

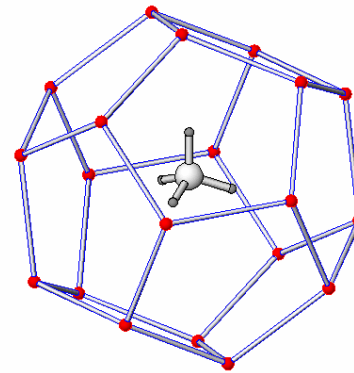
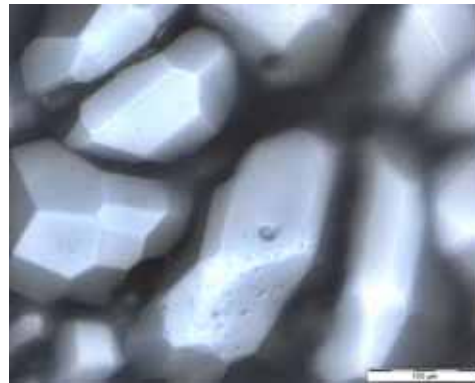
Wechselwirkungen zwischen natürlichen Gashydraten und globaler Erwärmung – Ein Teufelskreis?

Judith M. Schicks und Jörg Erzinger



Was sind Gashydrate?

- eisähnliche Feststoffe
- bestehen aus Wasser und Gas

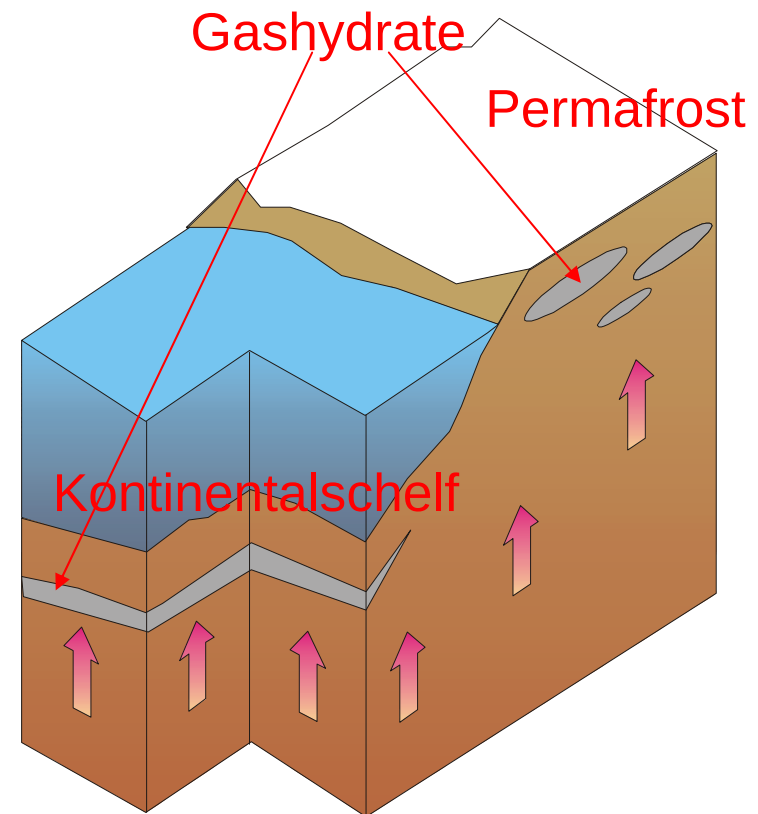


Voraussetzungen für Gashydratbildung:

