

Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reise Nr. MSM98 (GPF 20-3_092)

08.01.2021 - 23.01.2021



Methanaustritte vom Meeresboden der Deutschen Nordsee - Menge, Variabilität und atmosphärischer Eintrag

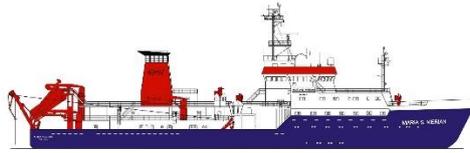
Herausgeber:

Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 1862-8869



Forschungsschiff / *Research Vessel*

MARIA S. MERIAN

Reise Nr. / *Cruises No.* MSM98 (GPF 20-3_092)

08.01.2021 - 23.01.2021



**Methanaustritte vom Meeresboden der Deutschen Nordsee - Menge,
Variabilität und atmosphärischer Eintrag**
Variability, amount and fate of methane seepage in the German North Sea
VARIOSEEP

Herausgeber / *Editor:*
Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch / *Sponsored by:*
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 1862-8869

Anschriften / *Addresses*

Dr. Miriam Römer

Marine Geology
Department of Geosciences
University of Bremen
GEO Building, Room 1050
Klagenfurter Straße 4
D-28359 Bremen

Telefon: 0421 218-65059
Telefax: 0421 218-65099
E-Mail: mroemer@marum.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Geologie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 42838-3640
Telefax: +49 40 42838-4644
E-Mail: leitstelle.ldf@uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei Briese

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG
Research | Forschungsschifffahrt
Hafenstraße 6d (Haus Singapore)
D-26789 Leer

Telefon: +49 491 92520-160
Telefax: +49 491 92520-169
E-Mail: research@briese.de
http: www.briese-research.de

GPF-Geschäftsstelle

Gutachterpanel Forschungsschiffe
c/o Deutsche Forschungsgemeinschaft
Kennedyallee 40
D-53175 Bonn

E-Mail: gpf@dfg.de

Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

Vessel's general email address

merian@merian.briese-research.de

Crew's direct email address

n.name@merian.briese-research.de

Scientific general email address

chiefscientist@merian.briese-research.de

Scientific direct email address

n.name@merian.briese-research.de

Each cruise participant will receive an e-mail address composed of the first letter of his first name and the full last name.

Günther Tietjen, for example, will receive the address:

g.tietjen@merian.briese-research.de

Notation on VSAT service availability will be done by ship's management team / system operator.

- Data exchange ship/shore : on VSAT continuously / none VSAT every 15 minutes
- Maximum attachment size: on VSAT no limits / none VSAT 50 kB, extendable on request
- The system operator on board is responsible for the administration of all email addresses

Phone Bridge

(Iridium Open Port)

+881 631 814 467

(VSAT)

+46 313 344 820

08. 01. 2021 - 23. 01. 2021

**Methanaustritte vom Meeresboden der Deutschen Nordsee - Menge,
Variabilität und atmosphärischer Eintrag**

*Variability, amount and fate of methane seepage in the German North Sea
VARIOSEEP*

Fahrt / Cruise MSM98	08.01.2021 – 23.01.2021 Von/from Emden (<i>Germany</i>) nach/to Emden
Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i>:	Dr. Miriam Römer
Koordination / <i>Coordination</i>	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe <i>German Research Fleet Coordination Centre</i>
Kapitän / <i>Master</i> MERIAN	Björn Maaß

