

Pockennarben im Ozean: wie der Meeresboden überschüssiges Gas und Wasser ausscheidet

von Volkhard Spieß und Lars Zühlsdorff
Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen

Wenn absterbende Mikroorganismen, Partikel aus Windeintrag oder aus Suspensionsströmungen zum Meeresboden sinken, so bilden sie zunächst einen losen Verband, das Sediment, das noch einen außerordentlich hohen Gehalt an Wasser besitzt. Erst im Laufe von hunderttausenden von Jahren – durch die Auflast weiterer Partikel und die allmähliche Verfestigung – erhöht sich der Druck und das Wasser entweicht langsam aus den Porenräumen nach oben. Aber auch Gas kann sich in den Sedimenten bilden, wenn organisches Material durch biologische und chemische Prozesse abgebaut wird, und sich zunächst im Wasser gelöst in den Porenräumen ansammelt.

Wenn der Druck steigt ...

Sind die Wege für den langsamen Aufstieg von Wasser und Gas durch die Porenräume allerdings verstopft, wie etwa in tonreichen Sedimenten oder durch die Eisbildung von Gashydraten, so kann sich der Druck stetig erhöhen und sogar freies Gas selbst unter hohen Umgebungsdrücken entstehen.

Solche Gasreservoirs gibt es in großen Tiefen von vielen Kilometern in Kohlenwasserstofflagerstätten, aber sie kommen auch in geringen Tiefen von einigen hundert Metern unter dem Meeresboden vor. Dort ist es das Gas aus biogeochemischen Abbauprozessen, das sich unter feinkörnigen Sedimenten ansammeln kann und großflächige Reservoirs aufbaut.



Die Fotos zeigen das Vorbereiten und Ausbringen des seismischen Streamersystems auf dem Forschungsschiff METEOR. In der Mitte ein seismisches Profil über mehreren Gasaustritten vor der Kongo Mündung (Afrika). Eine pockennarbige Morphologie markiert die Austrittsstellen für Gas und Wasser.

Seismische Gasanalyse

Man wüßte sicherlich noch relativ wenig über diese flachen Gasvorkommen, wenn sie nicht eine besondere Wirkung auf Schallwellen hätten, die wir zu Erkundung der Meeresböden einsetzen. Durch die geringe Dichte und Schallgeschwindigkeit von Gas im Vergleich zum umgebenden Sediment kommt es zu einem besonders deutlichen Echo, aber auch zu einer Anregung von Schwingungen dieser Gasblasen. Je nach Signaleigenschaften kann sogar die weitere Ausbreitung der seismischen Welle vollkommen unterbunden werden, ein sicherer Hinweis auf Gas in den Porenräumen.

Wie eine Pockennarbe entsteht ...