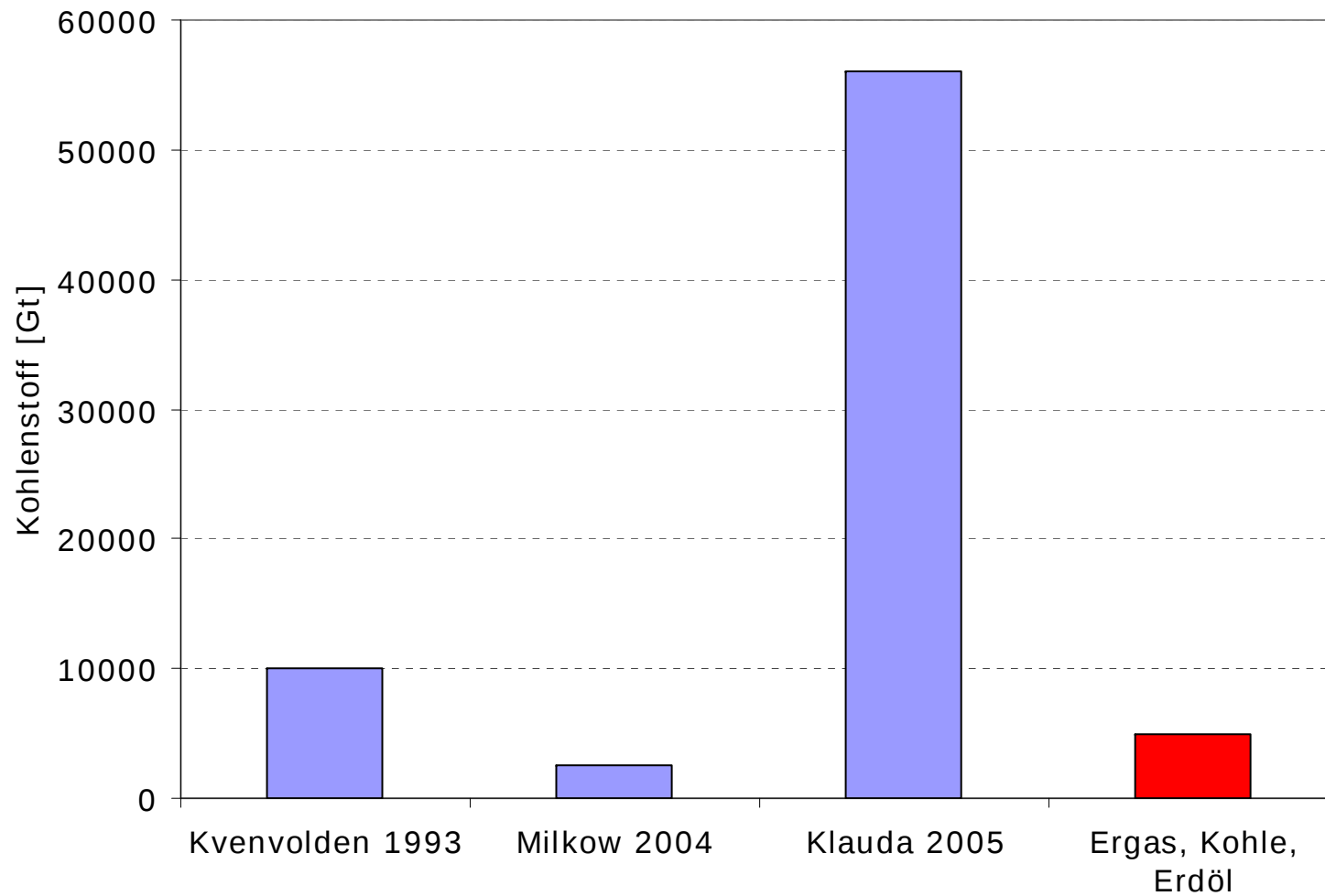
1. erhöhte Drücke
2. niedrige Temperaturen
3. ausreichende Mengen an Gas (in der Natur meist Methan) und Wasser

Vorkommen daher möglich:

