

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung: Von der zufälligen Entdeckung zur gezielten Beobachtung: Gashydratforschung von 1811 bis zur Gegenwart .....</b>	1
	Literatur .....	4
<b>2</b>	<b>Molekularer Aufbau und Struktur der Gashydrate .....</b>	5
2.1	Natürlich vorkommende Hydratstrukturen .....	8
2.2	Weitere Hydratstrukturen .....	13
2.3	Unterschiede und Ähnlichkeiten mit Eis .....	14
	Literatur .....	15
<b>3</b>	<b>Bildung und Wachstum von Gashydraten – Labor versus Natur .....</b>	17
3.1	Thermodynamische Voraussetzungen für die Bildung von Gashydraten .....	18
3.2	Modelle für Keimbildung und Hydratwachstum auf molekularer Ebene .....	23
3.3	Gashydratbildung in der Natur – ein komplexes System .....	29
	Literatur .....	32
<b>4</b>	<b>Thermodynamische Eigenschaften einfacher und gemischter Gashydrate .....</b>	35
4.1	Die Darstellung der Phasengleichgewichte einfacher Gashydrate im Druck-Temperatur-Diagramm .....	36
4.2	Der Einfluss der Gastmoleküleigenschaften auf die thermodynamischen Eigenschaften der Hydratphase .....	41
4.3	Der Einfluss von Salzen und anderen thermodynamischen Inhibitoren auf die thermodynamischen Eigenschaften der Hydratphase .....	47
4.4	Der Einfluss von Sedimenten auf die thermodynamischen Eigenschaften der Hydratphase .....	50
	Literatur .....	51
<b>5</b>	<b>Gashydratvorkommen in der Natur .....</b>	53
5.1	Ein dynamisches Gleichgewicht .....	54
5.2	Abschätzungen der weltweiten Gashydratvorkommen .....	57
5.3	Erscheinungsbild, Kristallstrukturen und Zusammensetzungen natürlicher Hydratvorkommen .....	61
5.4	Nachweismethoden .....	63
	Literatur .....	69
<b>6</b>	<b>Gewinnung von Erdgas durch den Abbau natürlicher Gashydratvorkommen .....</b>	71
6.1	Klassifikation natürlicher Gashydratvorkommen und Voraussetzungen für den Abbau .....	72
6.2	Thermische Stimulation .....	74
6.3	Druckerniedrigung .....	77

VIII Inhaltsverzeichnis

6.4	<b>Chemische Stimulation</b> .....	78
6.5	<b>Herausforderungen und Risiken bei der Förderung von Gas aus natürlichen Hydratreservoiren</b> .....	87
	Literatur .....	88
7	<b>Industrielle Nutzung von Gashydraten</b> .....	91
7.1	Speicherung und Transport von Gasen in Gashydraten .....	92
7.2	<b>Nutzung von Gashydraten zur Reinigung von Gasen</b> .....	97
7.3	<b>Nutzung von Gashydraten zur Entsalzung von Meerwasser und Aufbereitung von Abwässern</b> .....	98
7.4	<b>Nutzung von Gashydraten in Kühlsystemen</b> .....	100
	Literatur .....	101
8	<b>Zersetzung natürlicher Gashydratvorkommen: potentielle Folgen für Hangstabilitäten und Klima</b> .....	103
8.1	<b>Zersetzungsvorverhalten von Gashydraten in Abhängigkeit von Zusammensetzung und Struktur</b> .....	104
8.2	<b>Hangrutschungen als mögliche Folge der Gashydratzersetzung</b> .....	108
8.3	<b>Wechselwirkung zwischen Gashydraten und Klima</b> .....	112
	Literatur .....	116
9	<b>Analysemethoden zur Charakterisierung von Gashydraten</b> .....	119
9.1	<b>Raman-Spektroskopie</b> .....	120
9.2	<b>Röntgendiffraktometrie</b> .....	126
9.3	<b>Neutronendiffraktometrie</b> .....	130
9.4	<b>Elektronenmikroskopie</b> .....	130
9.5	<b>Kernmagnetische Resonanz-Spektrometrie</b> .....	132
9.6	<b>Dynamische Differenzkalorimetrie</b> .....	134
	Literatur .....	135
10	<b>Ausblick</b> .....	139
	Literatur .....	142
	<b>Serviceteil</b>	
	Stichwortverzeichnis .....	145