

II.4.2. Gasförderung und Speicherung

von Rudolf SAFOSCHNIK

II.4.2.1. Gasförderung

Nach der Fertigstellung einer Bohrung, die eine wirtschaftliche Lagerstätte erschlossen hat, wird sie zur Förderung eingerichtet; sie wird zur Produktionssonde. Die zu fördernde Formation, das ist das Erdgas enthaltende Gestein, auch Gasträger genannt, ist meistens durch die letzte Rohrkolonne, einem von der Oberfläche bis zum Gasträger reichenden Stahlrohr, verrohrt und zementiert. Nur in seltenen Fällen bleibt der Förderhorizont offen und es erfolgt eine „open hole“-Komplettierung (Abb. 89; siehe auch Kapitel II.4.1.1.).

- Tiefe der Lagerstätte,
- Gaszusammensetzung,
- Druck in der Lagerstätte,
- Temperatur in der Lagerstätte,
- Zuflußkapazität aus dem Gasträger

Lagerstättentiefe

Gasvorkommen gibt es in Österreich in oberflächennahen Schichten ab 500 m bis zu Tiefen unter 7000 m (siehe Abb. 104).

Gaszusammensetzung

Erdgas ist ein reales Gas (siehe Kapitel III.1.8.2.), dessen Hauptbestandteil Methan (CH_4) ist. Je nach Lagerstätte kann dieses daneben noch unterschiedliche Anteile an höheren Kohlenwasserstoffen (Äthan, Propan und höhere) enthalten, aber auch durch zum Teil beträchtliche

II.4.2.1.1. Kriterien für die Sondausrüstung

Die Umgestaltung des Bohrlochs in eine Fördersonde hängt im wesentlichen von folgenden Kriterien ab:

Schema einer Gassonde und der Obertageeinrichtungen

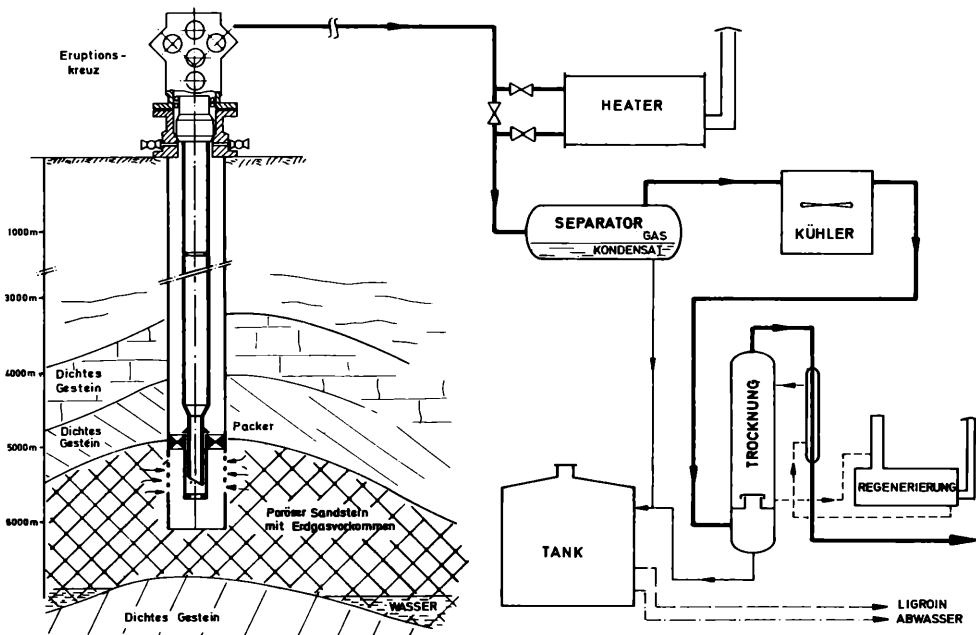


Abb. 104. Schema einer Gassonde und der Obertageeinrichtungen

Mengen von Kohlendioxyd (CO_2), Stickstoff (N_2) und Schwefelwasserstoff (H_2S) verunreinigt sein. Als Feststoffe können mit dem Rohgas auch Sande und Tone mitproduziert werden.

Bei Anwesenheit von Schwefelwasserstoff und Kohlendioxyd spricht man von Sauergas, in diesem Fall ist bei der Förderausrüstung auf die Möglichkeit einer chemisch abtragenden Korrosion oder einer Materialversprödung durch H_2S Bedacht zu nehmen.

