Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland

Stabile Isotope gasförmiger Kohlenwasserstoffe

Faber, Beyer, Gerling (Hannover)

1. EINLEITUNG

Im Kristallin können neben gasförmigem Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid, Helium, Argon, Wasserstoff auch gasförmige Kohlenwasserstoffe (KW_g) auftreten. KW_g entstehen in der oberen Kruste vor allem thermisch und bakteriell. Ihre Genese läßt sich recht ordentlich aus den Isotopenverhältnissen des Kohlenstoffes und Wasserstoffes abschätzen.

Nachstehend wird eine Klassifizierung von KW_g dargelegt, mit ersten, vagen Ergebnissen einzelner Proben der KTB-Vorbohrung.

Zur geplanten Anwendung der Klassifizierung auf KTB-Proben ist zunächst eine Verbesserung der Empfindlichkeit des Laborsystemes beabsichtigt, die jedoch erst später vorgestellt wird.

2. METHODIK, ZEICHENERKLAERUNG

Um Informationen über die Genese von Kohlenwasserstoffen zu erhalten, werden folgende Parameter bestimmt:

- Gaszusammensetzung
  - . $C_1/(C_2+C_3)$ (1/1)
  - . C_2H_6/C_2H_4 (1/1)
- Isotopenverhältnisse (als δ-Werte)
  - . $\delta^{13}C_{1-3}$ (o/oo) (CH_4, C_2H_6, C_3H_8)
  - . $\delta^{13}CO_2$ (o/oo) (CO_2): vorgesehen
  - . $\delta D-C_1$ (o/oo) (CH_4)

Dazu werden folgende Arten von Gasproben untersucht:

- Spülungsgas
- Head Space Gas aus Dosen:
  - . Spülung, Bohrklein
- Gase aus Fluid Test Proben
- Gase, durch Säure entgast, aus:
  - . Spülung, Bohrklein, Bohrkern

3. GASARTEN

Die gasförmigen KW sind Bestandteile folgender, nach der Herkunft verschiedener Gase:

Mantelgase: Aus dem E-Pazifischen Rücken (EPR) werden KW_g als Mantelgase beschrieben (7). Sie enthalten hauptsächlich Methan mit vergleichsweise relativ positiven δD- und $\delta^{13}C_1$-Werten (Abb. 1). Mantelgase sind nach Gold & Soter (6) in großen, wirtschaflich interessanten Mengen vorhanden.

Bakterielle Gase bestehen überwiegend aus ^{12}C reichem Methan (Abb.2), häufig mit $\delta^{13}C_1 < -60$ o/oo (Abb. 1). Sie können durch CO_2-Reduktion und Azetat Fermentation entstehen.

Thermische Gase, Methan bis Pentan, mit charakteristischen $\delta D-C_1$- und $\delta^{13}C_1$- Werten (Abb. 1), bilden sich im Temperaturbereich von ca. 70-150 °C aus organischer Substanz. Sie stellen die Erdgase und Erdölgase (Abb. 2) dar. Z.B. ist das Methan in Erdgasen aus kohliger organischer Substanz (Kerogen Typ III) i.a. höher konzentriert und reicher an ^{13}C als das Methan der Erdölgase aus Kerogen vom Typ II. Diese Gase lassen sich auch durch $\delta^{13}C_1$- und $\delta^{13}C_2$-Werte unterscheiden (Abb. 4), die im Fall von Gasen mariner organischer Ausgangssubstanz mit deren Reife (Vitrinitreflexion R_o) verknüpft sind.

Salzgase: KW-Gase werden auch in Salzen gefunden. Ein Teil dieser Salzgase hat eine Isotopensignatur, die mit der thermischer Gase übereinstimmt; bei anderen treten jedoch ungewöhnliche Kombinationen von $\delta^{13}C_1$-und $\delta D-C_1$-Werten auf (Abb. 1; Abb.2) (8). Die Genese dieser Kali Salzgase ist noch nicht klar.

Artifizielle Gase: In mehreren Bohrungen wurden jüngst extrem an Deuterium arme Gase festgestellt (Abb. 1), die von denen der bisher vorgestellten Gase abweichen. Neben Methan treten gesättigte und ungesättigte C_{2+}-Komponenten auf (Abb. 3). Häufig wird H_2 gefunden. Es wird angenommen, daß diese Gase beim Bohren entstehen (9).

Mischgase: Mehrere der o.a. Gase können in einer Probe vorkommen. Oftmals besteht die Möglichkeit, die einzelnen Gasarten zu identifizieren und Mischungsanteile zu berechnen.

4. KTB-DATEN

Untersucht wurden Head Space Gase und durch Säure freigesetzte Gase von: Spülung, gesiebtem Bohrklein, zentrifugiertem Bohrmehl, Kernbruchstücken (kein Head Sp.).

