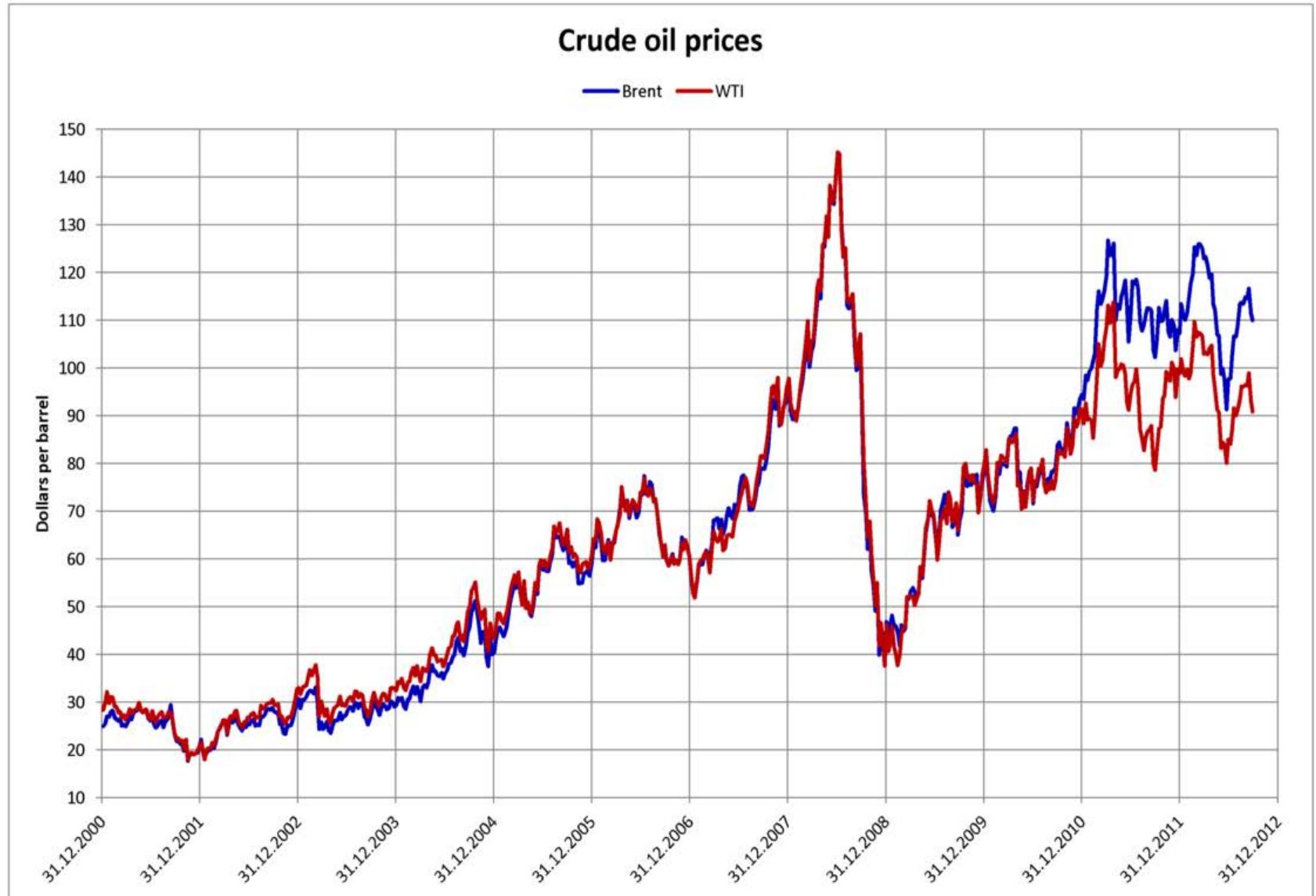


Fossile Energieträger

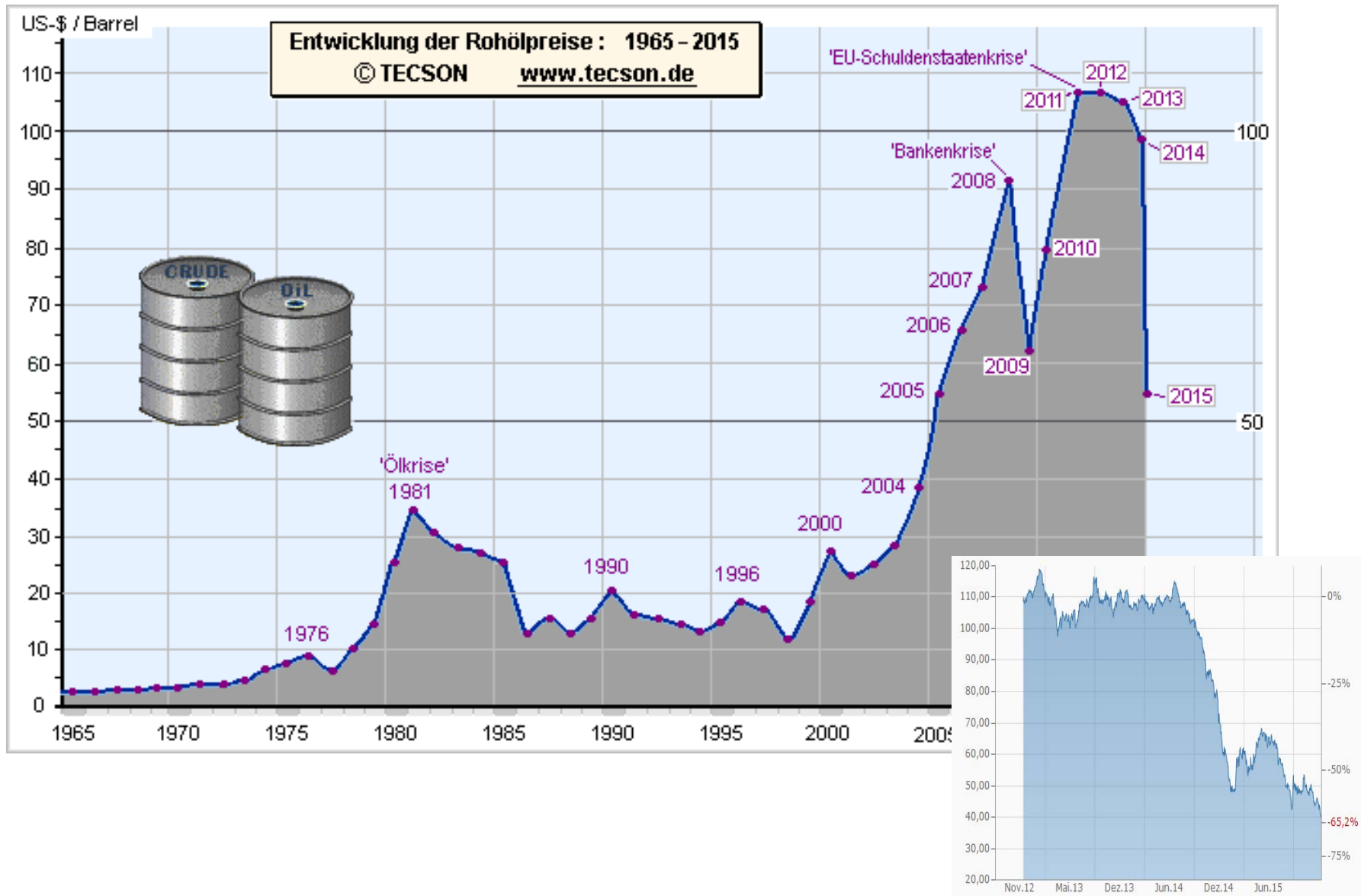
Teil II

Gashydrate & Kohle

Ölpreisentwicklung



Ölpreisentwicklung

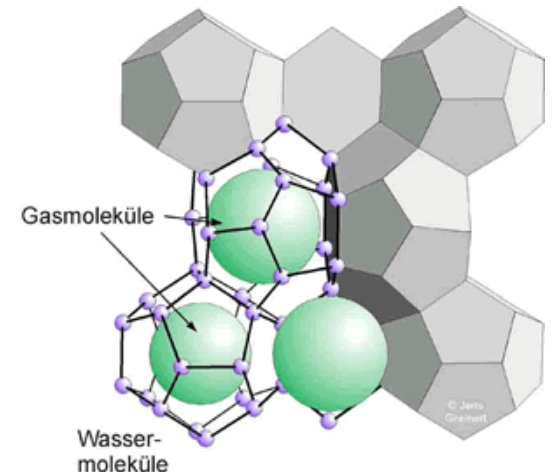


Gashydrate

Eisähnliche, brennbare Verbindungen aus Wasser und Gas (vorrangig Methan, CH_4)

Hohe Energiedichte (aus 1 m^3 Methanhydrat lassen sich bei der Zersetzung bis zu 164 m^3 Methan gewinnen) – potentielle Energiequelle

Einfluss auf Festigkeit und Stabilität des Meeresbodens (submarine Rutschungen)



Quelle: IfM-GEOMAR



GEOTECHNOLOGIEN

<http://www.geotechnologien.de/>



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

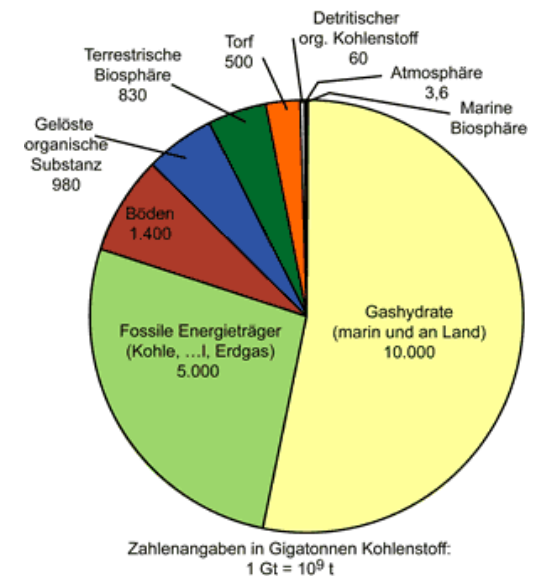
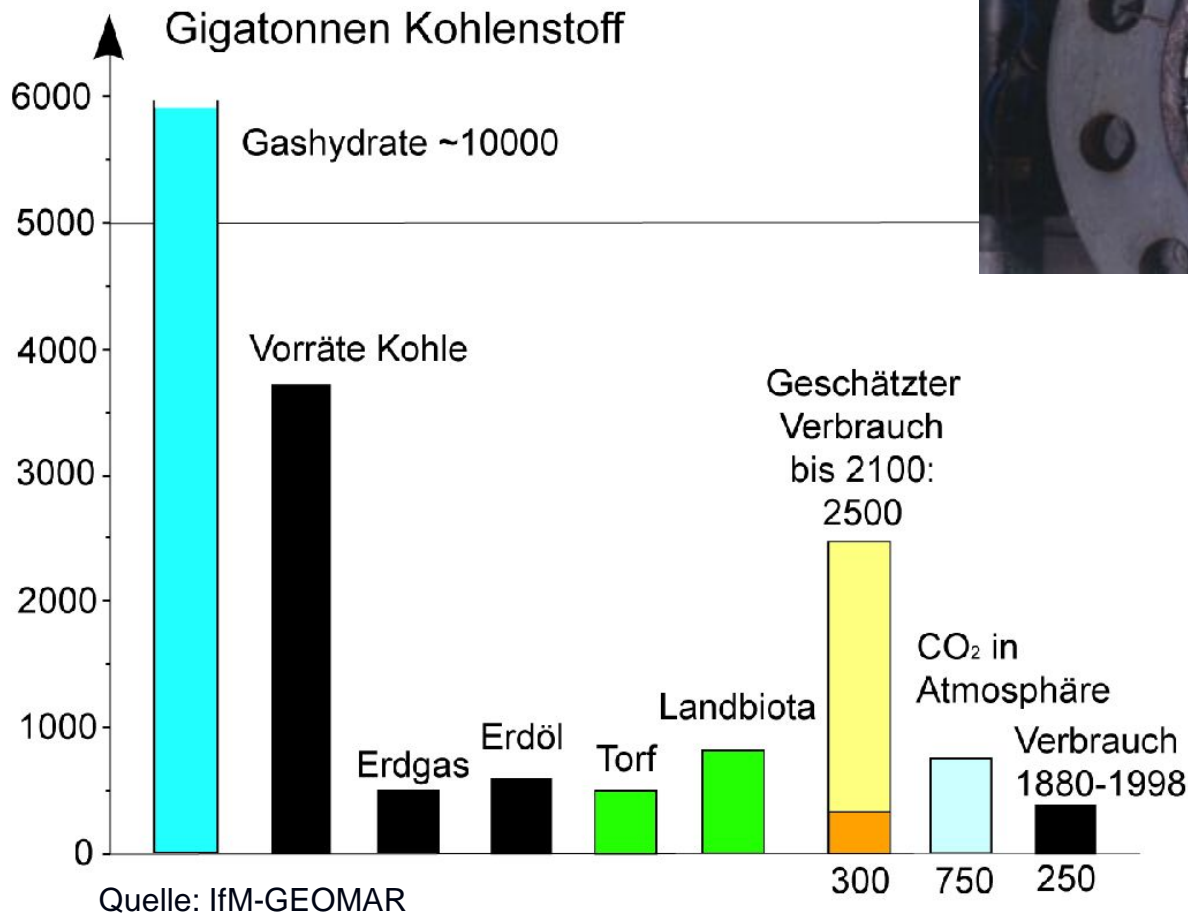
DFG

geowissenschaftliches
Forschungs- und
Entwicklungsprogramm



Gashydrate

Störenfried oder Hoffnungsträger?