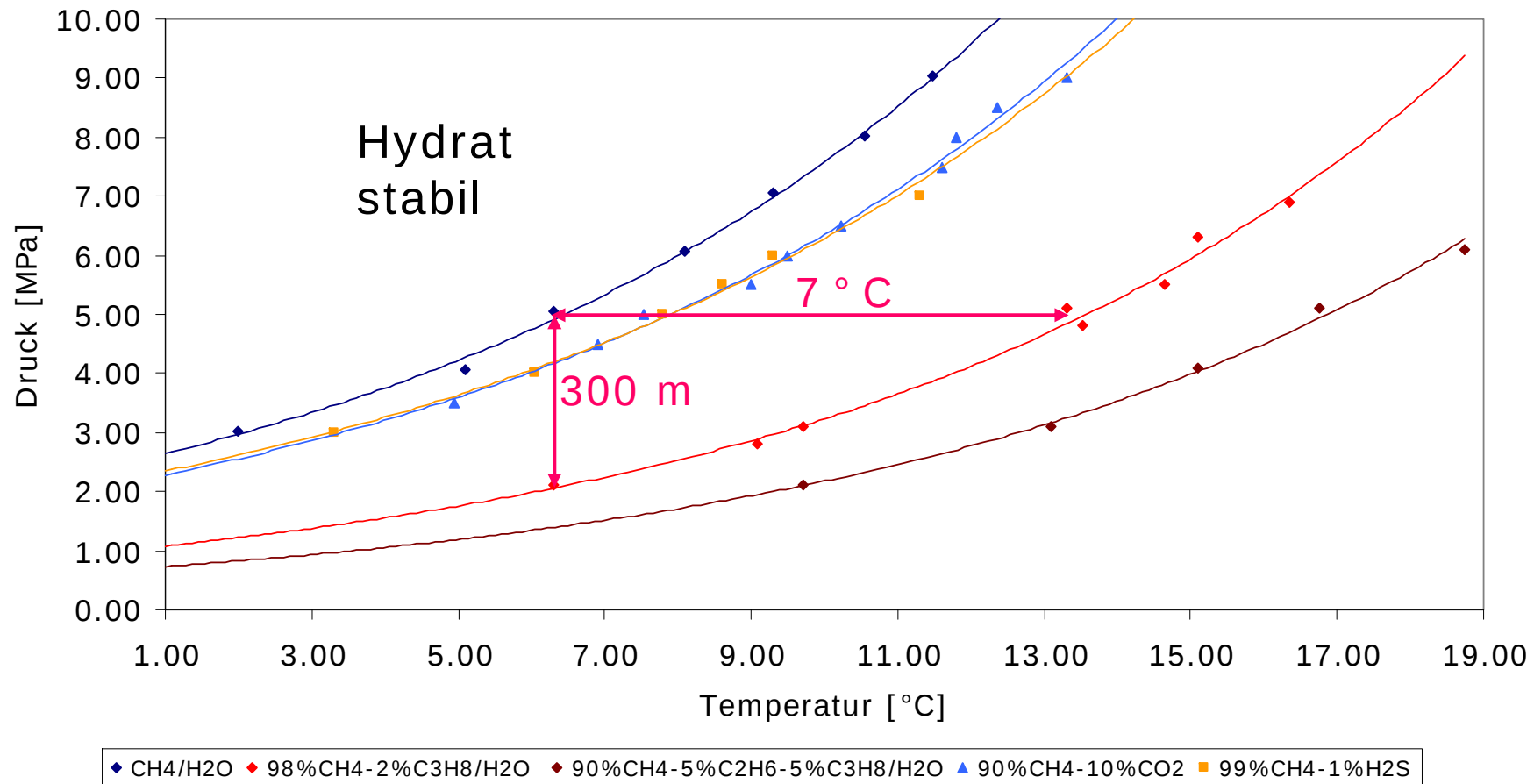
- an allen passiven und aktiven Kontinentalrändern
 - allen Randmeeren (wie z.B. Schwarzes Meer, Mittelmeer...)
 - in Permafrostgebieten
 - ...
-
- Direkter Nachweis von Gashydratvorkommen mittels Probennahme an mind. 23 Orten
 - Hinweis auf Gashydratvorkommen an mehr als 63 Orten



Abschätzungen des weltweiten, in Hydraten gebundenen Kohlenstoffs



Natürliche Gashydrate: überwiegend Methan, aber auch höherer Kohlenwasserstoffe (z.B. Ethan, Propan, Butan), CO_2 , H_2S ...