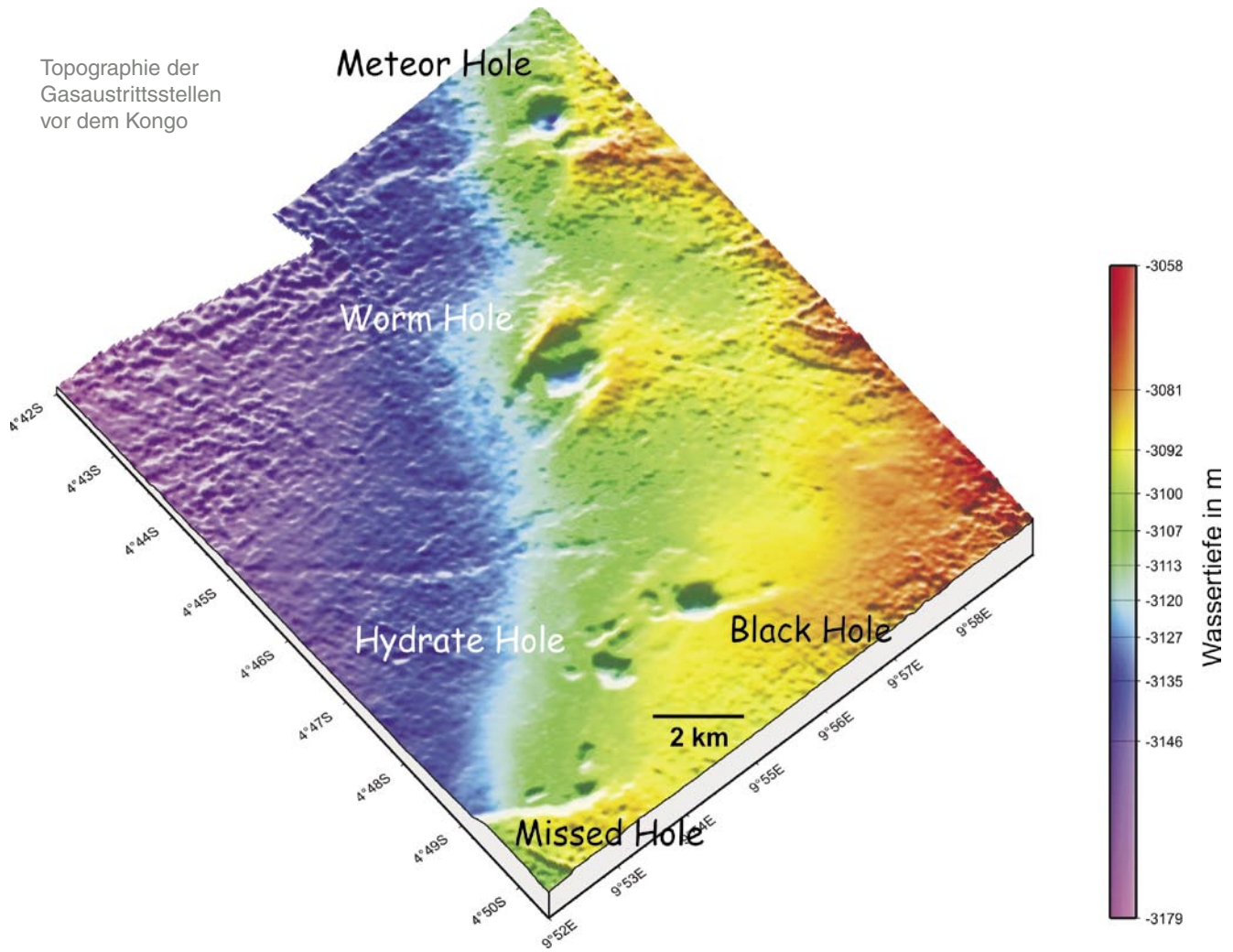
So lässt sich die Zone hoher Reflexionsamplituden bei ca. 300 ms (s. Seismikprofil S. 20 oben), das entspricht etwa 230 Metern, unter dem Meeresboden einer konzentrierten Gasschicht zuordnen. Das Gas ist wohl deshalb nicht durch die Sedimentsäule herausdiffundiert, weil die darüberliegenden Sedimente sehr feinkörnig sind. Nur wenn ein Riss, etwa entlang einer Störungs-

fläche, entsteht, bietet sich ein Aufstiegsweg an, sofern der Überdruck in der Tiefe ausreicht, den Spalt zu öffnen. Druckentlastung und weitere Entgasung sind die Folge, und eine erhebliche Menge von Gas, Wasser und wahrscheinlich auch Sediment werden entlang des Spaltes, aber meist konzentriert an einer Stelle, ausgeworfen. Dabei kommt es zu einer Aufwölbung wie bei einem Vulkan (Schlammvulkan), und danach kann der Meeresboden einsinken und eine mehrere hundert Meter breite und bis zu 30 m tiefe Depression hinterlassen. Der Spalt schließt sich und wenn es eine hinreichende Gaszufuhr aus größerer Tiefe gibt, so wird sich das Reservoir erneut füllen und einen weiteren Aufstieg und Austritt verursachen, allerdings erst viele tausend oder zehntausend Jahre später.

Spurensuche ...