Gashydrate - Klimawirksamkeit

Bei Gashydratfreisetzung
Methanoxidationsreaktion:



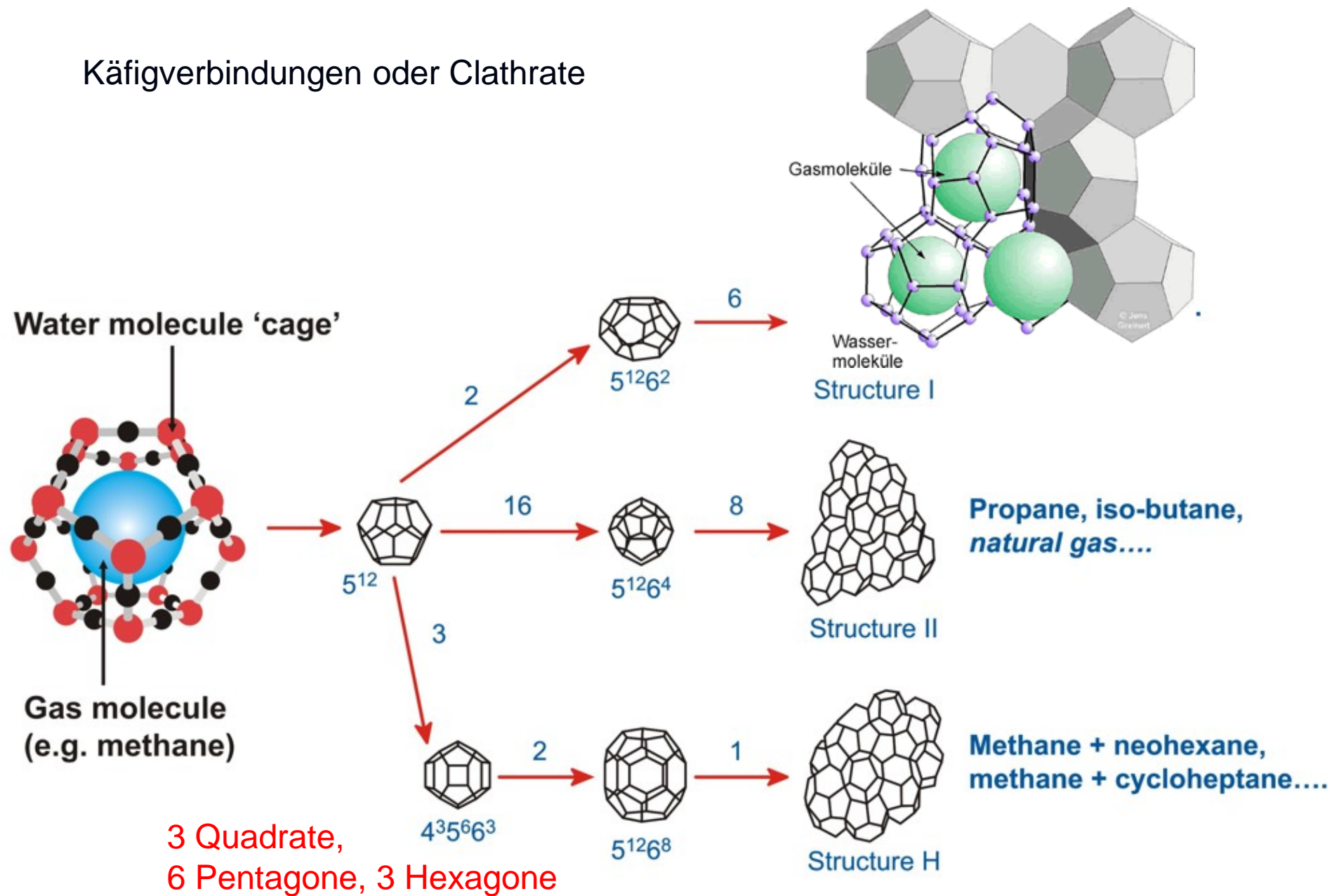
Freisetzung von marinen Hydratvorräten (Methan – Treibhausgas) hat Einfluss auf das globale Klima und den Kohlenstoffkreislauf



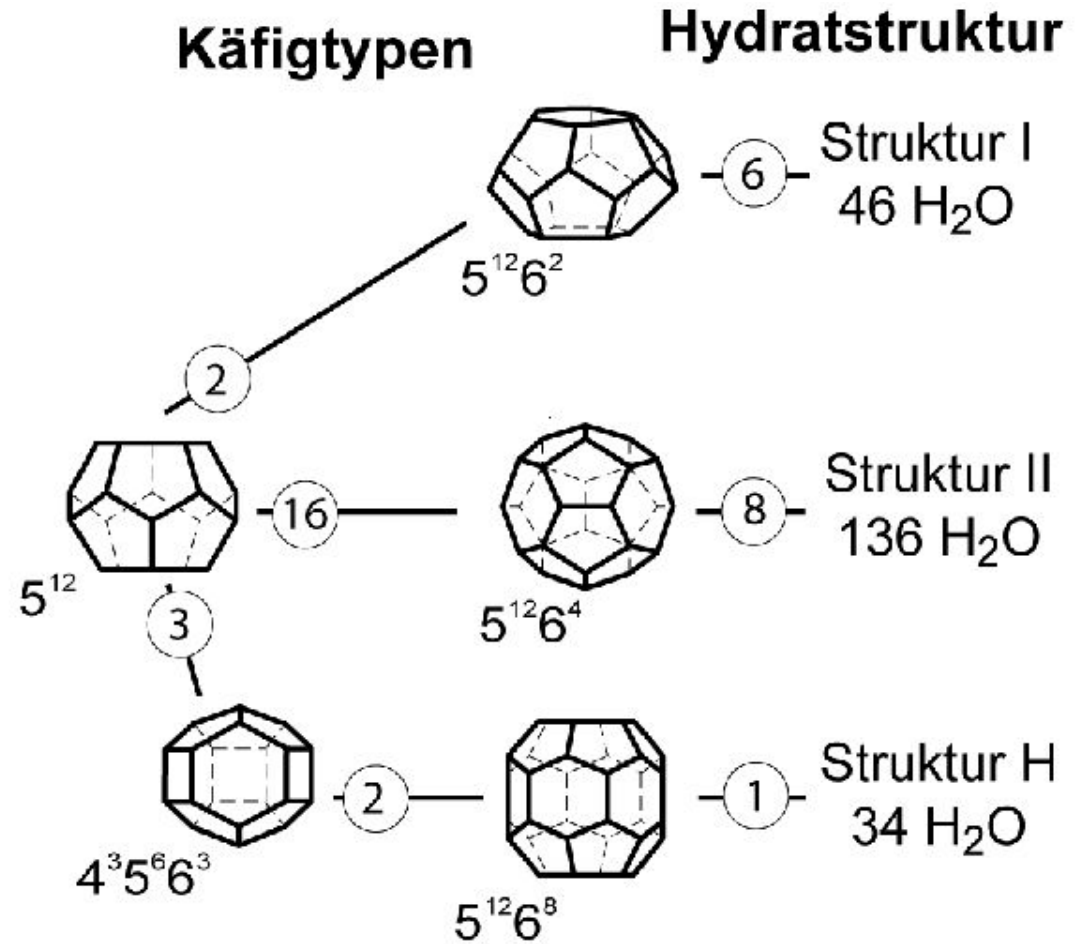
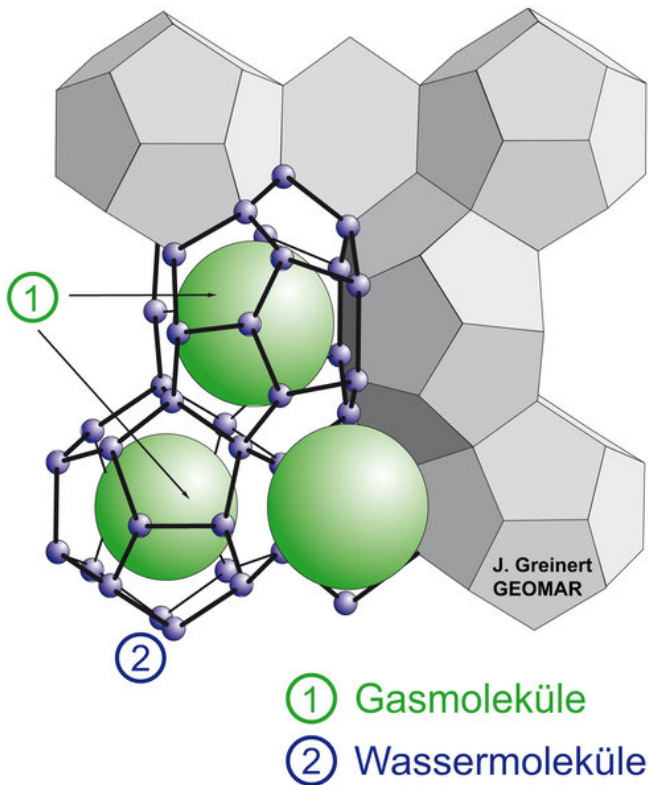
brennbar