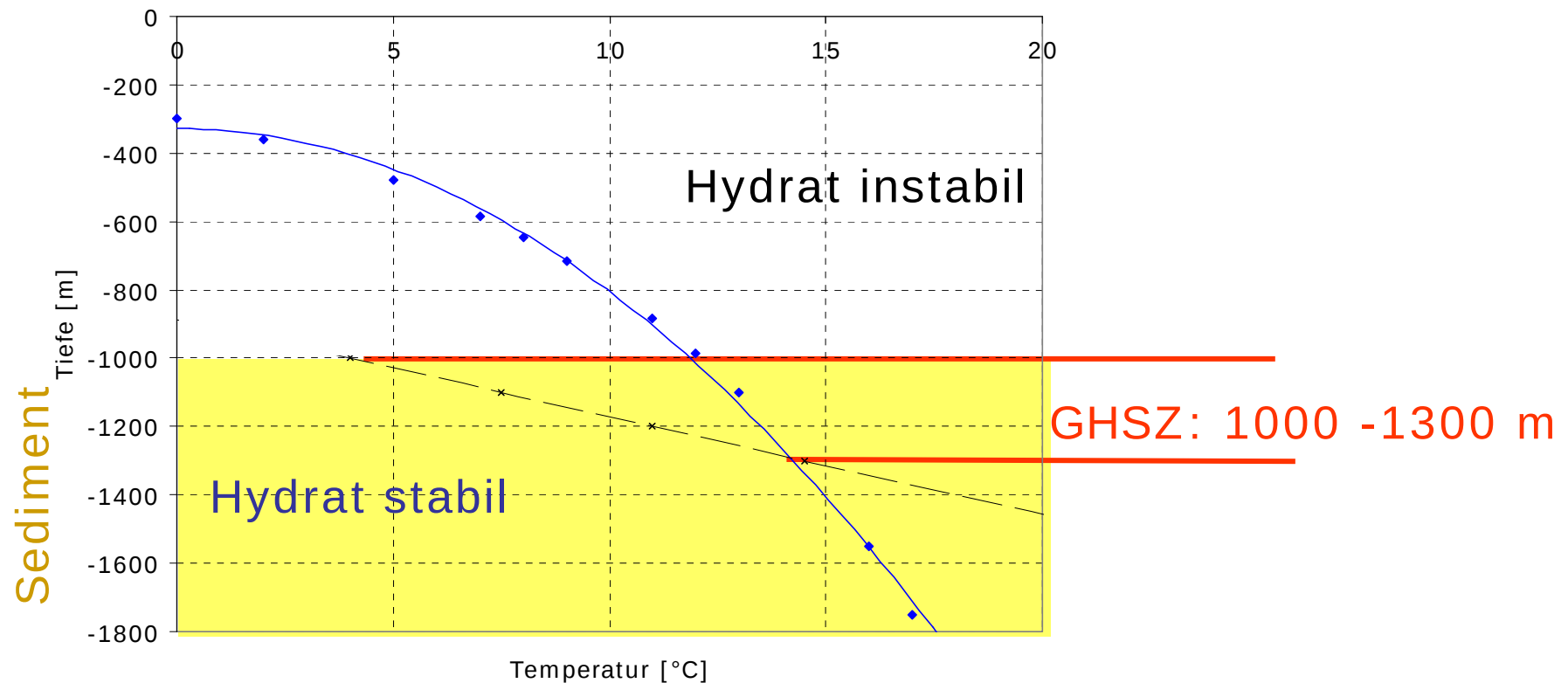
Wechselwirkung zwischen Gashydraten und Klima?



Blick in die Zukunft: Einfluss globaler Erwärmung auf die Stabilität natürlicher Gashydratvorkommen.

Nach Reagan und Moridis (GRL, 2007 und J. of Geophys. Res. 2008)

