Wechselwirkungen zwischen natürlichen Gashydraten und globaler Erwärmung – ein Teufelskreis?

Judith M. Schicks & Erzinger, J.

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Sektion 4.2 Anorganische und Isotopengeochemie, schicks@gfz-potsdam.de

Mit dem Begriff Gashydrate werden allgemein eisähnliche Verbindungen bezeichnet, die zur Gruppe der Clathrate, also den so genannten Einschlussverbindungen gehören. Bei den Gashydraten bilden Wassermoleküle über Wasserstoffbrückenbindungen Käfigstrukturen aus, die zu einem dreidimensionalen Netzwerk zusammengefügt werden (Abbildung 1). Diese Käfigstrukturen werden durch eingeschlossene Gastmoleküle stabilisiert. Als Gastmoleküle kommen vorwiegend unpolare Verbindungen, wie z. B. leichtere Kohlenwasserstoffe in Frage [1]. Natürliche Gashydrate enthalten überwiegend Methan, sie können daneben aber auch höhere Kohlenwasserstoffe oder andere Gase, wie z. B. CO_2 oder H_2S enthalten [2]. In diesem Fall spricht man von Mischhydraten. Gashydrate bilden sich bei erhöhten Drücken und niedrigen Temperaturen, daher kommen sie in der Natur vorwiegend in Permafrostbereichen oder submarin an Kontinentalhängen vor. Die weltweiten Vorkommen lassen vermuten, dass der in Gashydraten gebundene Anteil an Kohlenstoff etwa 10 000 Gigatonnen beträgt und somit doppelt soviel wie in den fossilen Brennstoffträgern Erdgas, Kohle und Erdöl zusammen (Abbildung 2). Die Stabilität der Gashydrate ist jedoch von deren Zusammensetzung abhängig. Dies bedeutet, dass auch der Einfluss einer möglichen globalen Erwärmung auf die natürlichen Hydratvorkommen von deren Zusammensetzung abhängt: reines Methanhydrat zersetzt sich bei Temperaturerhöhung und gleichbleibendem Druck sehr viel eher als Mischhydrate, wenn diese neben Methan auch höhere Kohlenwasserstoffe enthalten (Abbildung 3). Eine globale Erwärmung könnte dennoch die Zersetzung einiger natürlicher Gashydratvorkommen und somit eine Freisetzung von Methan in die Atmosphäre zur Folge haben. Da Methan ein starkes Treibhausgas ist, würde dies zu einer Verschärfung der globalen Erwärmung führen.

Literatur

[1] Sloan, E.D. (1998): Clathrate Hydrates of Natural Gases, Marcel Dekker, Inc.

[2] Lu, H., Seo, H.Y., Lee J., Moudrakowski, I., Ripmeester J.A., Chapman N.R., Coffin R.B., Gardner G., Pohlman J. (2007) Nature 445,303-306.

[3] Kvenvolden K.A., Grantz A. (1990) in: The Arctic Ocean Region. The Geology of North America, (Hrsg. A. Grantz, L. Johnson, J.F. Sweeney) Geological Society of America, Boulder, Colorado, 539-549.

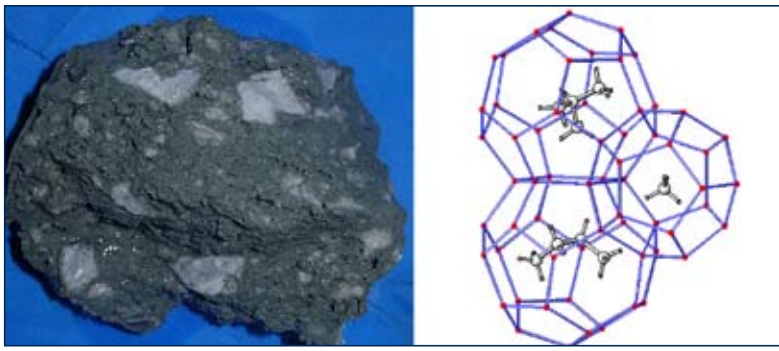

Abb. 1: links: Natürliche Gashydratprobe, die im Rahmen der IODP Expedition 311 eingeholt werden konnte. Die Hydrate liegen als weiße Klümpchen im Sediment vor. Rechts: Molekularer Aufbau der Gashydrate. Die Wassermoleküle (rot) sind über Wasserstoffbrückenbindungen vernetzt. Die resultierenden Käfigstrukturen werden durch eingeschlossene Gasmoleküle stabilisiert.