In größeren Tiefen können höhere Kohlenwasserstoffe, die unter niedrigeren Druckbedingungen flüssig wären, aufgrund der Druck- und Temperaturverhältnisse gasförmig gespeichert sein (Gas-Kondensatlagerstätten). Hier ist der Anfall bedeutender Flüssigkeitsmengen beim Fördervorgang in Rechnung zu stellen.

Das Erdgas ist in der Lagerstätte immer mit Wasser gesättigt. Da es gleichzeitig die Eigenschaft hat, mit freiem Wasser bei Temperaturen bis etwa 25°C (druckabhängig - d. h. bei höherem Druck auch bei entsprechend höherer Temperatur) einen schaumartigen Schnee zu bilden (Gashydrat), können bei niedrigeren Temperaturen dadurch Verstopfungen in den Fördereinrichtungen auftreten.

Lagerstättendruck

Im Regelfall stehen die neu angetroffenen Lagerstätten unter hydrostatischem Druck, d. h. in absoluten Zahlen zwischen 50 und 700 bar. Es wurden aber auch Lagerstätten mit überhydrostatischen Drücken bis zu 1300 bar angetroffen. Unter hydrostatischem Druck versteht man den Druck einer der Teufe entsprechenden Wassersäule (siehe auch Kap. II.3.2.4., Hochdruckzonen-Früherkennung).

Lagerstättentemperaturen

In den oben genannten Teufen ist der Verlauf des geothermischen Temperaturprofils weitgehend normal, sodaß mit Lagerstättentemperaturen (gleichzeitig Gas-temperaturen) zwischen 30 und 180°C zu rechnen ist.

Zuflußkapazität aus dem Gasträger

Die von der Durchlässigkeit, Porosität und Mächtigkeit sowie dem zulässigen Druckabfall im Eintrittsbereich aus dem Gasträger in die Sonde abhängige Zuflußkapazität liegt zwischen einigen Tausend Nm^3 pro Tag und Sonde und kann in extrem günstigen Fällen bis zu 1 Mio. Nm^3 pro Tag und Sonde betragen. 1 Nm^3 (Normal kubikmeter) ist 1 m^3 Gas bei 0°C und atmosphärischem Druck.

II.4.2.1.2. Sondenausrüstung

Nach Kenntnis der Rahmenbedingungen wird die Sonde ausgerüstet. Zunächst wird ein Steigrohrstrang, der der späteren Förderung dient, bis knapp über den Gasträger eingebaut. Darauf wird die Verrohrung des Bohrlochs und der darum befindliche Zementmantel durch einen an einem Kabel in die Sonde eingelassenen Kugel- oder Hohlladungsperforator durchschossen, um dem Lagerstätteninhalt den Zutritt in die Sonde zu ermöglichen (siehe Kap. II.3.3.2.4.). Den Bohrlochabschluß bildet das sogenannte Eruptionskreuz (E-Kreuz, siehe Abb. 92; siehe auch Kapitel III.1.8.2.).

Anschließend wird das üblicherweise mit Flüssigkeit (Spülung) gefüllte Bohrloch durch Ankolben (Abpumpen) soweit entleert, bis der Druck der Lagerstätte größer ist als der Gegendruck der Flüssigkeitssäule im Bohrloch. Damit beginnt die Sonde zu fördern.

Unter extremen Bedingungen (hoher Druck, Sauergas) wird im Bohrloch knapp über der Perforationsstrecke ein speziell gefertigtes Dichtstück, genannt Packer, eingebaut, um einen gasdichten Abschluß gegenüber der Bohrlochverrohrung zu erreichen. Damit wird die hohe Druckbelastung und das Auftreten von Korrosion durch Sauergas im Ringraum vermieden. Unter Ringraum versteht man hier den Raum zwischen dem Steigrohrstrang und der Verrohrung des Bohrlochs. In diesen Fällen ist auch besonderes Augenmerk auf eine sorgfältige Materialauswahl in bezug auf Korrosionsfestigkeit, aber auch auf die Gasdichtheit der Verschraubungen der Rohrkolonnen zu richten.

