

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung: Von der zufälligen Entdeckung zur gezielten Beobachtung: Gashydratforschung von 1811 bis zur Gegenwart.....	1
	Literatur	4
2	Molekularer Aufbau und Struktur der Gashydrate	5
2.1	Natürlich vorkommende Hydratstrukturen	8
2.2	Weitere Hydratstrukturen	13
2.3	Unterschiede und Ähnlichkeiten mit Eis	14
	Literatur	15
3	Bildung und Wachstum von Gashydraten – Labor versus Natur	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
4	Thermodynamische Eigenschaften einfacher und gemischter Gashydrate	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
5	Gashydratvorkommen in der Natur	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
6	Gewinnung von Erdgas durch den Abbau natürlicher Gashydratvorkommen	71
6.1	Klassifikation natürlicher Gashydratvorkommen und Voraussetzungen für den Abbau	72
6.2	Thermische Stimulation	74
6.3	Druckerniedrigung	77

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