Gashydratstruktur

Käfigverbindungen oder Clathrate



Gashydratstruktur



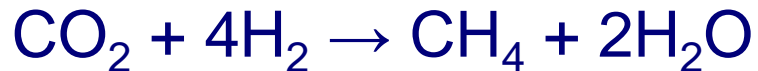
Gashydrate

Methanquellen

mikrobieller Abbau organischen Materials

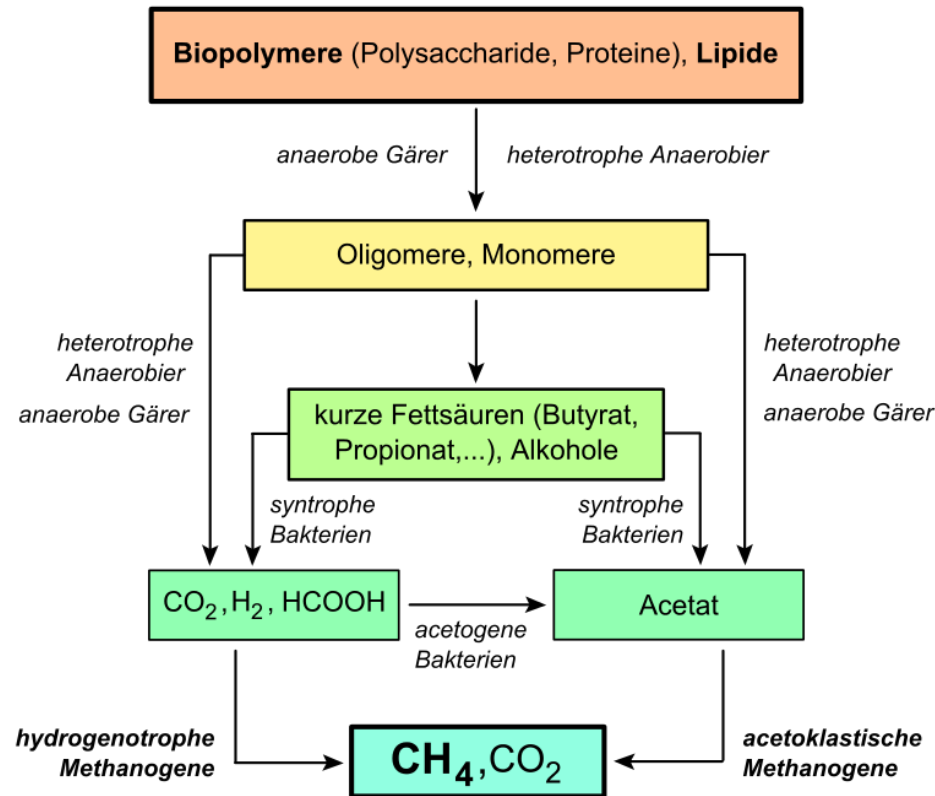


bakterielle Kohlenstoffdioxid-Reduktion unter anoxischen Bedingungen (Methanobakterium):

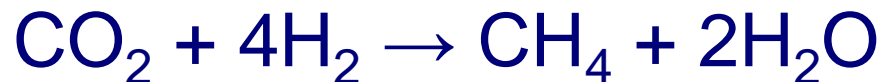


ohne Mikroorganismen u.z. **thermokatalytisch** im Zusammenhang mit Erdöllagerstätten

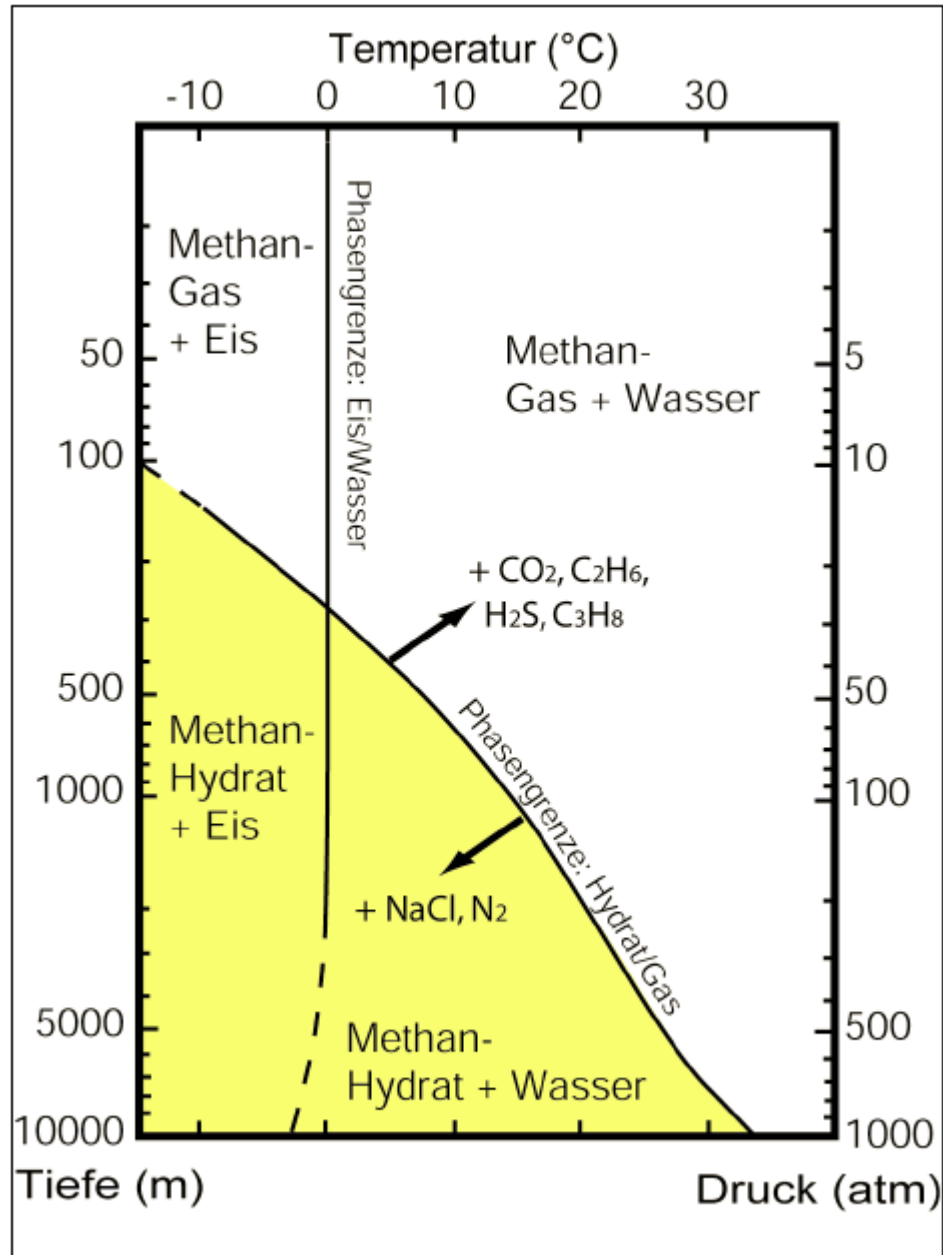
Mikrobieller Abbau organischen Materials



Anoxische Methangärung (Sümpfe, Reisfelder, Böden, Kuhmägen, Termitendärmen)

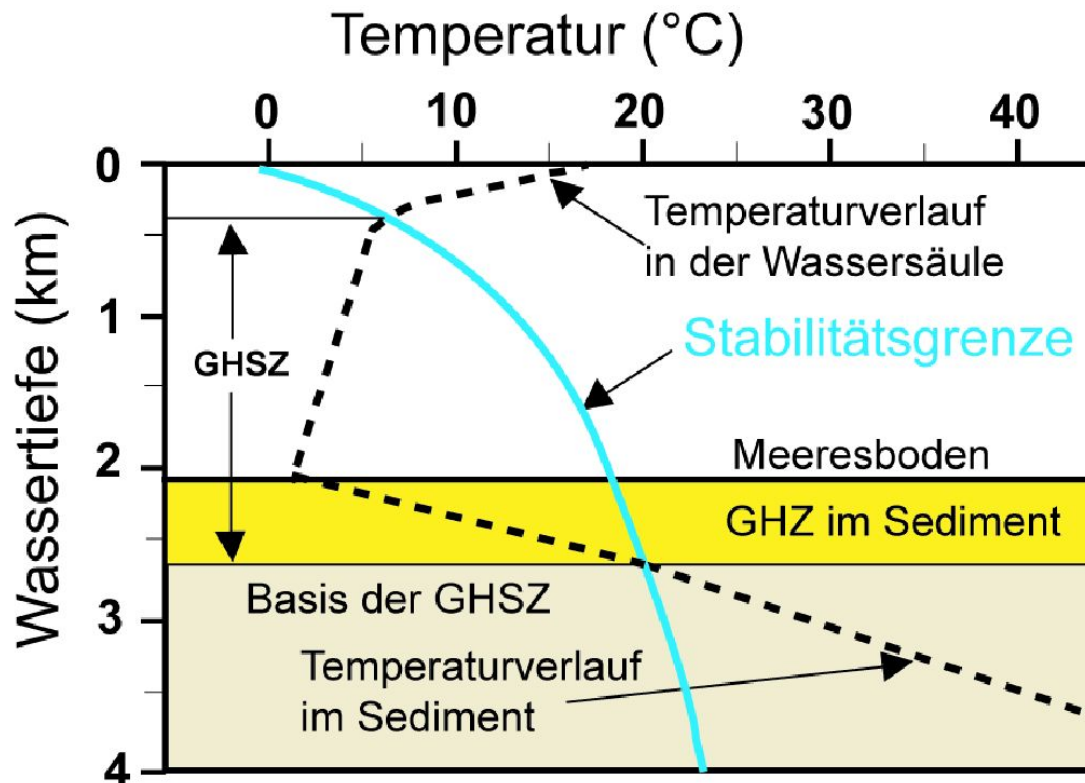


Stabilität von Methanhydraten

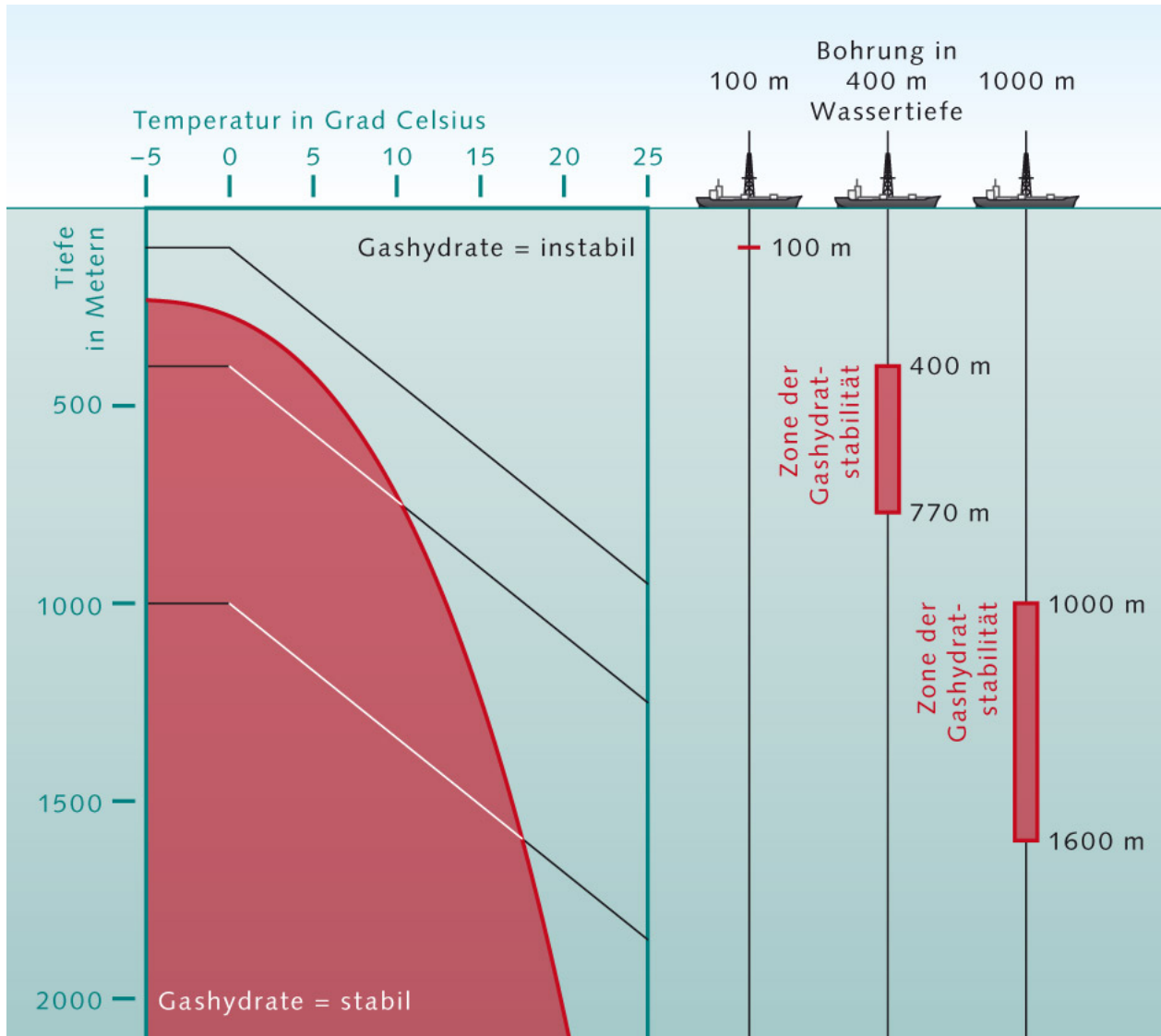


Stabilität von Methanhydraten

Entstehung unter hohem Druck und niedrigen Temperaturen in marinen Sedimenten oder in Permafrostböden an Land