Ein genauerer Blick auf den Meeresboden (Abbildung nächste Seite) enthüllt, dass es eine ganze Reihe kleinerer und größerer solcher »Löcher« gibt, die vermutlich Spuren früherer Gasaustritte darstellen. Ob es sich dabei um geologische Relikte handelt oder ob auch heute noch mit einer Akti-

Topographie der Gasaustrittsstellen vor dem Kongo



vität zu rechnen ist, war der Gegenstand zweier Expeditionen mit dem Forschungsschiff METEOR. Sie lieferten ganz eindeutige und zahlreiche Belege für einen aktiven Austritt von Gas am Meeresboden: Mineralneubildungen von Karbonat, Gashydrate am Meeresboden und im Sediment, Muscheln, Röhrenwürmer und charakteristische geochemische Eigenschaften erbrachten den Nachweis, dass auch nach der Bildung der Pockennarbe und seinem Einsinken ein stetiger Strom von Gas nachgeliefert wird und damit ein reiches Bodenleben mit Nahrung versorgt werden kann.

Die treibenden Kräfte

Auch wenn viel organisches Material auf den Boden des Meeres regnet, so sind solche spektakulären Strukturen eher selten, denn damit sie entstehen können, bedarf es einer günstigen Kombination von Faktoren. So ist es vor dem Kongo eine mächtige Salzschiefer, die in der Kreidezeit im Südatlantik gebildet wurde, die heute in großer Tiefe durch Druck deformiert wird und aufgrund ihrer geringen Dichte an vielen Stellen aufsteigt. Dabei drückt sie an vielen Stellen die darüberliegenden Sedimentschichten hoch, und diese zerbrechen entlang vieler Störungsflächen, die dem Gas den Weg nach oben erleichtern. So finden sich die Pockennarben gerade genau über

diesen aufsteigenden Salzkörpern, die den Gasfluss konzentrieren und so die zahlreichen Austrittsstellen versorgen.

Aber auch ohne Salz sind solche Phänomene beobachtet worden. Vor Vancouver Island (Kanada) wird die pazifische Platte unter den amerikanischen Kontinent geschoben, und dabei werden mächtige Sedimentpakete abgekratzt und aufgeschuppt. In einer solchen Schuppe, die für Gas sehr durchlässig ist, können sich leicht Gashydrate in den obersten Sedimentschichten bilden und den Porenraum vollkommen blockieren – Gas kann darunter gefangen werden (s. Abbildung unten). Auch hier ist es der Überdruck des Gasreservoirs, der die Gesteine zum Bersten bringt. Und ein schmaler Riss, genau entlang der Hauptspannungsrichtung, ermöglicht die Druckentlastung – eine Pockennarbe entsteht.

Der genaue Blick mit seismischen Techniken erweist inzwischen, dass Gasaustritte zu den typischen, wenn auch seltenen Erscheinung an Kontinenträndern gehören. Nur mit einer Kombination von verschiedenen Verfahren, der bathymetrischen Vermessung der Wassertiefe, der Rückstreuung mit einem Seitensicht-Sonar, der oberflächennahen Sedimenterkundung mit dem Sedimentecholot und der tiefreichenden seismischen Strukturierung ist es möglich, den komplexen Zusammenhängen zwischen Gasaustritt und geologischen Prozessen auf die Spur zu kommen und den Boden zu bereiten für eine geologische und biologische Beprobung.

Literatur und Webadresse

Zühlsdorff L and V. Spieß, 2004; *Geology* 32, 101-104
<http://www.mtu.uni-bremen.de>

Am pazifischen Kontinentalrand hat eine dreidimensionale seismische Vermessung vor Vancouver Island (Kanada) enthüllt, daß ein Gasreservoir unter einer Gashydratschicht durch Überdruck einen Riss geschaffen hat, durch den Gas sehr schnell bis zum Meeresboden aufsteigen und eine Pockennarbe bilden konnte. Die seismische Schalllaufzeit von 100 Millisekunden entspricht etwa 70 Metern.

