

# Entwicklung eines Verfahrens zur Kopplung von Erdgasgewinnung aus maritimen Methanhydratlagerstätten und CO<sub>2</sub>-Speicherung - Modellierung und Simulation

G. Janicki<sup>1</sup>, S. Schlüter, T. Hennig, G. Deerberg

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Osterfelder Straße 3, 46047 Oberhausen, Telefon<sup>1</sup>: 0208 8598-1420, E-Mail<sup>1</sup>: georg.janicki@umsicht.fraunhofer.de, www.umsicht.fraunhofer.de

## Natürliche Gashydrate

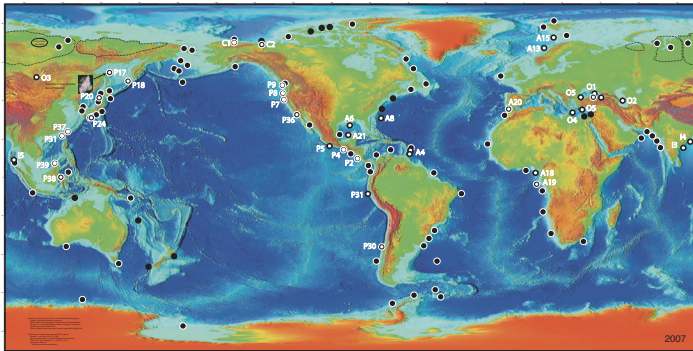


Bild 1: Methanhydratvorkommen weltweit [1]

Gashydrate sind käfigartige, eisförmige Einschlussverbindungen aus Gas- und Wassermolekülen, die bei hohen Drücken und niedrigen Temperaturen gebildet werden. Natürliche Gashydrate z. B. Methanhydrate kommen in Permafrostgebieten und im Meeresboden in Tiefen ab ca. 300-500m vor.



Bild 2: Brennendes Hydrat

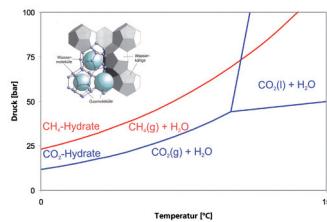


Bild 3: Gleichgewichtslage CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub> Hydrat

Das Interesse an Methanhydrat als Energieträger der Zukunft steigt seit einigen Jahren. Weltweit werden riesige Mengen an Methanhydrat in Lagerstätten vermutet. Vorsichtigen Schätzungen zur Folge ist dort mehr als doppelt so viel Kohlenstoff gebunden als in Kohle, Erdgas und Erdöl zusammen (10.000 Gt C) [2].

## Projekt »SUGAR«

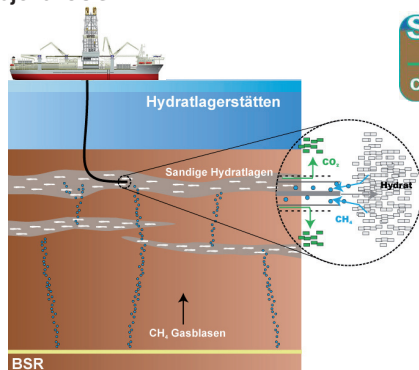


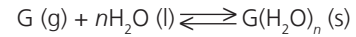
Bild 4: SUGAR Projektziele [3]

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Technologie zur Gewinnung von Erdgas aus maritimen Methanhydraten und Speicherung von CO<sub>2</sub> in Hydratform. Die Austauschreaktion hat den Vorteil, dass CO<sub>2</sub>-Hydrate bei realen Lagerstättenbedingungen thermodynamisch stabiler sind als CH<sub>4</sub> Hydrate.

## Simulationsergebnisse

Um Hydrate zu zersetzen und als Erdgas zu fördern, gibt es unterschiedliche Ansätze. Dazu zählen die thermische Destabilisierung, die Druckentlastung und die Zugabe von Chemikalien (inkl. CO<sub>2</sub>) oder deren Kombinationen.