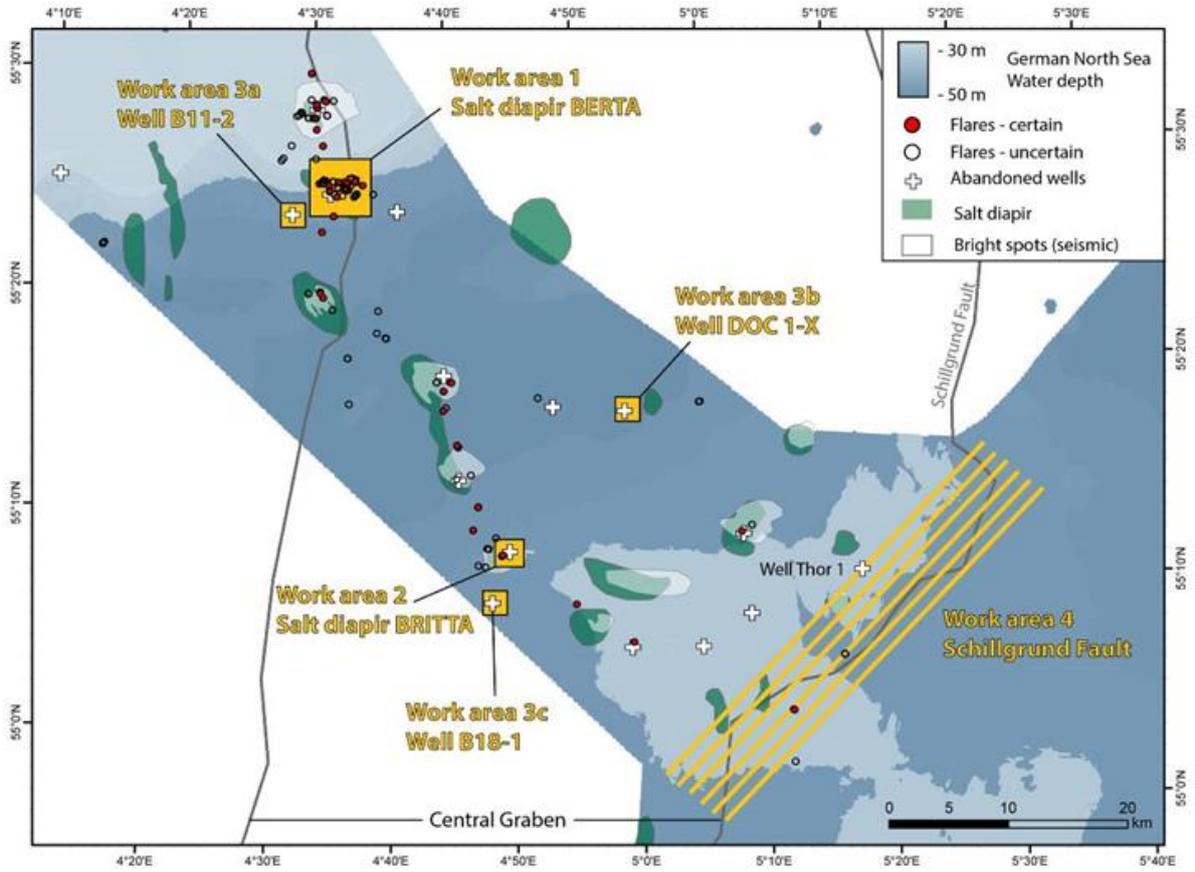


Abb. 1 Karte des geplanten Untersuchungsgebietes und Stationsarbeiten.

Fig. 1 Map of the planned work areas and stations.

Übersicht

Methan hat ein deutlich höheres Treibhausgaspotenzial als Kohlendioxid und ist das zweitwichtigste Treibhausgas im Klimageschehen. Methanaustritte (Seeps) am Meeresboden tragen insbesondere in flachen Schelfgebieten zu Gehalten von Methan in der Atmosphäre bei, wenngleich Mengen immer noch diskutiert werden. Dies gilt für natürliche Seeps, aber auch mögliche Austritte an aktiven und alten Bohrungen der Öl- & Gasindustrie.

Während der Expedition HE537 (Juli 2019) haben wir Untersuchungen in der Deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Nordsee durchgeführt. An keiner der untersuchten neun Bohrungen wurden Gasaustritte nachgewiesen (von ~100 in der AWZ), aber es wurden Hunderte, bislang unbekannte Seeps im Untersuchungsgebiet detektiert. Insbesondere die Flanken des Salzdoms Berta zeigten sich als Kernareal für Gasaustritte, welches ebenfalls 10-fach in der Wassersäule an Methan angereichert war. Die Intensität, zeitliche Variabilität, Raten, lokale atmosphärische Methankonzentrationen, mikrobielle Umsätze und Isotopensignatur des Methans blieben auch nach der Expedition immer noch unklar.

Im Rahmen dieser Ausfahrt und unter Beteiligung von drei Institutionen zielen wir auf die Beantwortung dieser offenen Fragen durch einen multidisziplinären Ansatz mit Hilfe von Hydroakustik, Elektromagnetik, Gasgeochemie, Geomikrobiologie sowie durch Einsatz eines flexiblen Mini-ROVs zur Gasprobennahme.

Zusätzlich zu einem besseren Verständnis natürlicher Methanaustritte in der zentralen Nordsee zielt VARIOSEEP auf die Erweiterung unseres Wissens zu möglichen Methanaustritten im Bereich von Altbohrungen.

Synopsis

Methane has a much higher global warming potential than carbon dioxide, is the second-most important greenhouse, and therefore a driver of climate change. Methane seeping from the seafloor, particularly in shallow shelf-regions, is one source of atmospheric methane, but exact amounts are still discussed. This hold for natural seepages, but also for methane, which may escape from active and abandoned oil & gas wells.