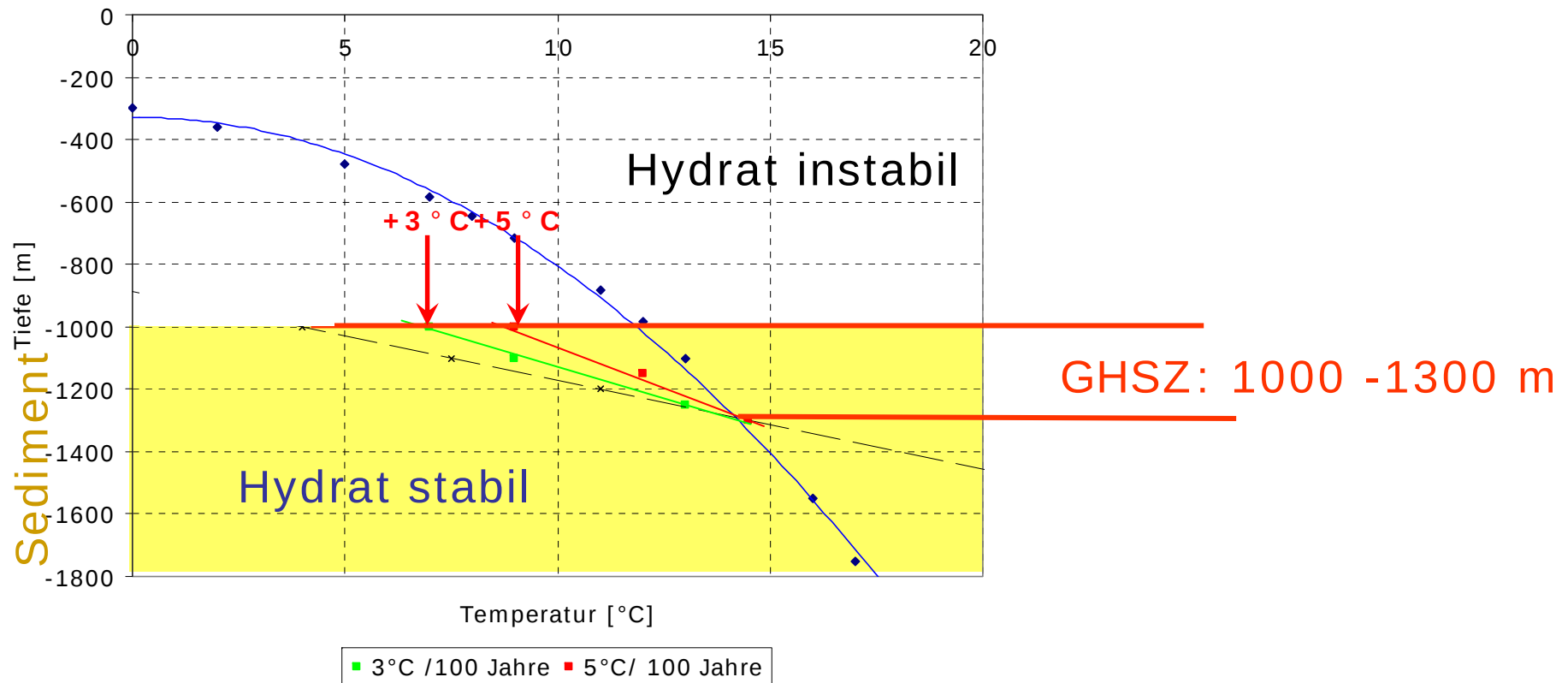
- a. Temperatur am Meeresboden steigt um 1 ° C in den nächsten 100 Jahren (z. B. im Falle einer Zunahme von 1% CO₂ relativ pro Jahr)
- b. Temperatur am Meeresboden steigt um 3 ° C in den nächsten 100 Jahren
- c. Temperatur am Meeresboden steigt um 5 ° C in den nächsten 100 Jahren