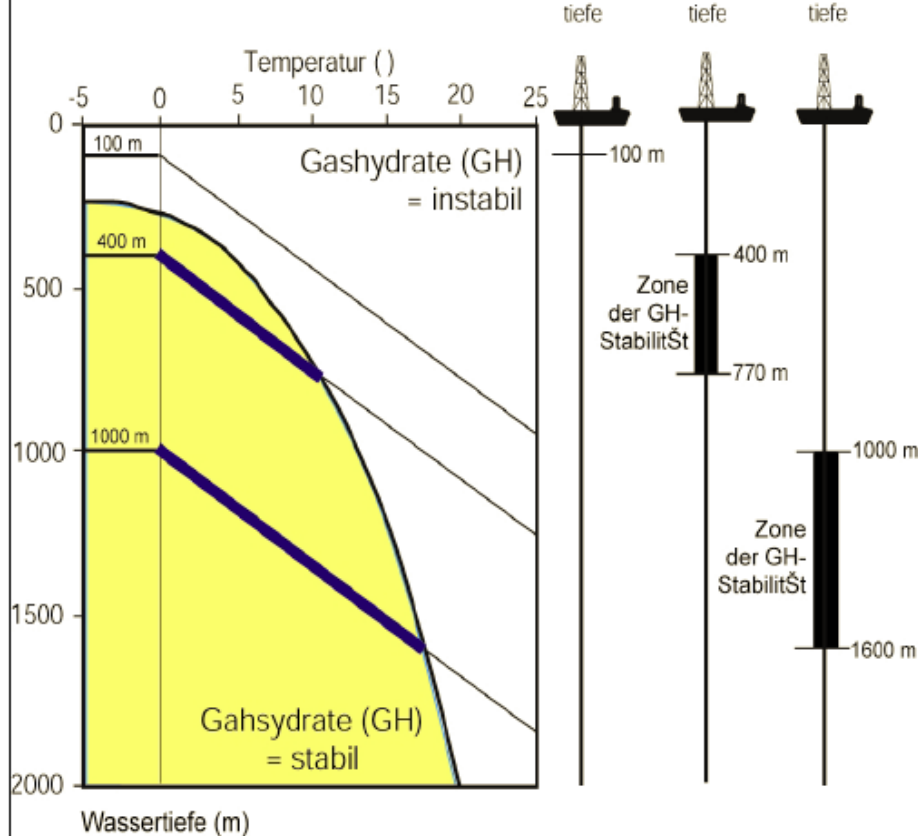
Stabilität von Methanhydraten



Stabilität von Methanhydraten

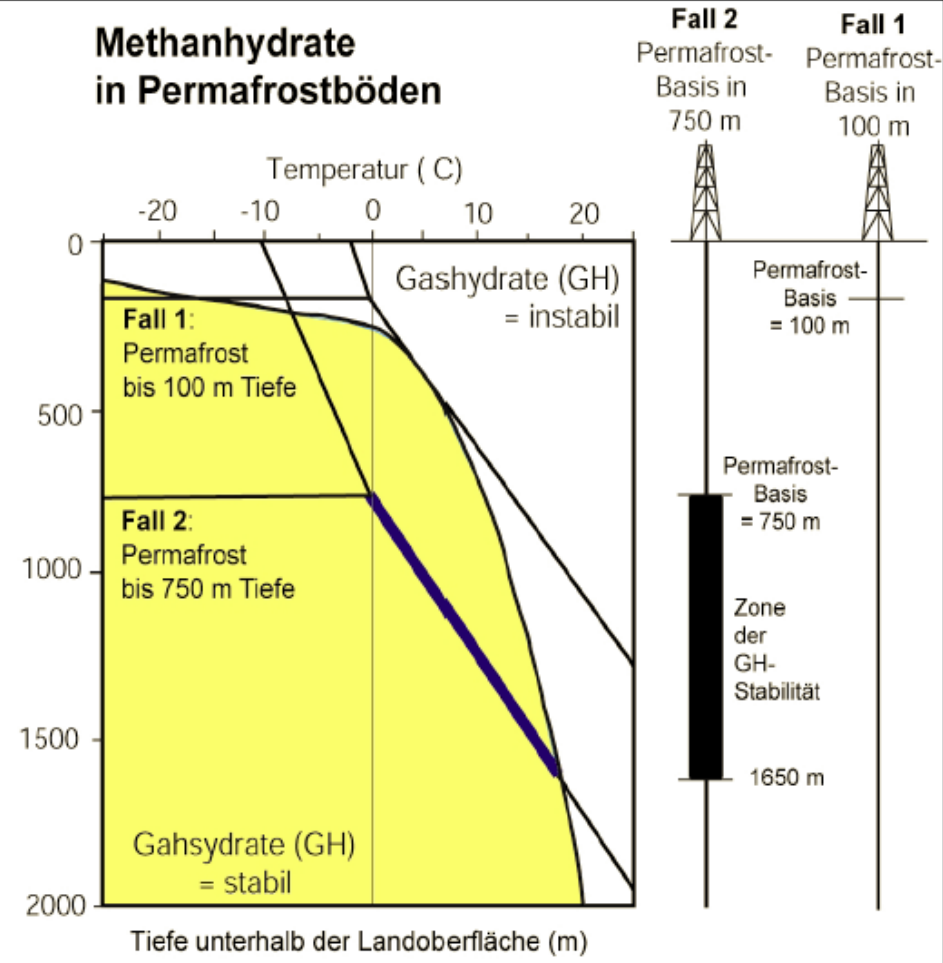
marin

Methanhydrate in Meeressedimenten



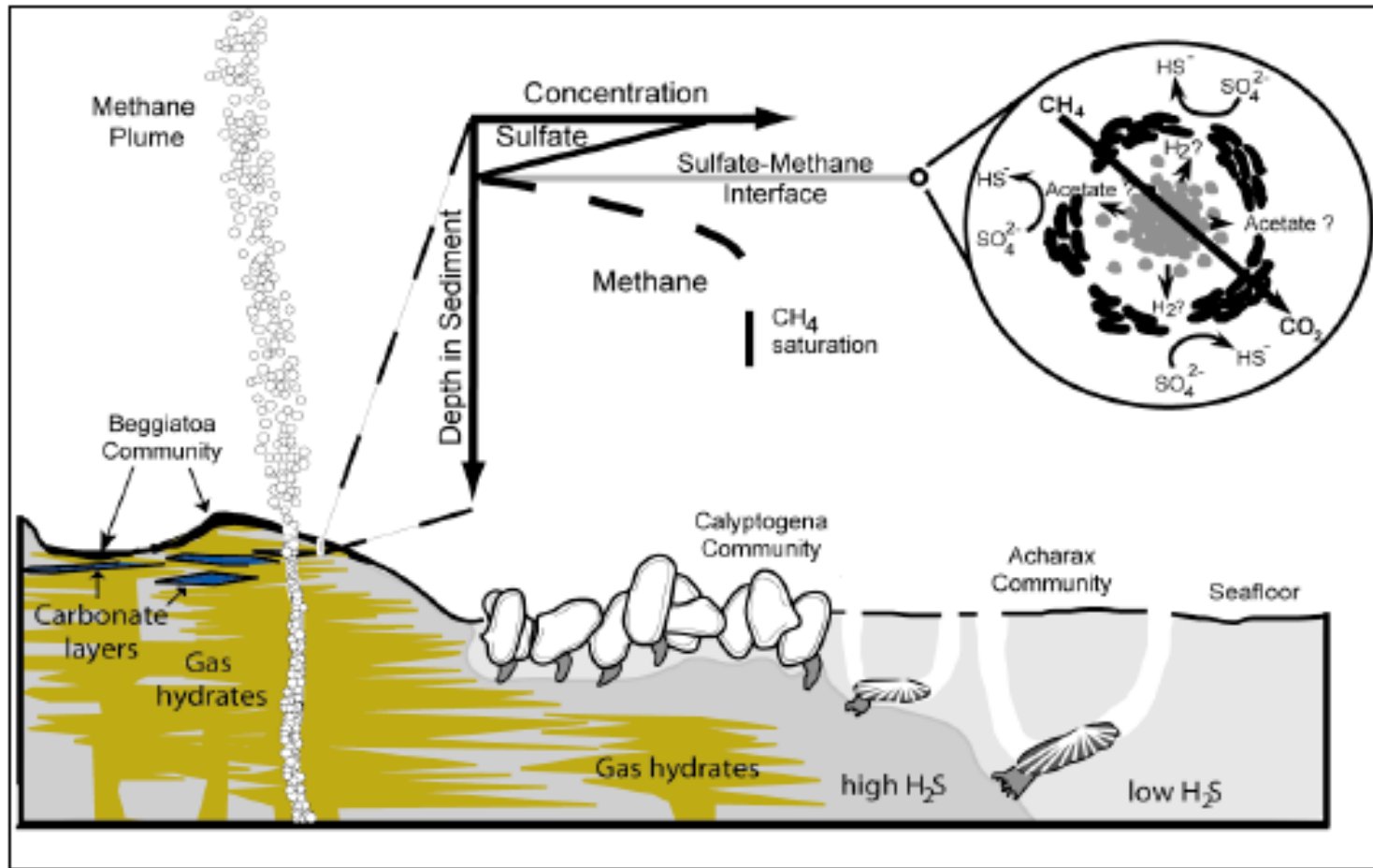
terrestrisch

Methanhydrate in Permafrostböden



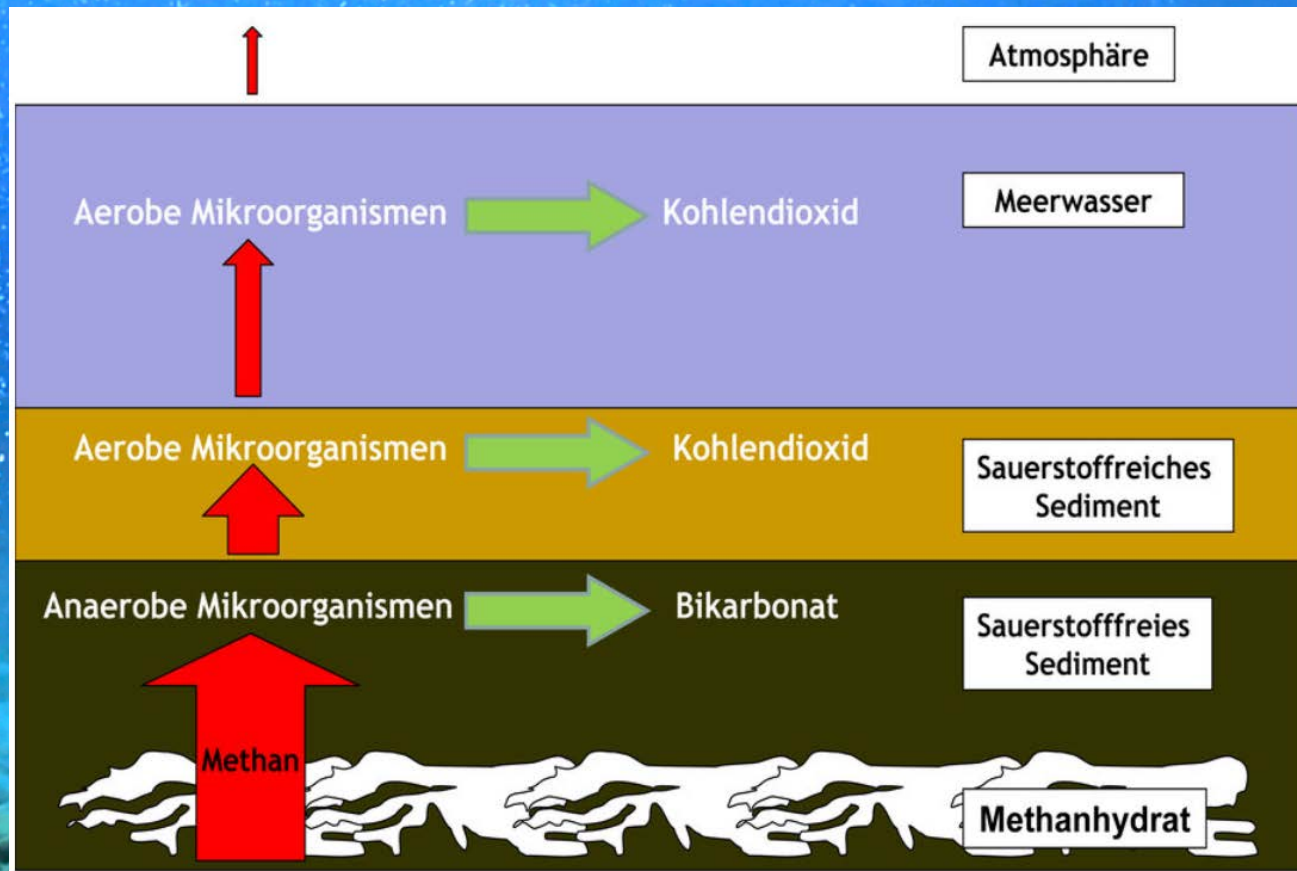
Hydratrücken der Cascadia Subduktionszone, Oregon