During research cruise HE537 (July 2019) we studied the seafloor at the German Exclusive Economic Zone (EEZ) of the North Sea for gas seepage. While none of the nine studied abandoned wells (of about 100 in the German EEZ) released obviously gas, we found hundreds, so far unknown gas flares in the study area.

Particularly the flanks of the salt dome Berta were identified as hotspot also exhibiting 10-fold enriched methane concentrations in the water column, but the intensity, temporal variation, rates, local atmospheric methane concentrations, microbial fate and isotopic nature of the gas remain unknown.

In the frame of this cruise we intend to answer these open questions by an interdisciplinary approach of participants from three institutions (using hydroacoustic and electromagnetic measurements, gas geochemistry and microbiology). Our studies shall also base on gas samples taken by a flexible ROV-system.

In addition to fostering our knowledge on natural methane seepage in the North Sea, VARIOSEEP aims at increasing our knowledge on the integrity of abandoned wells by also studying three as yet unexplored wells in the "Entenschnabel" area.

Wissenschaftliches Programm

Aufbauend auf unseren vorangegangenen Studien werden wir das in 2019 entdeckte natürliche Gassystem intensiv untersuchen und charakterisieren, wobei die Menge an austretendem Gas, deren Quelle und Verbleib analysiert werden sollen. Bislang noch nicht untersuchte Altbohrungen sollen zudem auf Leckagen analysiert werden. Ein besseres Verständnis von flachen Gassystemen an Schelfen ist nötig, um den Einfluss von ins Wasser austretenden Gasmengen und Gasaustauschprozessen, sowie letztendlich Eintritt in die Atmosphäre abzuschätzen.

Ziel 1: Menge des austretenden Methans

Wieviel Gas wird durch Gasblasen in die Wassersäule transportiert? Eine Kombination aus visuellen Analysen über Gasblasengrößenverteilungen und Echolot Untersuchungen mit Hilfe von Rückstreuwerten von Gasblasen wird genutzt, um eine erste Aussage über die Gasflussraten zu erhalten.

Ziel 2: Variabilität von Gasaustritten

Unsere Voruntersuchen zeigten, dass Gasaustritte im Arbeitsgebiet zeitlich variabel sind, wobei genauere Aussagen bisher nicht möglich sind. Ein besseres Verständnis dieser Variabilität ist jedoch dringend nötig, um Gasflüsse quantitativ abzuschätzen.

Ziel 3: Ursprung der austretenden Gase

An den Austrittsstellen beprobte Gasproben werden auf ihre Zusammensetzung sowie Isotopenverhältnisse untersucht, um zu klären, wie die Gase gebildet wurden.

Ziel 4: Verbleib des Methans

Erreicht das am Meeresboden austretende Methan die Wasseroberfläche und trägt somit zum atmosphärischen Methanhaushalt bei? Systematische Wasserprobung an Gasbla-

Scientific Programme

Extending our previous investigations, we plan to further characterize the nature of the active gas system at the recently discovered seep sites in the German North Sea including the quantity of emitted methane, the gas source and fate, and further test, whether yet unstudied abandoned wells release gas. A better knowledge about shallow seep systems along continental shelf margins would be needed to evaluate the importance for gas exchange and fluid fluxes from the seafloor into the water column and eventually into the atmosphere.

AIM 1: Quantities of emitted methane

How much gas is released in form of gas bubbles from the seafloor? In order to answer this question, a combination of visual analysis including bubble size measurements, release frequencies and models based on split-beam echosounders for calculating the backscatter response of single bubbles and subsequently the gas flow rate will provide a first estimate of released methane quantities.

AIM 2: Variability of gas emissions

Although our initial study did not systematically investigate the temporal variability, first results do indicate that flares are not stable over times of hours and days. Better understanding about the variability and the controlling factors would be crucial to evaluate the gas quantities released.

AIM 3: Source of the emitted fluids

Gas samples taken directly at the seeps sites at the seafloor allow constraining the gas source from gas composition and isotopic investigations.

AIM 4: Fate of the released methane

Does methane released from the seafloor in the 'Entenschnabel' reach the sea-air interface and contribute to the atmospheric inventory? Systematic water samples taken at flare

senaustritten, aber auch kontinuierliche Luftmessungen kurz über der Meeresoberfläche, sollen zur Klärung dieser Frage beitragen. Zudem sollen mikrobiologische Analysen den Beitrag von mikrobieller Umsetzung des Methans evaluieren.