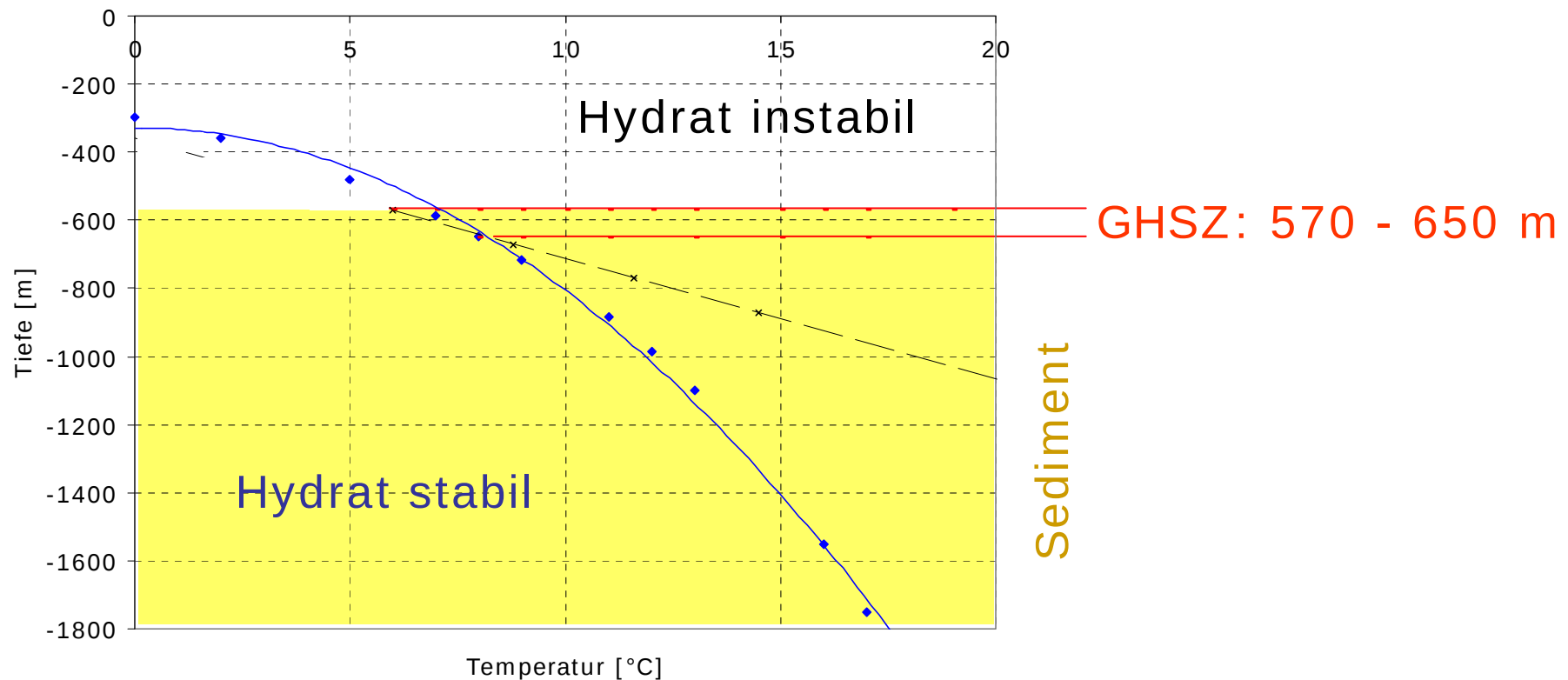
Beispiel 1:

- Hydratvorkommen ab 1000 m Tiefe
- Ausgangstemperatur 4 °C
- Geothermischer Gradient 3.5 °C/100 m

GHSZ: GasHydratStabilitätsZone