II.4.2.1.3. Sammlung und Reinigung (Aufbereitung des Rohgases)

Das Rohgas tritt am E-Kreuz mit Drücken zwischen 50 und 600 bar aus, es muß daher im Feldsammelsystem bis auf den für die Endreinigung gewählten Eingangsdruck entspannt werden. Je nach Gehalt an Wasser, flüssigen Kohlenwasserstoffen und Sand müssen diese Begleitstoffe durch direkt am Sondenplatz installierte Abscheider entfernt werden. Gasvorwärmer zur Abwehr der Bildung von Gashydraten in den Förderleitungen sowie Meß- und Regelgeräte zur Überwachung und Steuerung der Förderung werden ebenfalls häufig am Sondenplatz benötigt.

Die Förderleitung, eine aus nahtlosen Stahlrohren geschweißte Leitung, bringt nun das Rohgas direkt oder als Stichleitung über ein gemeinsames Sammelrohr für mehrere Sonden zur zentralen Gasreinigungsanlage, der sogenannten Gasstation.

Die Ausrüstung einer solchen Gasstation besteht je nach Gaszusammenset-

zung aus einfachen oder komplexeren Gruppen folgender Einrichtungen zur Reinigung des Gases auf den Qualitätsstandard verkaufsfähigen Gases.

Abscheider oder Separatoren

In diesen werden feste und flüssige Anteile des Rohgases durch mechanische Vorrichtungen wie Filtereinsätze, Prallbleche zur Zentrifugalabscheidung, Drahtgeflechte für die Nebeltröpfchenabscheidung sowie Raumvergrößerung zur Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit für die Gravitationswirkung auf Flüssigkeitsanteile entfernt.

Gastrocknung

Das Trocknen des Erdgases, d. h. Entfernung des durch die natürliche Sättigung im Gas enthaltenen dampfförmigen Wassers, ist die Voraussetzung für einen störungsfreien Gastransport. Diese Trocknung geschieht durch Anwendung von hygroskopischen (wasserentziehenden) Mitteln. Dafür gibt es folgende Verfahren:

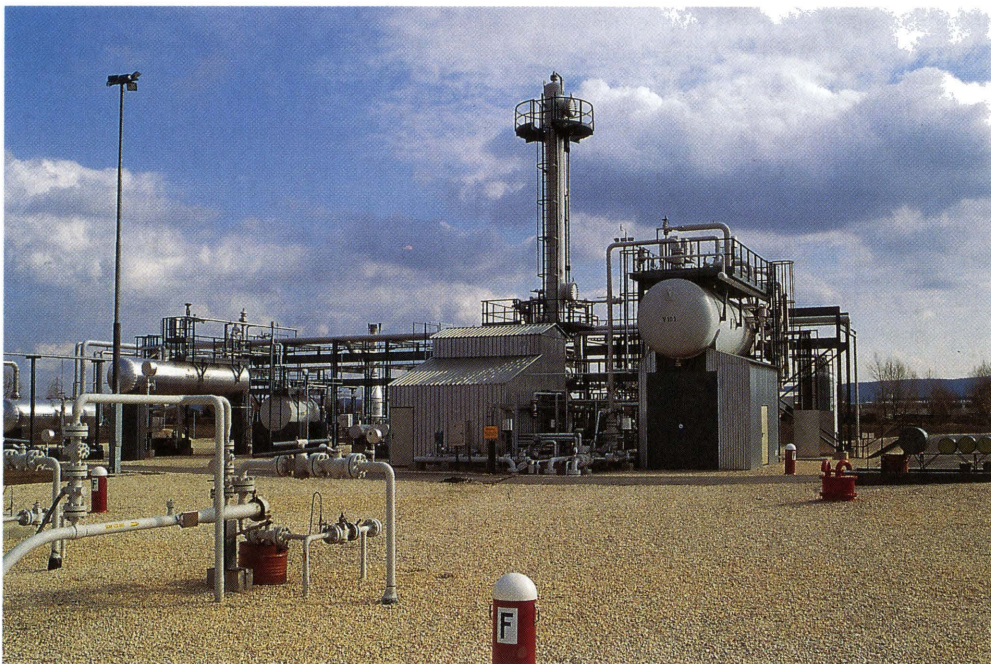


Abb. 105. Glykoltrocknungsanlage

Glykoltrocknung

Das Gas wird in einem vertikalen Druckbehälter, der mit mehreren übereinander angeordneten perforierten Zwischenböden ausgestattet ist (Absorptionskolonne), im Gegenstrom mit der sehr hygroskopischen Flüssigkeit Glykol in Kontakt gebracht und vom Wasser befreit. Das beladene Glykol wird in eine Regenerieranlage verbracht und dort auf etwa 200° C erhitzt, wobei das Wasser aus dem Glykol verdampft (kontinuierlicher Umlauf, siehe Abb. 105).

