist es die Aufgabe der Produktionsgeologie, in intensiver Zusammenarbeit mit den Lagerstätteningenieuren Folgebohrungen (Erweiterungs- und Produktionsbohrungen) zu planen. Die Erweiterungsbohrungen dienen vor allem zum Abgrenzen, die Produktionsbohrungen zum Abfordern einer Lagerstätte bzw. eines Feldes.

Die Arbeitsmethoden bei der geologischen Betreuung dieser Bohrungen sind grundsätzlich dieselben wie bei den Aufschlußbohrungen, jedoch liegt der Schwerpunkt der Geologenarbeit in der detaillierten Untersuchung der öl- und gasführenden Horizonte.

II.4.3.3. Untersuchungsmethoden

Zur geologischen Erfassung einer Lagerstätte bzw. eines Feldes ist es erforderlich, daß genaue Angaben über die Lithologie, die gesteinsphysikalischen Eigenschaften, die Mächtigkeit und die flächenmäßige Ausdehnung des Speichergesteinskörpers erarbeitet und seine Lagerungsverhältnisse (Tektonik) geklärt werden.

Der Ermittlung dieser Daten dienen Untersuchungen an Gesteinsproben aus der Bohrung und geophysikalische Bohrlochmessungen. Die Mächtigkeit der kohlenwasserstoffführenden Lagen wird durch Festlegung der Schichtgrenzen und der Gas-Öl-, Gas-Wasser- und Öl-Wasserkontakte in den geophysikalischen Bohrlochdiagrammen (Logs) bestimmt.

Mit Hilfe der Logs wird auch die Korrelation (Wechselbeziehung) der Gesteins-

schichten in den Erweiterungs- und Produktionsbohrungen durchgeführt. Durch die Korrelation der Bohrprofile untereinander und mit Hilfe der Schichtneigungsmessung (CDM) sowie seismischer Profile werden die Lagerungsverhältnisse, die Ausdehnung des Speichergesteinskörpers sowie Brüche und Aufschiebungen festgestellt.

II.4.3.4. Darstellung der geologischen Verhältnisse

Als Ergebnis der geologischen Analyse der Lagerstätten werden die geologischen Verhältnisse des gesamten Feldes zeichnerisch, vornehmlich kartenmäßig, dargestellt (siehe auch Kap. II.2.3.).

Von allen gas- und ölführenden Horizonten werden Strukturkarten erstellt. In diesen Karten wird die Tiefenlage der Oberkanten des Speicherkörpers, vom Meeresspiegel (AN = Adrianull) berechnet, durch Strukturlinien dargestellt. Aus diesen Karten ist auch die Lage der Störungen ersichtlich.

Bruttomächtigkeitskarten zeigen die Änderungen der Gesamtmächtigkeit aller Sande samt Zwischenlagen (Tone) und dienen zur Klärung der Beziehung zwischen Sedimentation und Tektonik. Zur Kontrolle der ermittelten Strukturformen dienen geologische Schnitte, das sind vertikale Quer- und Längsschnitte durch die untersuchten Strukturen.

Mit der fortschreitenden Erschließung der Lagerstätten werden höhere Anforderungen an die Genauigkeit der geologischen Darstellungen gestellt, als dies zu Beginn der Feldentwicklung möglich war. Aus diesem Grund sowie für geplante IOR-Maßnahmen müssen immer detailliertere Überarbeitungen der geologischen Unterlagen durchgeführt werden.

II.4.3.5. Geologische Betreuung der Gas- und Ölfelder

Mit der geologischen Betreuung der Gas- und Ölfelder ergeben sich mannigfaltige Dokumentations- und Beratungsaufgaben der Produktionsgeologie für die

Erdöl- und Erdgasgewinnung. Solche Aufgaben sind zum Beispiel die geologische Beratung bei Besprechungen des Förderverhaltens der einzelnen Sonden und bei Beschlüssen über durchzuführende Maßnahmen für Sondenbehandlungen.