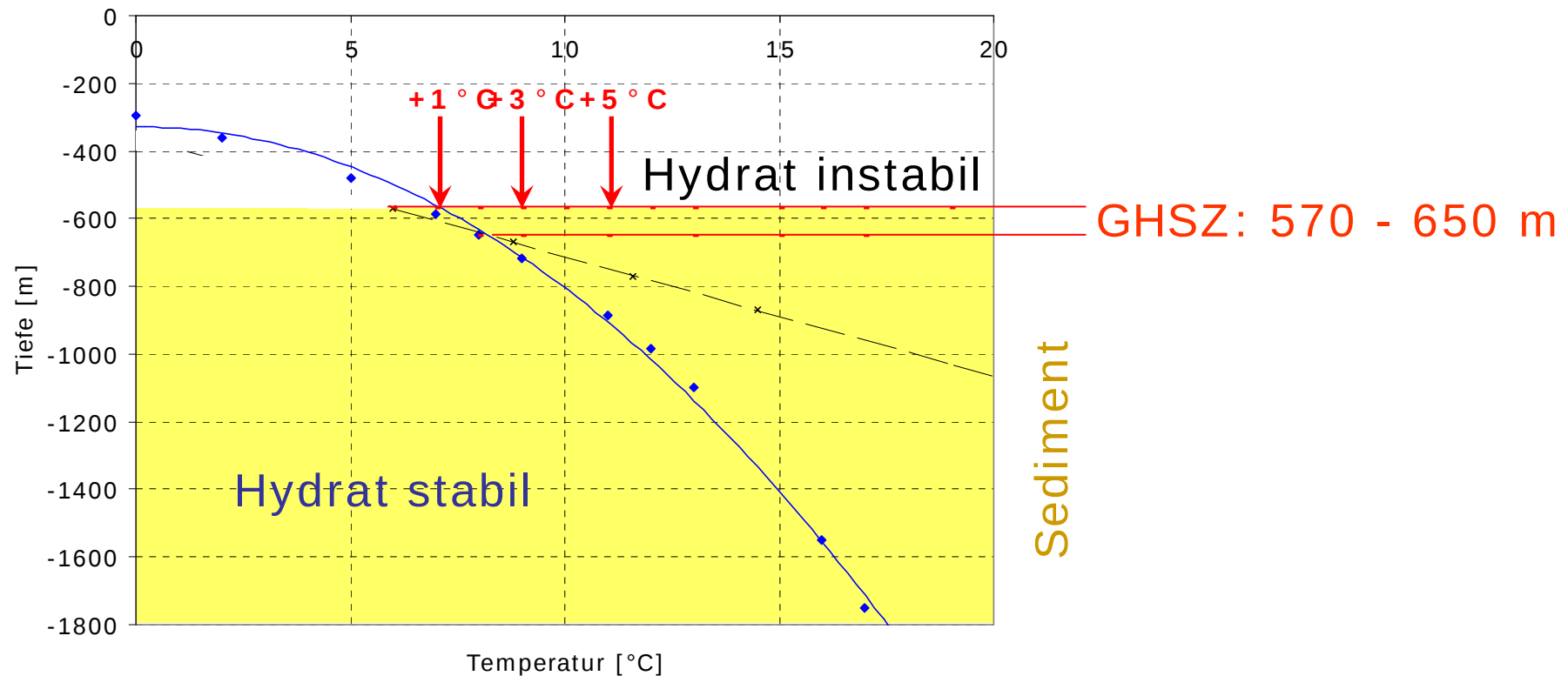
Ergebnis: Tiefe Gashydratvorkommen bleiben **stabil** bei Erhöhung der Wassertemperatur um 1 ° C, 3 ° C und 5 ° C innerhalb 100 Jahre