Festbett-Trocknung

In diesen Anlagen werden als hygroskopisches Medium hochporöse Feststoffe (in Form kleiner Kügelchen) wie Silikate oder Molekularsieve in intermittierend betriebenen Behältern verwendet. Hier wird das Gas jeweils eine bestimmte Zeit über einen Behälter (Festbett) geführt, wobei wiederum der Wasserdampf und in einem bestimmten Umfang auch höhere Kohlenwasserstoffe dem Gas entzogen werden. Nach der Beladung des Absorptionsmittels wird der Gasstrom auf einen zweiten Behälter mit frischregeneriertem Trocknungsmittel umgeschaltet. Das beladene Trocknungsmittel des ersten Behälters wird nun mit hochohitztem Gas regeneriert. Das Regeneriergas wird gekühlt, der Wasserdampf in diesem Teilstrom kondensiert und das Wasser sowie allfällige höhere Kohlenwasserstoffe werden aus dem genannten Teilstrom mechanisch abgetrennt.

Tieftemperaturabscheideanlagen

In solchen wird das Gas durch Expansion oder, wenn dafür nicht genügend Druck vorhanden ist, durch Fremdkühlung auf -10 bis -15° C abgekühlt. Dabei fallen Hydrate an und müssen durch Wärmezufuhr aufgeschmolzen werden, falls deren Bildung nicht durch Injektion von Methanol oder Glykol in den Gasstrom (vor der Abkühlung) unterbunden wird. Diese Methode des Tiefkühlens wird auch zur Extraktion von höheren Kohlenwasserstoffen aus dem Erdgas angewendet.

Entschwefelung und Abscheidung von Kohlensäure

Die Qualitätsnormen für Erdgas sehen vor, daß dieses praktisch schwefelfrei und nur mit relativ geringen Anteilen von Kohlensäure auf den Markt gebracht werden darf. Im Rohgas vorhandenes H₂S und/oder ein höherer Gehalt an CO₂ sind daher aus Gründen der Giftigkeit, der Korrosivität und des Umweltschutzes abzuscheiden.

Dies erfolgt in chemisch-physikalischen Wäschen oder mit Absorptionsverfahren. Das am häufigsten angewendete Verfahren ist ein Waschbetrieb in einer Absorptionskolonne, wo im Gegenstrom eine Lauge, z. B. Diäthanolamin, mit den sauren Anteilen des Erdgases eine thermisch instabile Verbindung eingeht. Bei Erwärmen der beladenen Lauge in einer Regenerieranlage wird das H₂S und das CO₂ wieder frei und kann bei sehr geringer Menge in einer Hochfackel verbrannt oder bei größeren Mengen in einem sehr sorgfältig geführten Oxidationsprozeß (Clausanlage, wie z. B. in Aderklaa) so verbrannt werden, daß der Wasserstoff des H₂S abbrennt, der Schwefel daher elementar anfällt und als Nebenprodukt der Erdgasproduktion verkauft werden kann.

II.4.2.2. Erdgasspeicherung

Mit dem verstärkten Einsatz von Erdgas für die Raumheizung und in nicht kontinuierlich arbeitenden Betrieben tritt das Problem einer erhöhten Abgabeflexibilität, das heißt des Ausgleiches der saisonalen und witterungsbezogenen Verbrauchsunterschiede, auf. Dies kann bei Verfügbarkeit großer Gasfelder mit hoher Flexibilität der Fördereinrichtungen über unterschiedliche Produktionsraten gelöst werden. In Österreich war mit der Aufnahme des Gasimportes aus der Sowjetunion der Punkt erreicht, wo dies nicht mehr ausreichte. Da der Gastransport über große Strecken aus Kostengründen mit möglichst gleichbleibend hohen Durchsätzen des Leitungssystems betrieben werden muß, kann eine Anpassung an den Marktbedarf nur in der Nähe des Hauptverbrauchs erfolgen. Das heißt, es sind bei nahezu ste-

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-