Cold seeps

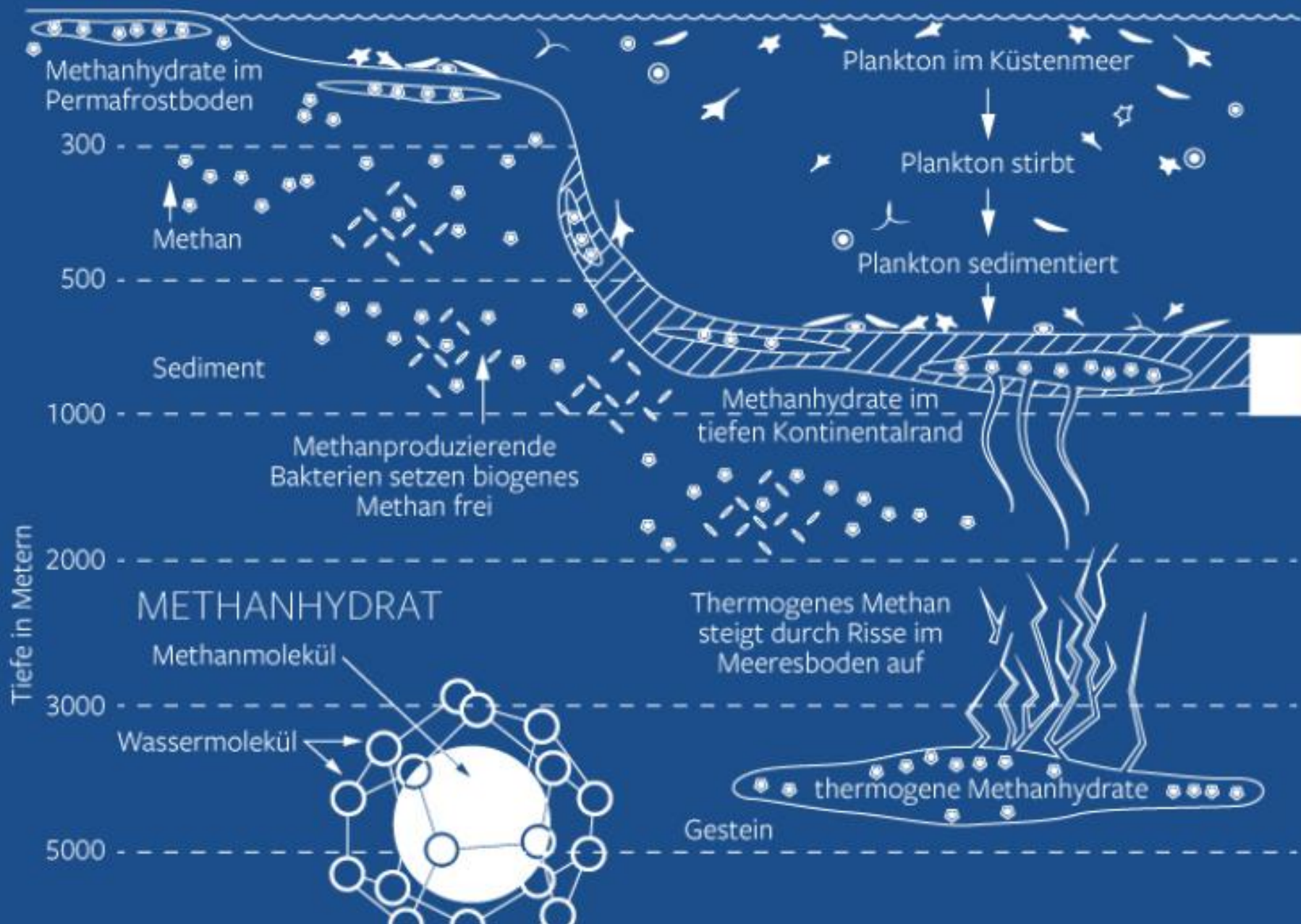


Freies Gas dringt sowohl schichtparallel in die Sedimente und bildet dort Gashydrate, als auch in die Wassersäule. Die hohe Verfügbarkeit von Methan führt bei Anwesenheit von Sulfat zur **anaeroben Methanoxidation**, umgesetzt durch ein Konsortium von Archaeen und sulfatreduzierenden Bakterien → Bildung von Schwefelwasserstoff → Besiedlung chemosynthetisch lebender Muscheln

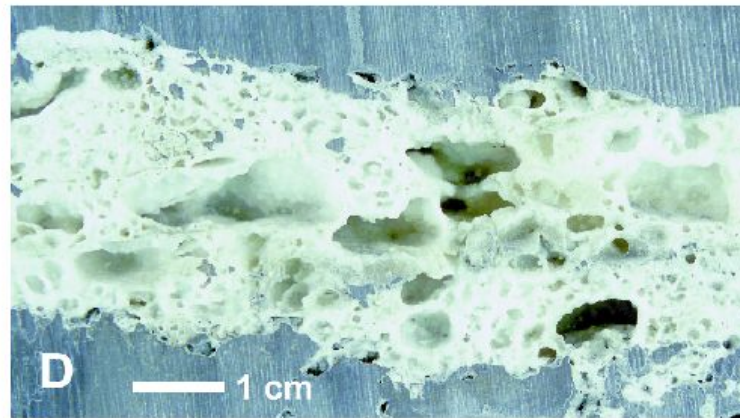
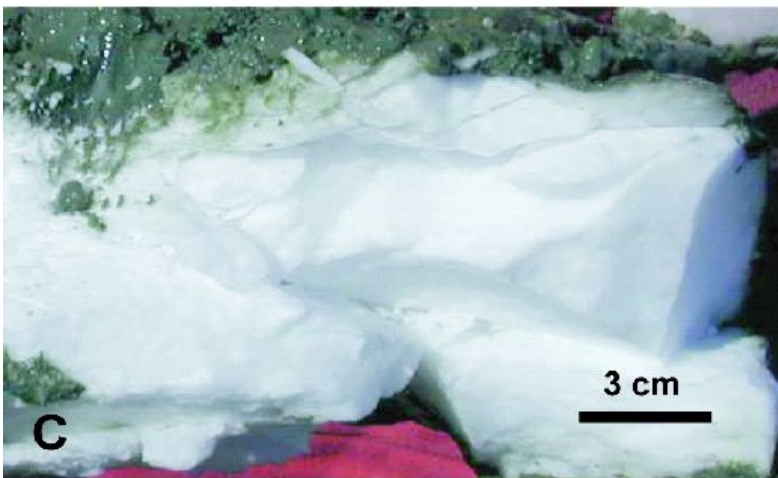
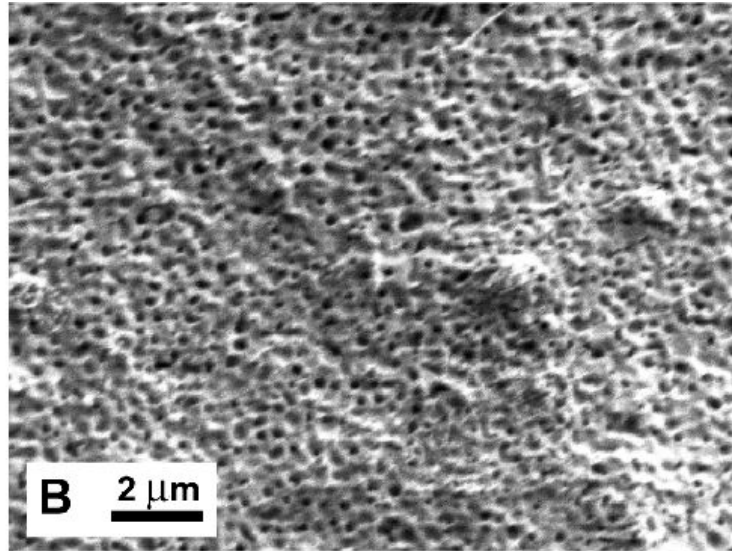
Das Methan auf seinem Weg nach oben



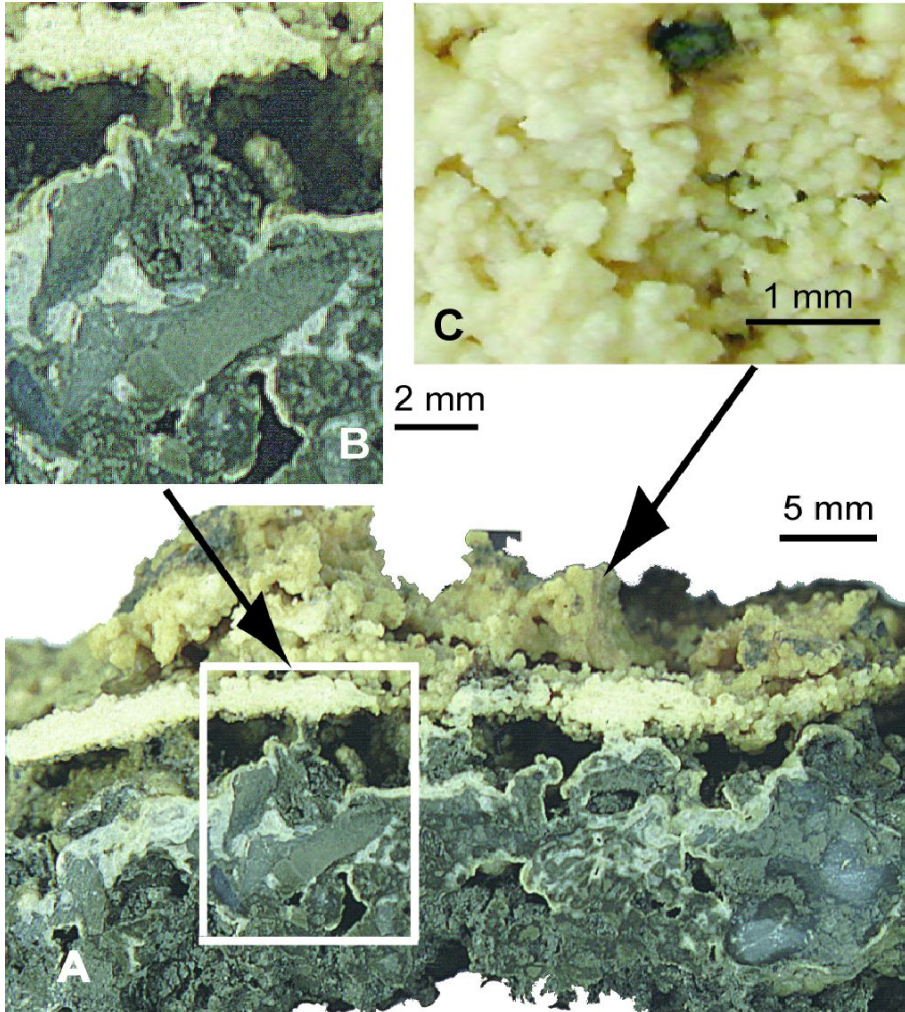
Prozesse der Methanhydratbildung



Gefüge von Methanhydraten



Gashydratkarbonat oder Clathrit



Clathrite: fossile Belege für
Gashydrate
(Gashydratbekzie)