Literaturauswahl für das Hauptkapitel II.4.3.:

GÖTZINGER, K. & STOWASSER, H. 1969; HAWLE, H., KRATOCHVIL, H., SCHMIED, H. & WIESENER, H. 1967; KREUTZER, N. 1984; PONGRACZ, L. 1983; STROGANOW, W. P. 1969.

II.4.4. Horizontalbohrtechnik

von Walter GRÜN

Die Horizontalbohrtechnik resultiert aus dem Bestreben, die Produktivität aus Öl- und Gasfeldern zu erhöhen. Bereits in den 20er Jahren wurden erste Versuche unternommen. Doch erst ab 1980 begann man diese Technik im großen Stil zu entwickeln. Elf Aquitaine war die Firma, die mit der Bohrung „Rospo Mare“ (italienische Adria) erstmals eine horizontale Strecke von ca. 600 m in einem KW-führenden Karbonatgestein erschloß. Die Bohrung kostete noch mehr als doppelt so viel wie eine konventionelle Schrägbohrung in diesem Gebiet. Bei den folgenden Horizontalbohrungen konnten die Kosten bereits wesentlich gesenkt werden, so daß heute mit einem Kostenfaktor von 1,5 im Vergleich zu herkömmlichen Vertikalbohrungen gerechnet wird. Dem steht eine Produktionserhöhung um das 3- bis 10fache je nach Länge der horizontalen Strecke gegenüber. Inwieweit der Ausbeutungsgrad (recovery factor) einer Lagerstätte erhöht wird, läßt sich noch nicht eindeutig feststellen, da nur wenige der horizontal durchbohrten Lagerstätten ihr wirtschaftliches Ende erreicht haben.

Es ist daher nicht verwunderlich, daß gerade nach dem Ölpreisschock 1985–86 die Zahl horizontaler Bohrungen sprunghaft angestiegen ist und bis Ende 1991 mehr als 2000 erreicht hat. In kurzer Zeit wurde somit eine völlig neue Bohrtechnik entwickelt, die auch in den Bereichen Lagerstätten- und Fördertechnik, Bohrlochmessungen, Geophysik und Geologie ein Umdenken von vertikal auf horizontal erzwingt. Der Geologe mußte erkennen, daß die genaue Kenntnis der zu erbohrenden Struktur unumgänglich ist. Ein Teufen-

fehler von 10 m ist bei einer vertikalen Bohrung unwesentlich. Bei einer horizontalen Bohrung kann eine erwartete Struktur um diese 10 m zur Gänze verfehlt werden. Versuche, dieses Verfahren auch in der Exploration einzusetzen, sind daher meist gescheitert.

Mehr als in den anderen Explorations- und Produktionsbereichen ist intensive Teamarbeit zwischen Technikern und Geowissenschaftlern bei der Planung und der Durchführung für den Erfolg unverzichtbar. Erste Aufgabe eines solchen Teams ist es, zu klären, ob eine horizontale Bohrung wirtschaftlich sein wird. Denn nur bestimmte Lagerstättentypen versprechen auch einen wirtschaftlichen Erfolg:

- a) Geringmächtige Lagerstätten, wie z. B. der „Bakken Shale“ (USA).
- b) Lagerstätten, die geringe Unterschiede zwischen horizontaler und vertikaler Permeabilität aufweisen.
- c) Natürlich geklüftete Lagerstätten mit geringer Matrixpermeabilität, wie z. B. der „Austin Chalk“ (Texas), die Karst-Lagerstätte von „Rospo Mare“ oder der Glaukonitsandstein des Steinberg-Gebietes im Wiener Becken.
- d) Formationen, die zu Gas- oder Wasserkegelbildung (coning) neigen.
- e) Gaslagerstätten mit geringer und hoher Permeabilität für Produktion und Speicherbetrieb.

Horizontalbohrungen werden weltweit nach dem Radius klassifiziert, mit dem der Bogen vom vertikalen zum horizontalen Bohrabschnitt abgeteuft wird (Abb. 106). Man unterteilt sie demnach in 4 Arten, die sich auch hinsichtlich horizontaler Reichweite, Bohrungsdurchmesser,