## Modellierung der Hydratbildung/-zersetzung



(G – hydratbildende Gaskomponente z.B. CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S)

Stoffdaten	CH <sub>4</sub> Hydrat	CO <sub>2</sub> Hydrat
Hydratzahl n [-]	5,9	7,2
Dichte ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	920	1106
Bildungsenthalpie Δh [kJ/mol]	- 54	- 65

$$\text{Bildungsrate (Kim-Bishnoi [4]): } \frac{dc_h}{dt} = k \cdot A \cdot (f_g - f_{eq})$$

(k – Kinetikkonstante; A – volumenspezifische Oberfläche; f – Fugazität)

## Gasförderung durch Druckentlastung in einer Horizontalbohrung

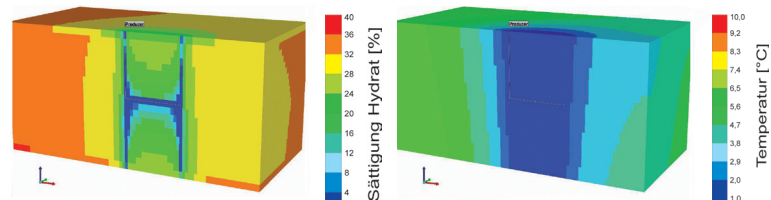


Bild 5: Sättigung Methanhydrat im Porenraum (links) und Temperaturprofil (rechts) nach 4 Jahren

## Huff'n'Puff-Methode

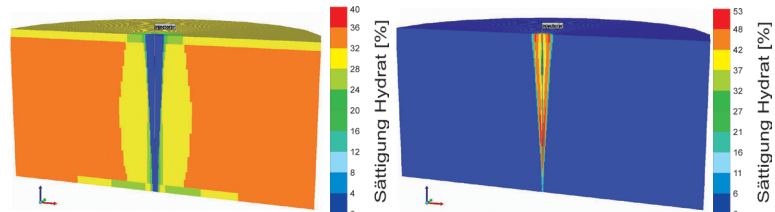


Bild 6: Sättigung Methanhydrat (links) und CO<sub>2</sub>-Hydrat (rechts) im Porenraum nach 10 Jahren

## 2-Loch-Verfahren

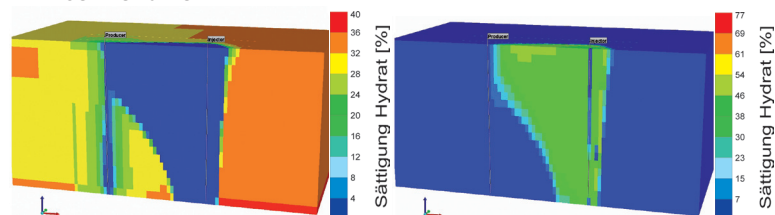


Bild 7: Sättigung Methanhydrat (links) und CO<sub>2</sub>-Hydrat (rechts) im Porenraum nach 5 Jahren

## Schlussfolgerung

Anhand der vorgestellten Simulationsergebnisse wird gezeigt, dass die Produktion von Erdgas aus Methanhydratlagerstätten prinzipiell möglich ist. Darüber hinaus deuten die Resultate darauf hin, dass auch CO<sub>2</sub> dauerhaft in Form von Hydraten in Sedimenten gespeichert werden kann.

## Referenzen

- [1] Thomas D. Lorenson und Keith A. Kvenvolden, USGS, <http://walrus.wr.usgs.gov/globalhydrate>
- [2] Kvenvolden, K.A.: Methane hydrate – A major reservoir of carbon in the shallow geosphere?, Chemical Geology 71 (1988), 41-51.
- [3] SUGAR-Projekt, BMWi gefördert (03SX250D), <http://www.sugar-projekt.de>
- [4] Kim, H.C. et al.: Kinetics of methane hydrate decomposition, Chemical Engineering Science 42/7 (1987), 1645-1653