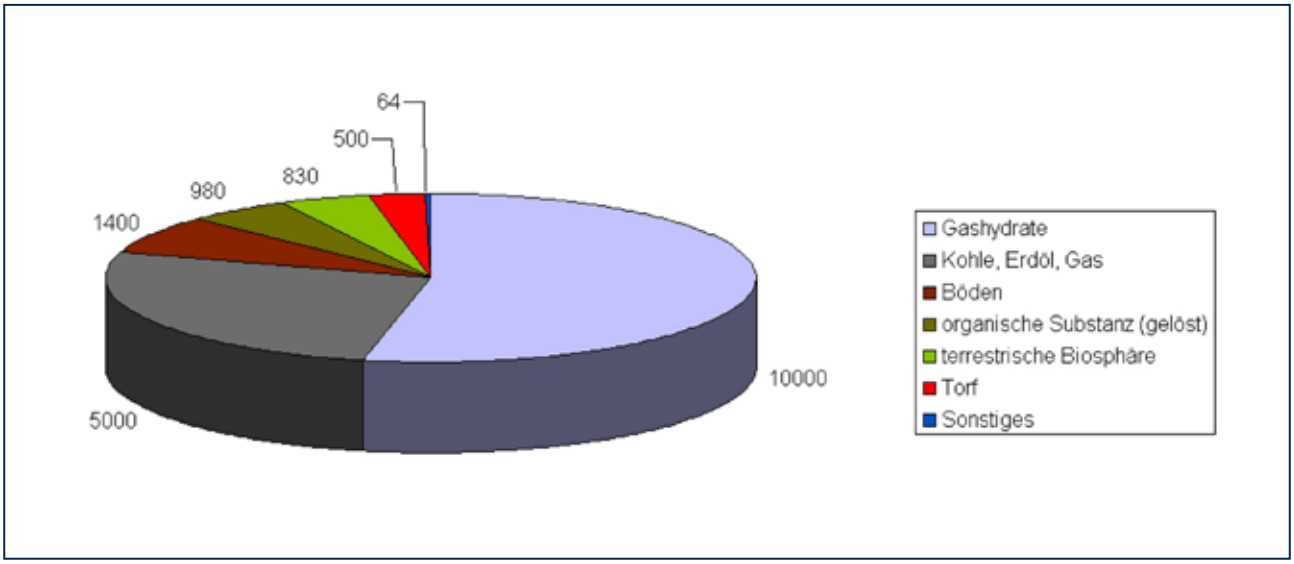

Abb. 2: Angenommene globale Verteilung des Kohlenstoffs basierend auf Kalkulationen von Kvenvolden et al. [3]. In dieser Darstellung wurden feinverteilte Kohlenstoffresourcen, wie z. B. Kerogen nicht einbezogen.

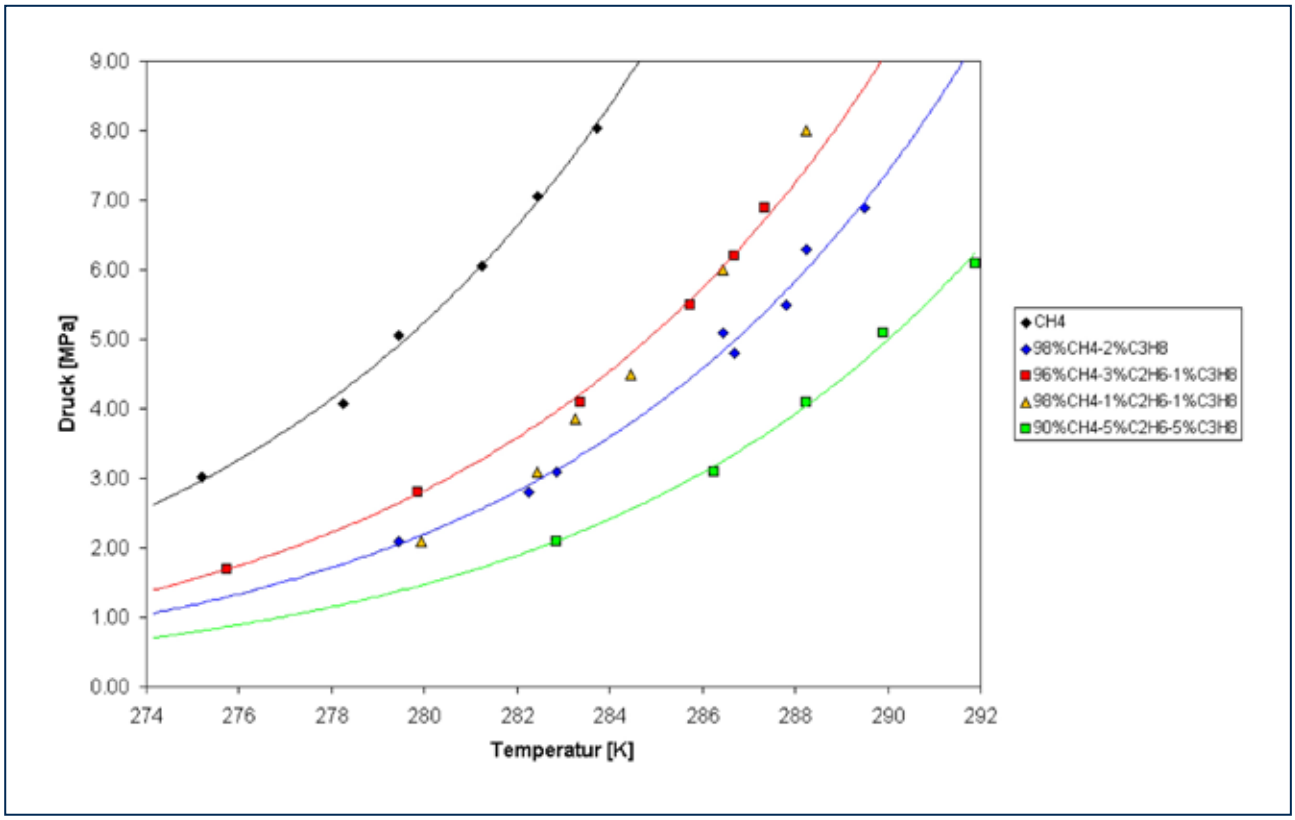

Abb. 3: Stabilitätsbereiche von reinem Methanhydrat und verschiedener gemischter Gashydrate. Es ist die Zusammensetzung des Gasgemisches angegeben, welches zur Synthese der Hydrate eingesetzt wurde. Die Stabilitätsgrenzen der gemischten Hydrate liegen im Vergleich zu dem reinen Methanhydrat deutlich zu höheren Temperaturen und niedrigeren Drücken verschoben. Übertragen auf natürliche Bedingungen kann das Bedeuten, dass die stabileren gemischten Hydrate weniger anfällig auf eine globale Erwärmung reagieren und in anderen Regionen zu erwarten sind als reine Methanhydrate.