Ziel 5: Pockmark Entstehung

Wurden die morphologisch sichtbaren Depressionen durch austretende Fluide erzeugt? Und sind sie im Zusammenhang zur nahegelegenen Bohrlotation entstanden? Falls Gasblasenausstritte vorkommen, allerdings nicht kontinuierlich emittieren, werden wiederholte Untersuchungen und kontinuierliches Monitoring ihre Aktivität aufzeigen.

Ziel 6: Leckagen an Altbohrungen

In unserer vorangegangenen Untersuchung haben wir neun Altbohrungen auf Leckagen hin überprüft und keine Indizien dafür gefunden. Gasaustritte an Altbohrungen wurden allerdings im Norwegischen und Englischen Sektor der Nordsee nachgewiesen. Wir planen daher weitere Bohrlotationsen hinsichtlich aktiver Gasaustritte zu überprüfen.

Ziel 7: Störungen als Aufstiegswege für Gase

Wir werden das Schillgrund Störungssystem auf Hinweise für Gasemissionen mit Hilfe von systematischen Wassersäulenkartierungen untersuchen.

Ziel 8: Elektromagnetische Indikationen für Gase im flachen Untergrund

Elektromagnetische Messungen können Gas im flachen Sediment darstellen und quantifizieren. Während Gasblasenausstritte temporäre Aktivitäten anzeigen, ist die Menge an Gas im Sediment ein Ausdruck von längerfristigem Einfluss im Arbeitsgebiet. Elektromagnetische Daten helfen dabei, um das Gassystem im Untergrund umfassender zu verstehen und mit Gasmigrationswegen und -austritten in Zusammenhang zu bringen.

sites and constant surface water/air measurements would allow evaluating the fate of the methane released. Geomicrobiological studies shall allow a characterization of the microbial methane turnover in the sediment.

AIM 5: Pockmarks generation

Are the depressions detected at salt diapir Britta formed by fluid release? Are they related to the drilling activities at this site? If gas bubble seepage is occurring at these pockmarks, but is not persistent over time, repeated or continuous monitoring would resolve their activity.

AIM 6: Integrity of wells

Our initial study focussed on nine abandoned well sites in the 'Entenschnabel'-area and did not indicate leakage. However, leaking wells have been reported for three wells in the Norwegian North Sea. Further investigations on other wells in the 'Entenschnabel'-area would be needed to extent our knowledge on potential leakage in the German sector.

AIM 7: Faults acting as fluid migration pathways

Focused water column mapping along the Schillgrund fault zone would help to evaluate the fluid flow patterns in this part of the 'Entenschnabel'.

AIM 8 Electromagnetic signature and quantity of shallow subsurface gas

Electromagnetic and acoustic profiling provide means to locate and quantify the concentration of free gas in the sediment. While bubbles represent temporary pulses, the amount of gas in the shallow subsurface links to the long-term impact of methane seepage in the working area. Additional electromagnetic soundings contribute to understand the subsurface sediment signatures associated with gas migration and seepage in the 'Entenschnabel'.

Arbeitsprogramm

Arbeitsgebiet 1: Salzdiapir Berta

Unser Hauptarbeitsgebiet befindet sich am Salzdiapir Berta. Der Großteil der Gasaustritte, die während HE537 gefunden wurden und weitere deutliche Gasindikationen im Sediment, befinden sich in diesem Gebiet. Beinahe alle wissenschaftlichen Ziele dieser Ausfahrt lassen sich hier verfolgen.

Arbeitsgebiet 2: Salzdiapir Britta

Das zweite Arbeitsgebiet für unsere Untersuchungen befindet sich am Salzdiapir Britta. Hier wurden Depressionen am Meeresboden nachgewiesen, die detailliert untersucht und beprobt werden sollen.

Arbeitsgebiet 3: Altbohrungen

Drei bisher nicht auf Leckagen untersuchte Altbohrungen sollen identisch der Vorgehensweise auf Ausfahrt HE537 systematisch analysiert werden, um mögliche Gasaustritte daran nachzuweisen. Das beinhaltet hydroakustische Kartierungen, Luftmessungen auf erhöhte Methankonzentrationen, Wassersäulen- und Sedimentbeprobungen, sowie elektromagnetische Profilmessungen.

Dafür ausgewählt wurden:

- a. Bohrloch B11-2
- b. Bohrloch DOK 1-X
- c. Bohrloch B18-1

Arbeitsgebiet 4: Schillgrund Störungszone

Hydroakustische Kartierung zusammen mit kontinuierlichen Luftmessungen dicht über der Meeresoberfläche von Bord sollen nachweisen, ob Gas entlang der Störungszone austritt und ob das austretende Methan über die aufsteigenden Gasblasen bis in die Atmosphäre gelangt.