Clathrit mit zweilagigem Aufbau. B:
Mg-calcitisch zementierte
Klastenlage. C: botryoidalen
Aragonitlage.

im ursprünglichen Gashydratmilieu
entstanden

Zerstörung des ursprünglichen
Sedimentgefüges

Gashydrate

Vorkommen im marinen Bereich: an passiven und aktiven Kontinentalrändern und in Randmeeren

Grün: Vorkommen in den nördlichen Permafrostgebieten

Rot: mithilfe geophysikalischer Methoden identifizierte Vorkommen

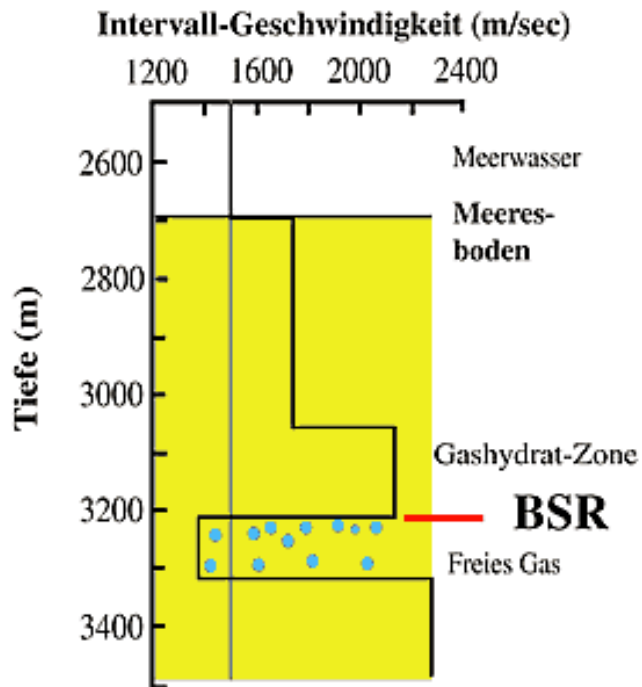
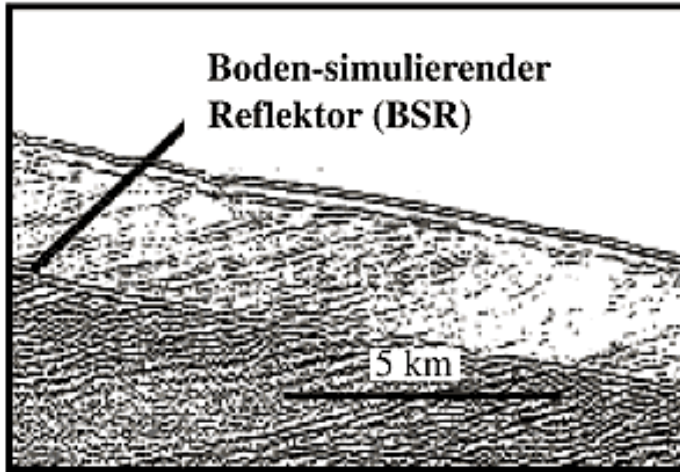
Blau: durch direkte Beprobung nachgewiesen



Verteilung mariner und terrestrischer Gashydratvorkommen

Detektionsmethoden: Chlorid-Anomalien im Porenwasser, BSRs, Pockmarks, freie Gasaustritte

Gashydrate - Temperatur- und Druckbedingungen, seismisches Verhalten



Methanhydrate in Permafrostböden



Methanlager im Permafrostboden und die Hydrate in flachen Schelfmeerbereichen: besonders sensibel, da aufgrund des geringen Drucks schon kleinste Temperaturerhöhungen große Mengen von Methanhydrat oder Methan freisetzen könnten.

Rückkoppelungseffekte

Methanfreisetzung aus Gashydraten und
Glazial-Interglazial-Schwankungen

Kontinentale Permafrosthydrate

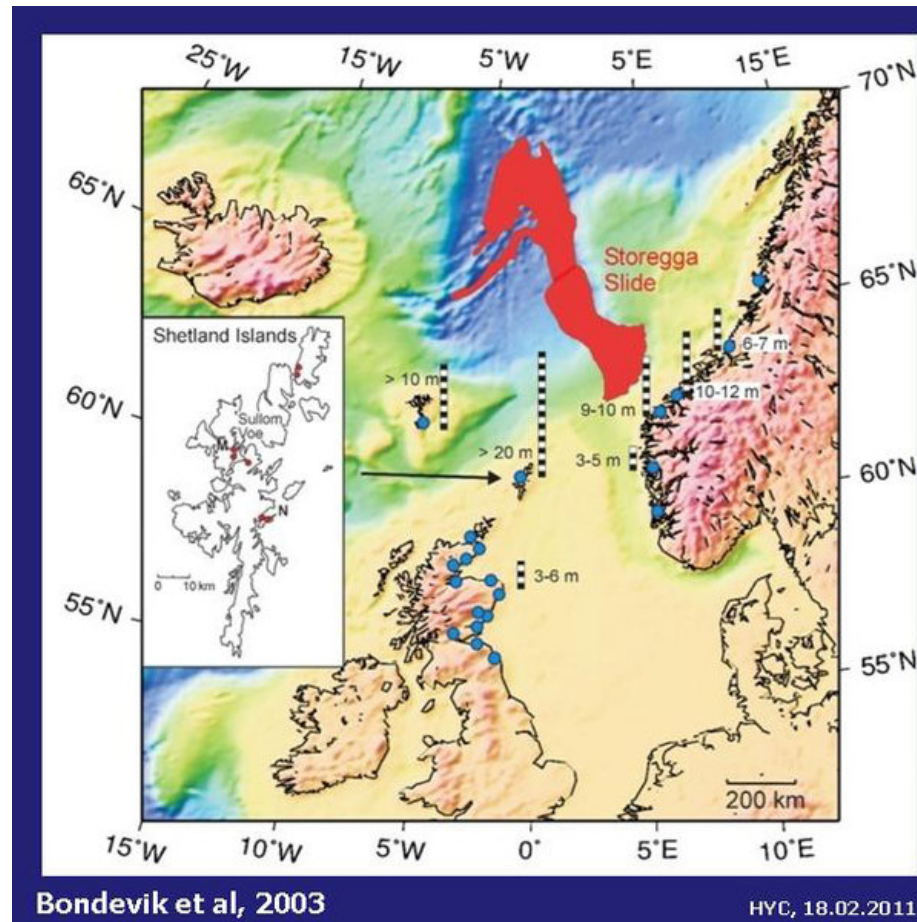
Temperaturanstieg - Temperatursensibilität
Positive Rückkoppelung

Ozeanische Gashydrate

Druckanstieg - Meeresspiegelanstieg
Negative Rückkoppelung

Einfluß auf submarine Hangstabilität

Storegga-Rutschung (rot); vor etwa 9000 Jahren

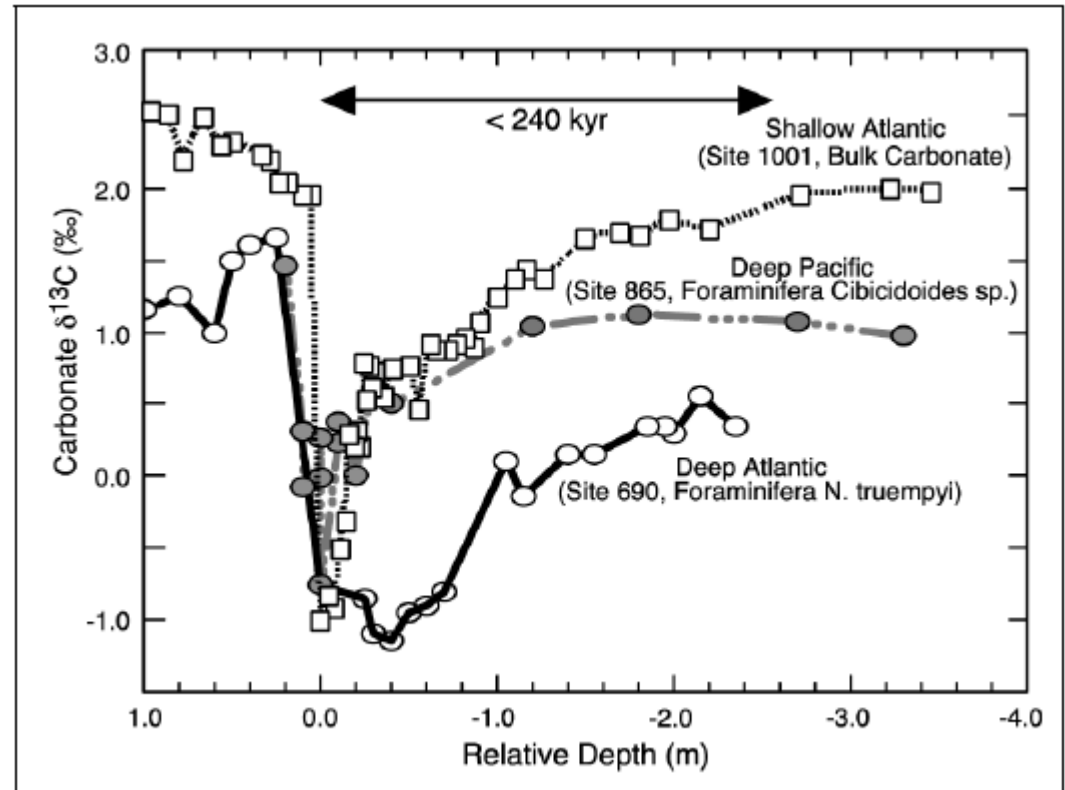


Gashydratfreisetzung am oberen Kontinentalrand im Zuge einer Druckverminderung durch Meeresspiegelabsenkung. Meeresspiegel vor 18.000 Jahren während der letzten Vereisung global etwa 120 m tiefer als heute