Ergebnisse

Gasmengen nur in säureentgastem Bohrklein und -mehl ausreichend für genetische Gasansprache (C_1 >100 ppb). Daten dieser Gase:

- Methanausbeuten: > 400 ppb
- rel. H_2-Anteil: > 50 % (ist sehr groß!)
- $C_1/(C_2+C_3)$: ca. 1 bis 5
- C_2H_6/C_2H_4: ca. 2
- $\delta^{13}C_1$: ca. -17 bis -19 o/oo
- $\delta D-C_1$: ca. -700 o/oo

Ergebnisse in Abb. dargestellt durch ●.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Bisher gefundene gasförmige Kohlenwasserstoffe der Vorbohrung werden vorläufig als artifiziell (s. Gasarten) interpretiert. Durch weitere Untersuchungen ist diese Einschätzung abzusichern. Möglicherweise überdeckte andere Gase sind zu identifizieren. Dazu ist die o. g. technische Entwicklung erforderlich.

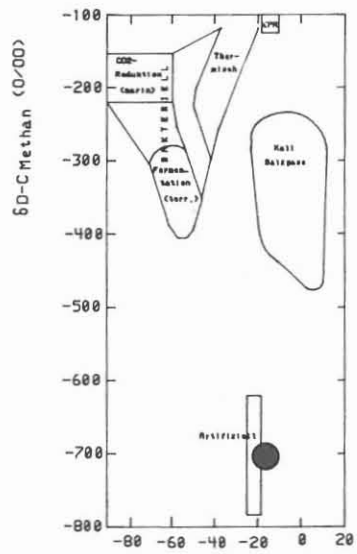

Abb. 1

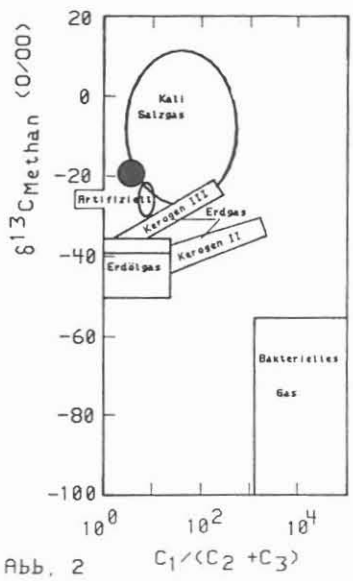

Abb. 2

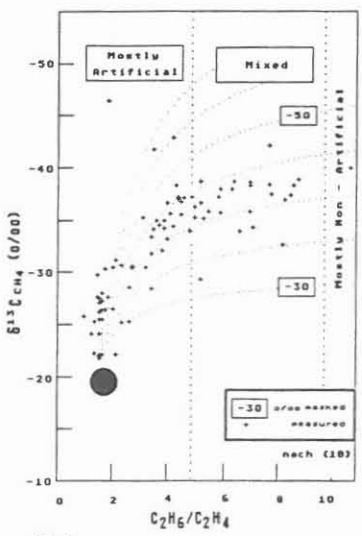

Abb.3

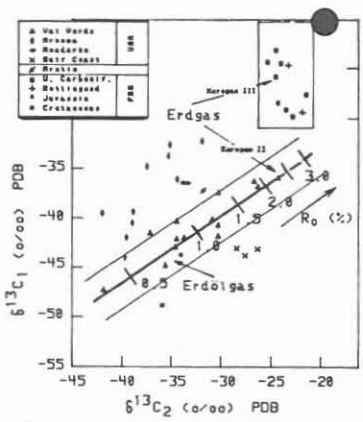

Abb. 4

Literatur

(1) A.W. Fuex: J. Geoch. Expl.,155-188,1977.
(2) W. J. Stahl: Chem. Geol., 20, 121-149, 1977.
(3) W. J. Stahl: Erd. u. Kb.-Erdg.-Petrochem. 31, 11, 515-517, 1978.
(4) M. Schoell: AAPG Bull. 67,12,1983.
(5) E. Faber: Erdöl-Erdgas-Kohle 103,5, 1987.
(6) T. Gold, S. Soter: Scient. Am. 242,130-137, 1980.
(7) J.A. Welhan, J.E. Lupton: AAPG Bull. 71, 215-223, 1987.
(8) P. Gerling, M.J. Mutschler, E. Faber: 13th Int. Meet. Org. Geoch., Venezia, Sept. 21-25, 1987.
(9) E. Faber, P. Gerling, I. Dunker: DGMK-Projekt 298 Teil II. Hamburg, 1988.
(10) E. Faber, P. Gerling, I. Dunker: (in Work.)