Work Programme

Work area 1: salt diapir Berta

Our main work area is located at salt diapir Berta. Most of the flares found during HE537 were located here and gas indications in the subsurface were most prominent in this area. Most of the listed aims will be tackled in this seep area.

Work area 2: salt diapir Britta

The second work area during this study is located at salt diapir Britta. The nature of the depressions found during HE537 will be investigated in detail.

Work area 3: abandoned wells

At each of the yet unstudied abandoned well sites we plan a consecutive work strategy we established during HE537 to verify seepage activity including hydroacoustic surveys, ICOS air measurements, CTD-casts, sediment sampling, electromagnetic profiles.

Wells selected are:

- a. Well B11-2*
- b. Well DOK 1-X*
- c. Well B18-1*

Work area 4: Schillgrund fault zone

Hydroacoustic mapping and concurrent ICOS air measurements are planned along the Schillgrund fault zone to investigate, if this fault zone is not only a migration pathway for deep salt diapirism, but also for hydrocarbons. The ICOS system installed on-board will measure continuously methane concentrations in air few meters above the sea level to indicate, if flares transport directly methane into the atmosphere.

	Tage/days
Auslaufen von Emden (Deutschland) am 08.01.2021 <i>Departure from Emden (Germany) 08.01.2021</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	0.5
Arbeitsgebiet 1: Salzdiapir Berta <i>Work area 1: Berta</i>	4.5
Arbeitsgebiet 2: Salzdiapir Britta <i>Work area 2: Britta</i>	3.5
Arbeitsgebiet 3: Altbohrungen <i>Work area 3: Abandoned wells</i>	1.5
Arbeitsgebiet 4: Schillgrund Störung <i>Work area 4: Schillgrund Fault</i>	1
Hydroakustische Kartierung <i>Hydroacoustic mapping</i>	2.5
Transit zum Hafen Emden <i>Transit to port Emden</i>	0.5
	Total 14
Einlaufen in Emden (Deutschland) am 23.01.2021 <i>Arrival in Emden (Germany) 23.01.2021</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

BGR

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
D-30655 Hannover
www.bgr-bund.de

MARUM

Universität Bremen
Fachbereich Geowissenschaften
Abteilung Marine Geologie
Klagenfurter Straße
D-28359 Bremen
www.marum.de
www.geo.uni-bremen.de

Das Forschungsschiff / *Research Vessel MARIA S. MERIAN*

Das Eisrandforschungsschiff „MARIA S. MERIAN“ dient der weltweiten, grundlagenbezogenen Hochseeforschung Deutschlands und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

FS „MARIA S. MERIAN“ ist Eigentum des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. Der Bau des Schiffes wurde durch die Küstenländer Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert.

Das Schiff wird als 'Hilfseinrichtung der Forschung' von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt. Der Schiffsbetrieb wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMBF finanziert.

Dem Gutachterpanel Forschungsschiffe (GPF) obliegt die Begutachtung der wissenschaftlichen Fahrtanträge. Nach positiver Begutachtung können diese in die Fahrtpassung aufgenommen werden.

Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe (LDF) der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes zuständig.

Einerseits arbeitet die LDF partnerschaftlich mit der Fahrtleitung zusammen, andererseits ist sie Partner und Auftraggeber der Reederei Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

The polar-margin research vessel „MARIA S. MERIAN“ is used for the German, worldwide marine scientific research and the cooperation with other nations in this field.

R/V „MARIA S. MERIAN“ is owned by the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern, represented by the Ministry of Education, Science and Culture. The construction of the vessel was financed by the Federal States of Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern and Schleswig-Holstein as well as by the Ministry of Education and Research (BMBF).

The vessel is operated as an 'Auxiliary Research Facility' by the German Research Foundation (DFG). The DFG is assisted by an Advisory Board. The operation of the vessel is financed to 70% by the DFG and to 30% by the BMBF.

The Review Panel German Research Vessels (GPF) reviews the scientific cruise proposals. GPF-approved projects are suspect to enter the cruise schedule.

The German Research Fleet Coordination Centre at the University of Hamburg is responsible for the scientific-technical, logistical and financial preparation, handling and supervision of the vessels operation.

On a partner-like basis the LDF cooperates with the chief scientists and the managing owner Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.



Research Vessel

MARIA S. MERIAN

Cruise No. MSM98 - GPF 20-3_092

08. 01. 2021 - 23. 01. 2021



Variability, amount and fate of methane seepage in the German North Sea **VARIOSEEP**

Editor:

Institut für Geologie Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Sponsored by:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

ISSN 1862-8869