Globale ^{12}C -Anomalie vor 55 Mio. Jahren

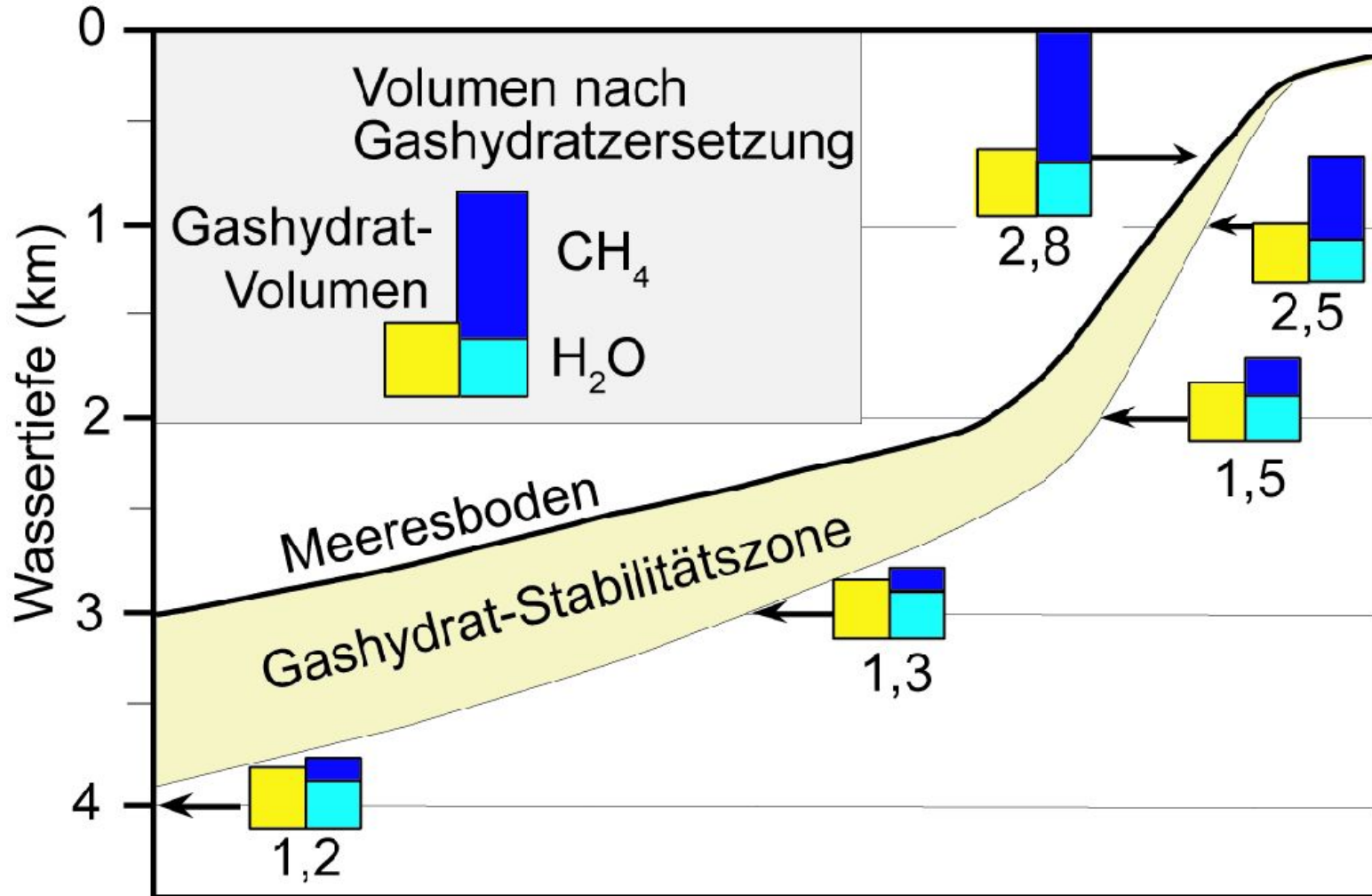
Kohlenstoffisotopenveränderung über die Paläozän/Eozän-Grenze vor 55.5 Mio Jahre in verschiedenen Ozeanbereichen

Aufgrund der unterschiedlichen Sedimentationsraten erhält die Exkursion unterschiedliche Formen



Methanhydrate - Klimawirksamkeit

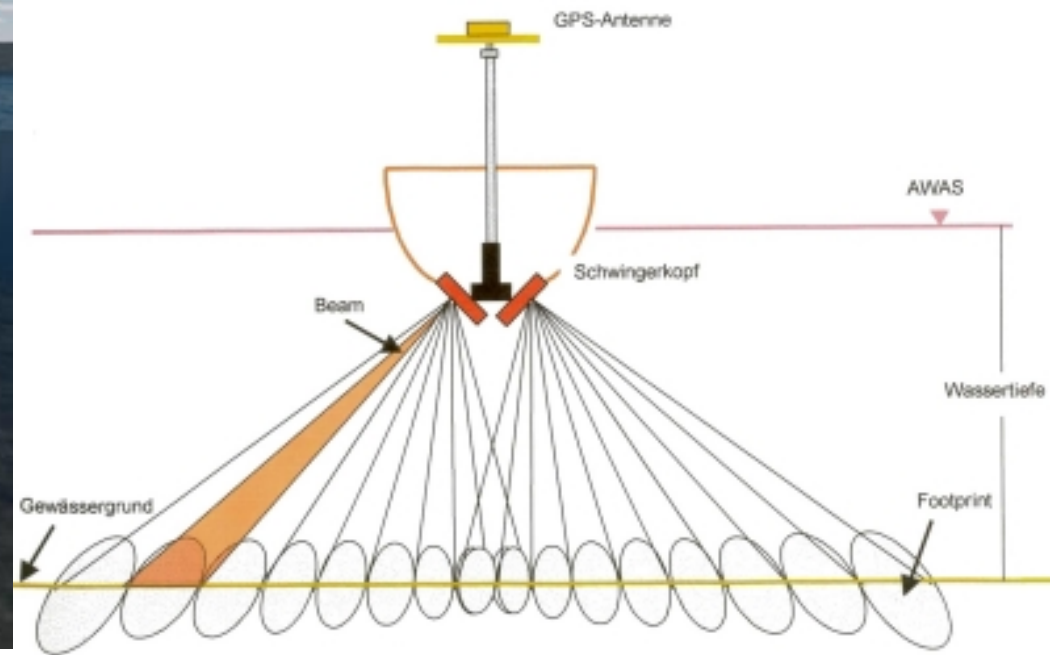
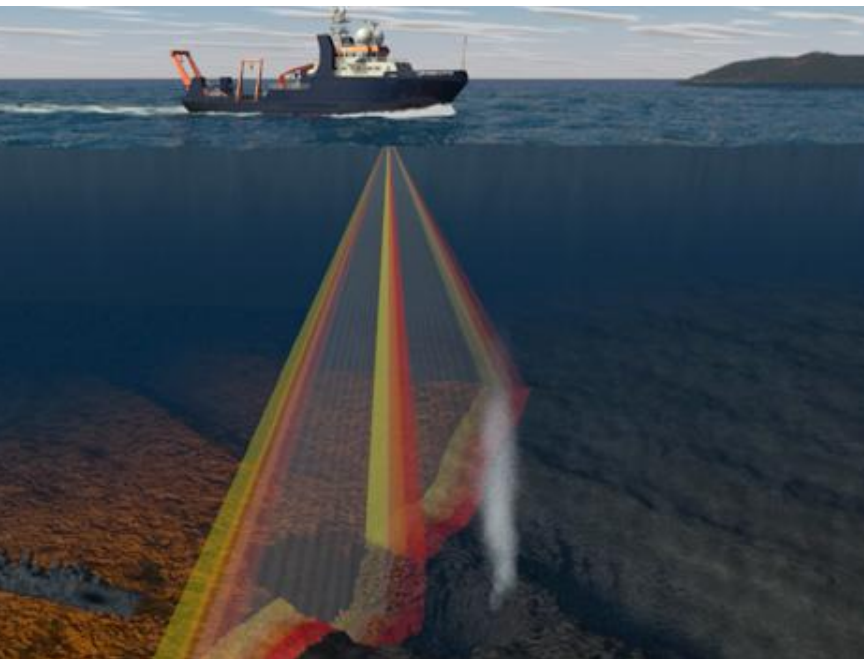
Volumenausdehnung bei Gashydratzerersetzung



Prospektionsmethoden

Fächerecholot: fächerförmige Ausstrahlung der
Ultraschallstrahlen

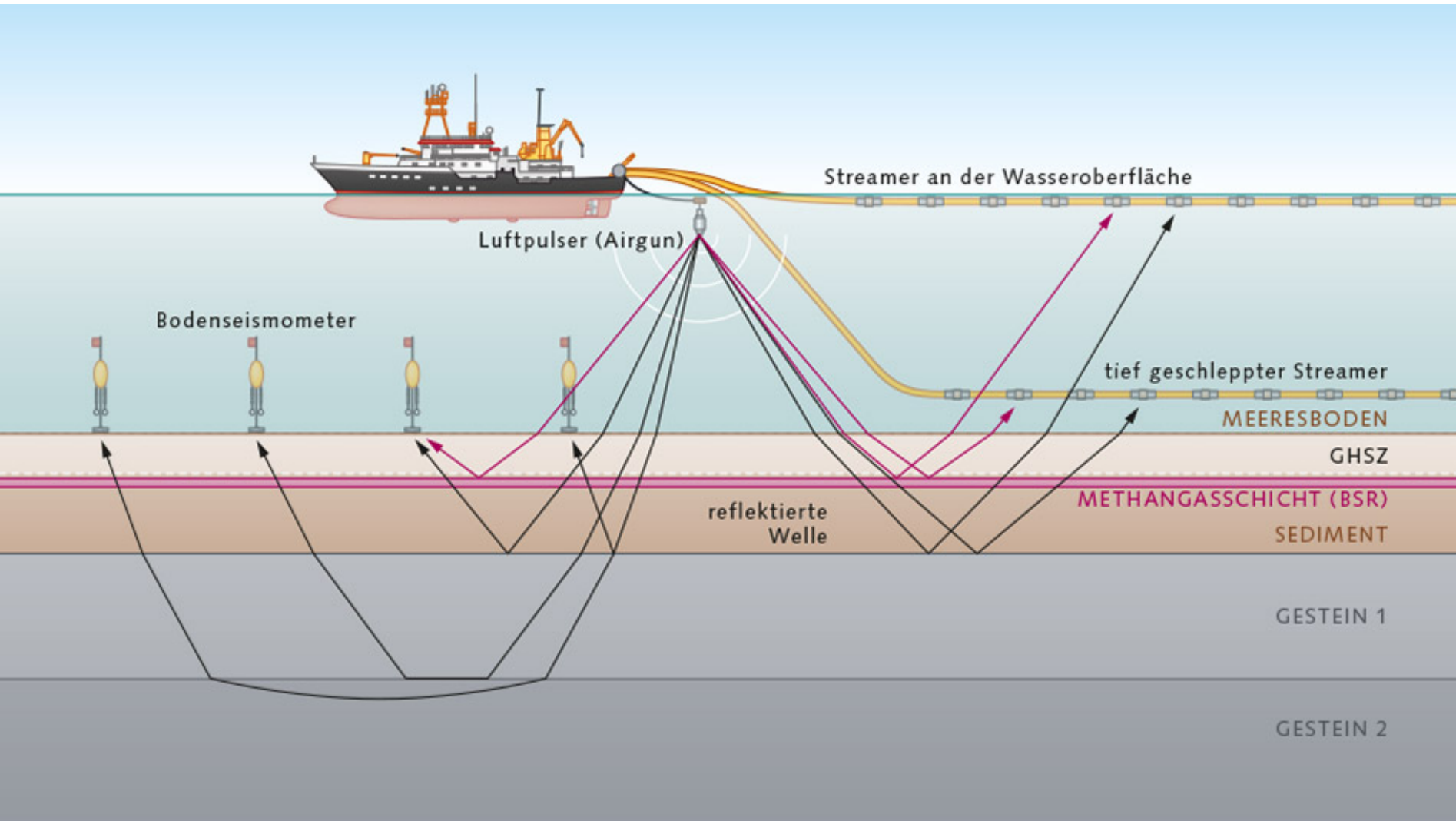
Methangasblasen bzw.
deren Reflexionssignale
können detektiert
werden



Prospektionsmethoden

Mehrkanalseismik: **Airguns** erzeugen Schallwellen
Messung mittels **Bodenseismometer** oder
Steamerkette