Beispiel 2:

- Hydratvorkommen ab 570 m Tiefe
- Ausgangstemperatur 6 ° C
- Geothermischer Gradient 2.8 ° C/100 m

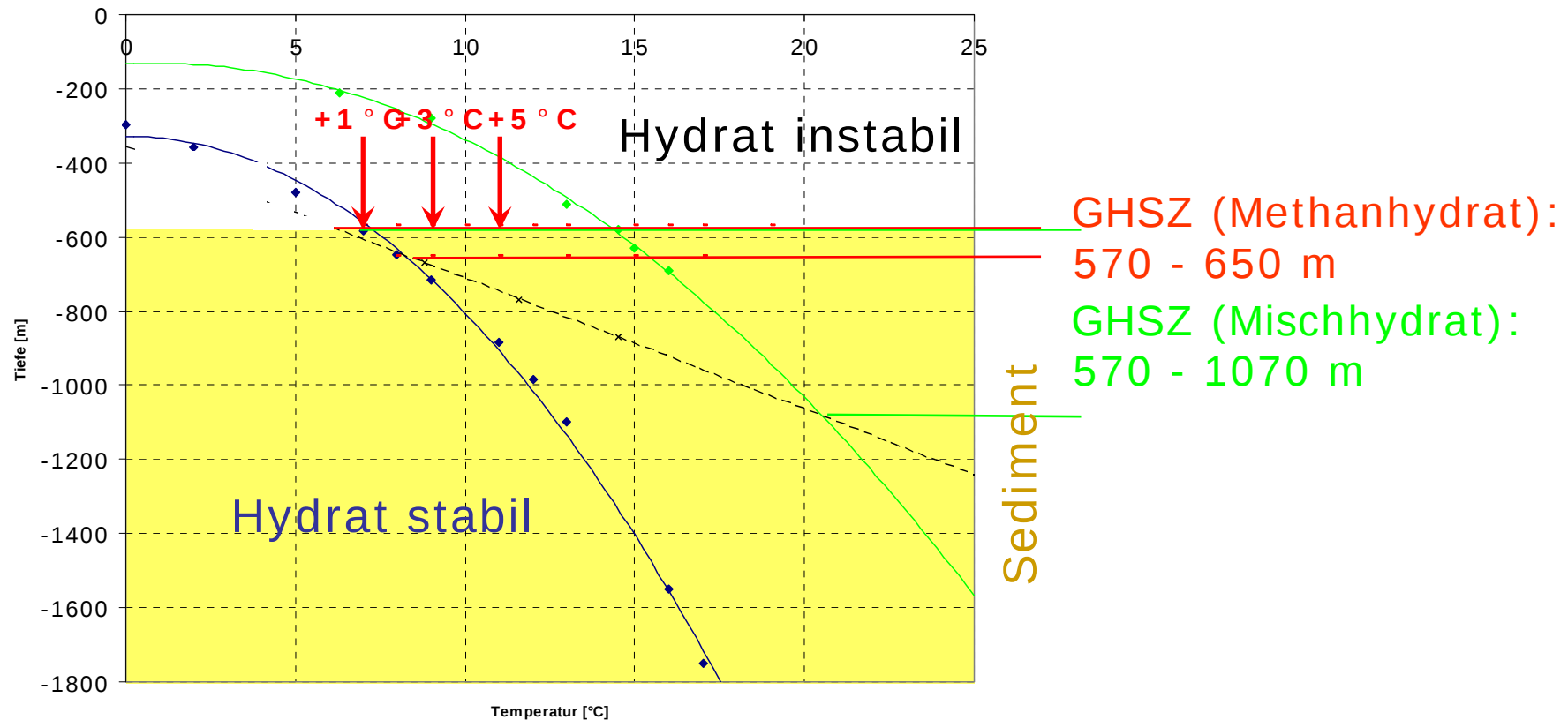
GHSZ: GasHydratStabilitätsZone



Ergebnis: Zersetzung der Gashydrate

- bei + 1 °C: 44 Jahre
- bei + 3 °C: 22 Jahre
- bei + 5 °C: 20 Jahre

**Nach 100 Jahren
kein Methanhydrat
mehr vorhanden!**



Nach 100 Jahren kein Methanhydrat mehr vorhanden!

Aber Mischhydrate bleiben stabil!

Zusammenfassung:

- Gashydratstabilitätszone abhängig von Zusammensetzung der Hydrate
- Zersetzung mariner Gashydrate aufgrund globaler Erwärmung je nach lokalen Bedingungen möglich:
 - wahrscheinlich keine schlagartige Zersetzung, bei der große Mengen Methan auf einmal freigesetzt werden
 - kleinere Mengen Methan können im Ozeanwasser gelöst oder zu CO₂ oxidiert werden
- langfristiger Einfluss möglicher Hydratzersetzungen jedoch ungeklärt; eine Freisetzung von Methan aus Gashydraten über mehrere Jahrhunderte könnte das Klima beeinflussen.

Offene Fragen:

- Wieviel Methan ist in Gashydraten global vorhanden?
- Wieviel Methan lagert in gefährdeten Gashydratvorkommen und könnte in die Atmosphäre gelangen?
- Wie schnell verlaufen die Zersetzungsprozesse?

Forschungsbedarf:

- Bestimmung der thermodynamischen Eigenschaften natürlicher Gashydrate
- Bestimmung der Zersetzungs- und Bildungskinetiken
- Nachweis und Untersuchung natürlicher Gashydratvorkommen

Blick in die Vergangenheit: große Klimaschwankungen im Quartär (hier 60.000 Jahre vor Gegenwart): Eiszeiten wechseln sich mit Warmzeiten ab

2000: „The Clathrate Gun Hypothesis“ von Kennett et al.

- marine Gashydrate in 400 – 1000 m Tiefe bilden sich während der Kaltzeiten und zersetzen sich aufgrund einer Erhöhung der Wassertemperatur während der Warmzeiten
- die Hydratzersetzung löst Hangrutschungen aus, rasche Freisetzung großer Methanmengen in Ozean und Atmosphäre
- Mögliche Erhöhung der globalen Temperatur um 5-10 ° C in einem Zeitraum von 30 Jahren

Argumente **für** die „Clathrate Gun Hypothesis“:

- Isotopenanalyse ($\delta^{13}\text{C}$): Schwankungen bei Einzellern im Sedimentkernen aus dem Santa Barbara Becken
- Kinetische Modellierungen im Zusammenhang mit der
- Bestimmung der Methankonzentration in Eiskernen

Argumente **gegen** die „Clathrate Gun Hypothesis“:

- Isotopenanalyse ($\delta\text{D}_{\text{CH}_4}$) an Eiskernen: die erhöhte CH_4 -Konzentration in der Atmosphäre wurde **nicht** durch Methan aus marinen Gashydraten verursacht (Sowers, 2006, Science)
- aus marinen Gashydraten freigesetztes Methan wird in der Wassersäule zu CO_2 oxidiert oder in der Biosphäre verbraucht.