Mit **Methansensor**
Methankonzentration
direkt im Meer messbar



Prospektions- methoden

Blick auf die Steamerketten von
oben

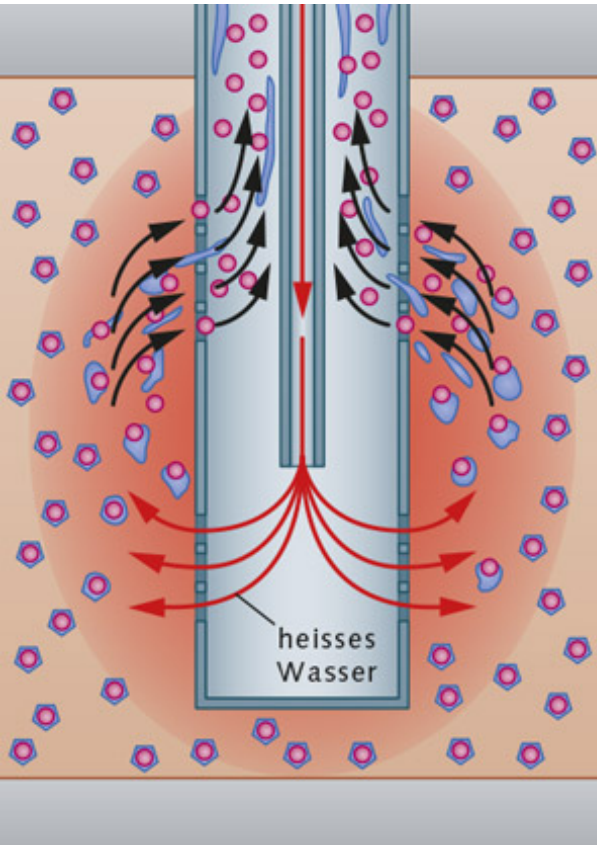


Abbau Methanhydrate

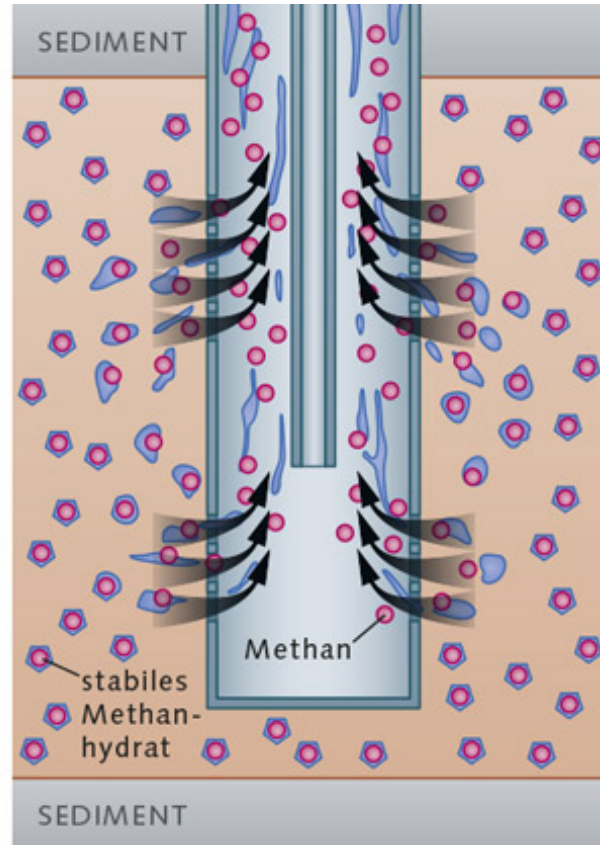


Erste Schritte zum Abbau der Methanhydrate

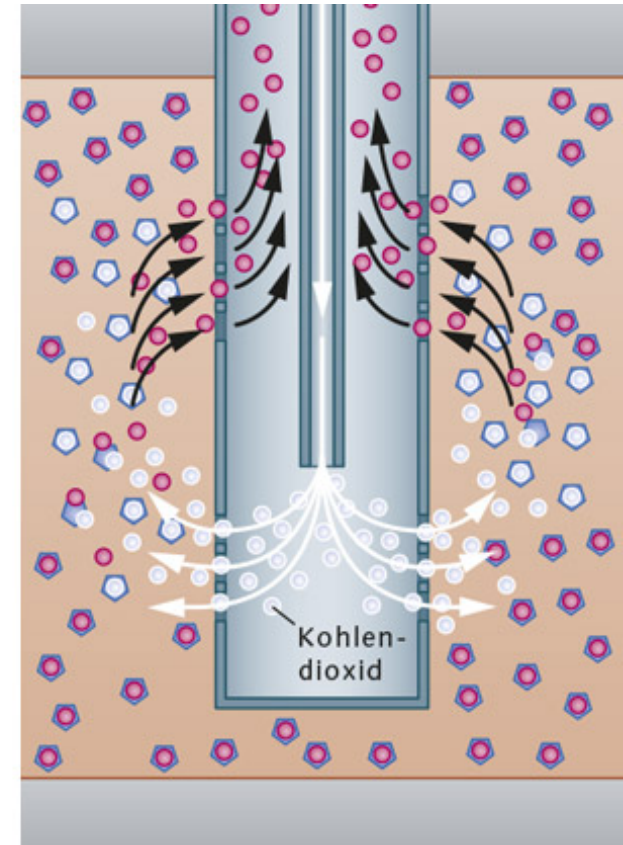
Spülung mit Wasser



Druckentlastung

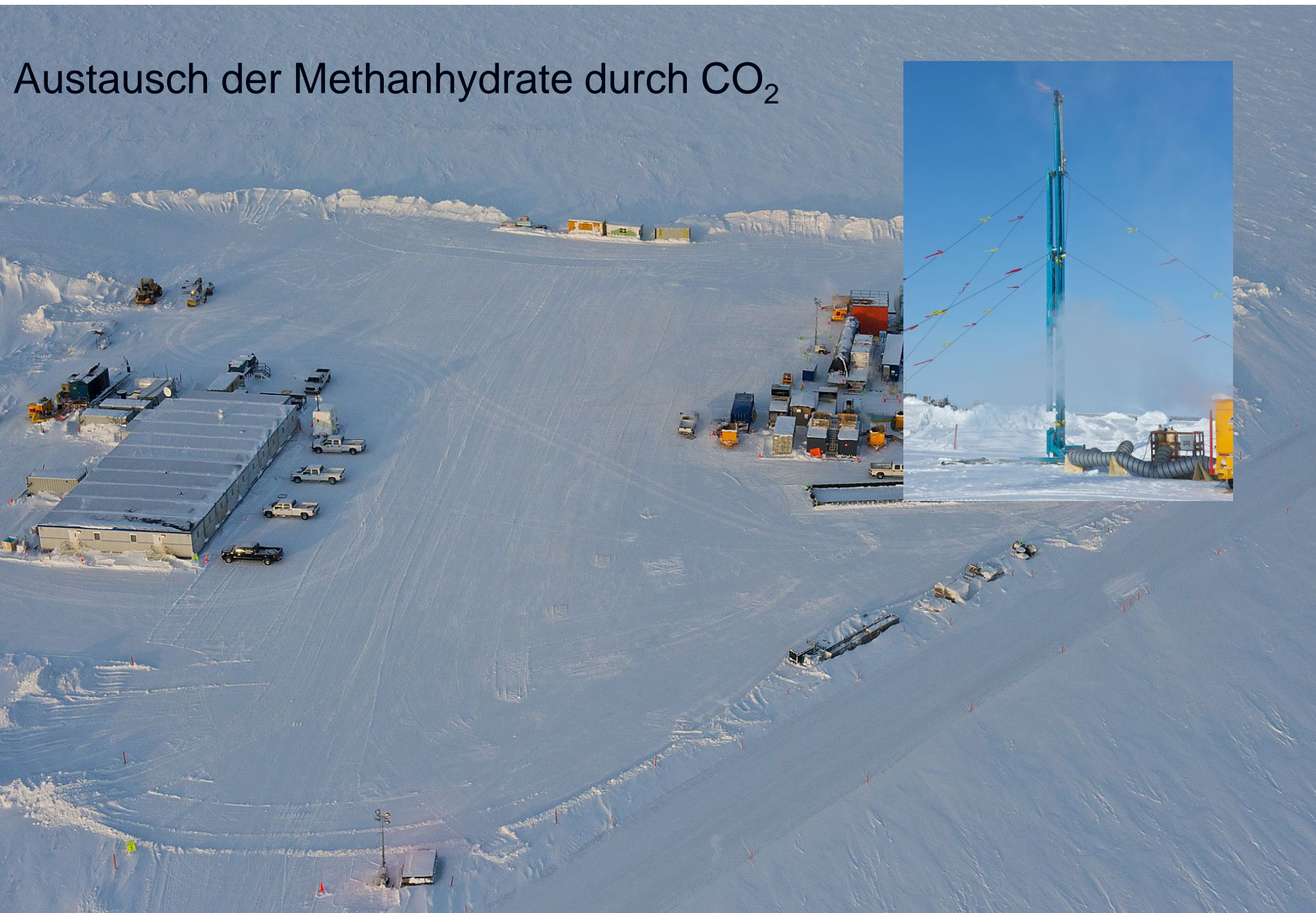


CO₂-Injektion



Ignik Sikumi Gas Hydrate Field Trial (2011-2012)

Austausch der Methanhydrat durch CO₂

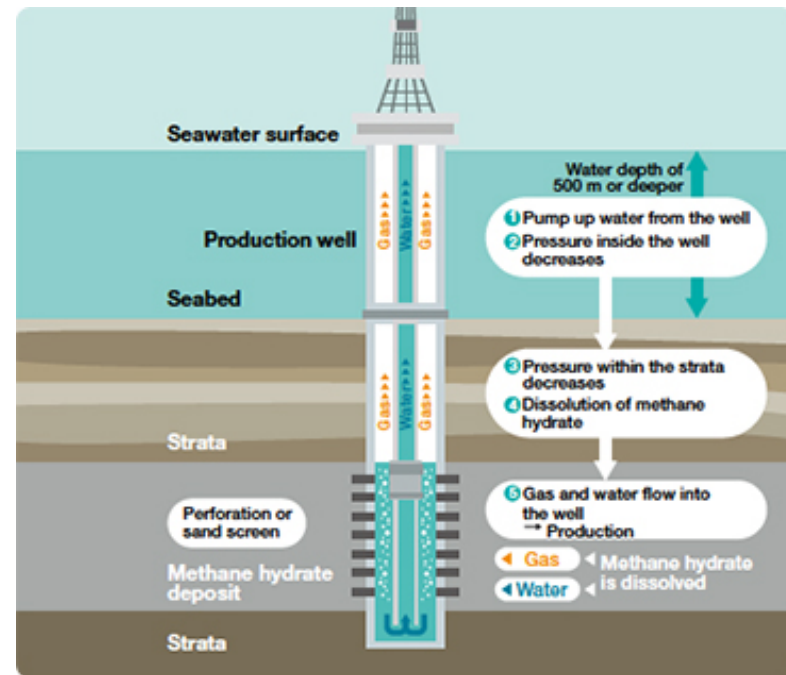
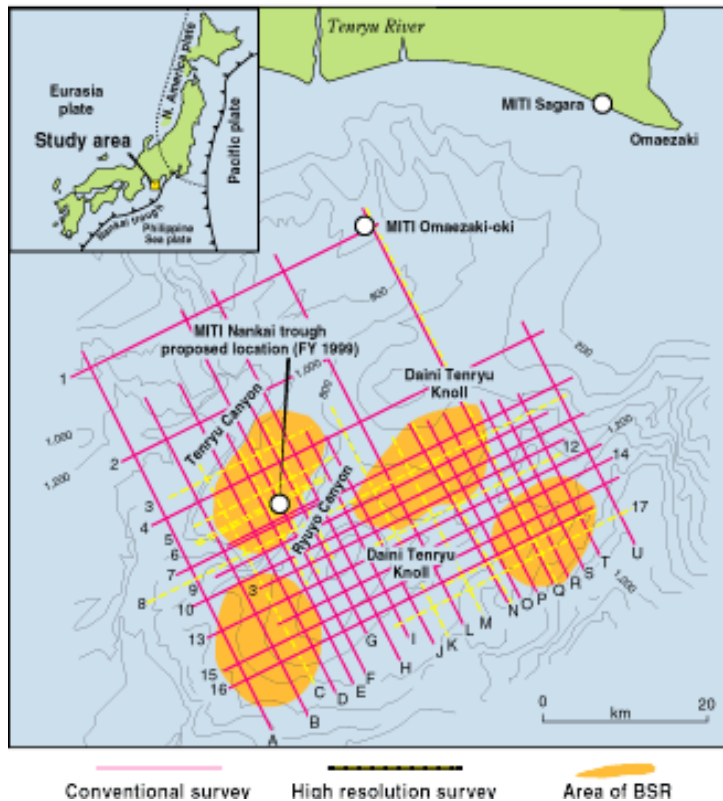


Forschungsschiff „Chikyu“



Japanisches Methangasprogramm Feldversuch im Nankai Trog 2013

Freisetzung der Methanhydrate durch Druckentlastung



Zukunftsvisionen



Bohr- und Zapfstellen, Verteilerstationen, Pumpen & Kompressoren



UVs: Automatic underwater vehicles



erste Module werden
auf Haltbarkeit getestet



Movies: Methanhydrate,

<https://youtu.be/P-bSPdn0qWU>

https://www.youtube.com/watch?v=6jPf2F_5bdI