

Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reise Nr. MSM103

12. 09. 2021 - 15. 11. 2021



**Offshore Grundwasservorkommen im Bereich der PRINZ-Edward-Insel,
Kanada**

**-
PRINCE**

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. / *Cruise No.* MSM103

12. 09. 2021 - 15. 11. 2021



**Offshore Grundwasservorkommen im Bereich der PRINZ-Edward-Insel,
Kanada**

-

PRINCE

Groundwater Resources Offshore PRINCE Edward Island, Canada

-

PRINCE

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*

Fahrtleitung – Dr. Sebastian Hölz

GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Wischhofstr. 1-3

D-24148 Kiel

Telefon: +49 431600 2519

Telefax: +49 431600 2915

E-Mail: shoelz@geomar.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.dehttp: 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.dehttp: <http://www.briese.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

VSAT

+49 491 91979023

FBB 500 (Backup)

+870 773 929 863

GSM-mobile (in port only)

+49 171 697 543 3

MERIAN Reise / *MERIAN Cruise* MSM103

12. 09. 2021 - 15. 11. 2021

**Offshore Grundwasservorkommen im Bereich der PRINZ-Edward-Insel,
Kanada**

-

PRINCE

Groundwater Resources Offshore PRINCE Edward Island, Canada

-

PRINCE

Fahrt / Cruise MSM103

12.09.2021 – 15.11.2021
Von Emden (Deutschland)
nach Emden (Deutschland)

Fahrtleitung / *Chief Scientist*:

Dr. Sebastian Hölz

Koordination / *Coordination*

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
German Research Fleet Coordination Centre

Kapitän / *Master* MERIAN

Ralf Schmidt

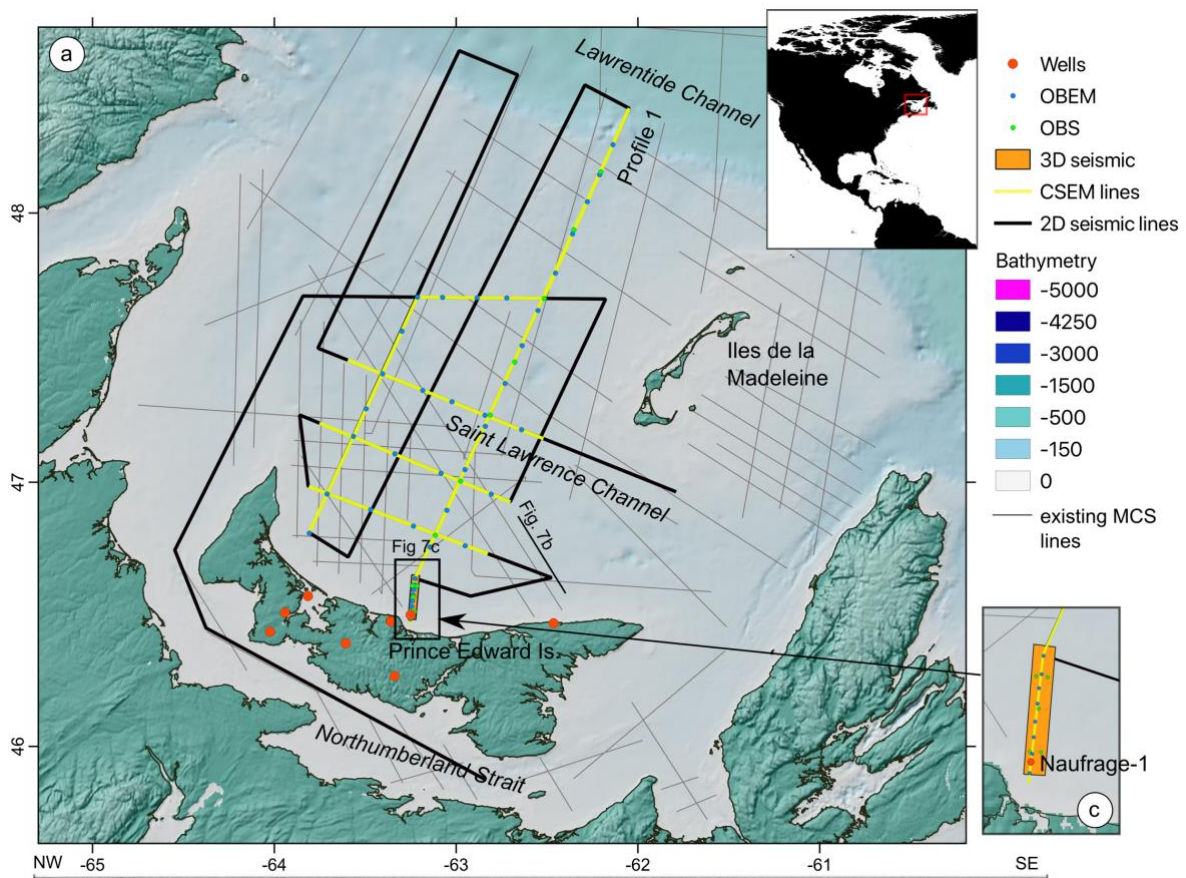


Abb. 1: Arbeitsgebiet der MERIAN Expedition MSM103 mit geplanten Profillinien.

Fig. 1: Working area of MERIAN cruise MSM103 with planned profiles.

Übersicht

Globale Abschätzungen kommen zu dem Schluss, dass etwa 0.5 Mill. Kubikkilometer frischen Grundwassers unter den Schelfmeeren geben sollte. Dies entspricht dem jetzigen Verbrauch der Menschheit für einhundert Jahre. Da die Wasserknappheit mit immer größerer Weltbevölkerung immer weiter zunimmt, ist es unabdingbar herauszufinden, wie diese Ressource nachhaltig genutzt werden kann. Diese Ausfahrt wird im Golf von St. Lawrence durchgeführt, um dort einige der wichtigsten Fragen zum Verständnis der Funktionsweise von marine Frischwasservorkommen zu klären und um die neuen geophysikalischen Methoden zur Kartierung von Frischwasservorkommen im Offshorebereich zu validieren. Ziel der Arbeiten im Golf von St. Lawrence ist es, herauszufinden, in wie weit sich die glaziale Entwicklung der Region auf die Bildung von Grundwasservorkommen in diesem klastischen System ausgewirkt hat. Der Golf von St. Lawrence ist hierfür hervorragend geeignet, weil die einfache glaziologische Entwicklung entlang des Laurentian Channel und der vergleichsweise große Abstand der Rinne zu den heutigen Aquiferen es zulassen, die eiszeitlichen Prozesse von den sich noch heute bildenden Grundwasservorkommen zu trennen. Das klastische Sedimentationssystem ist typisch für viele Schelfgegenden auf der Welt, so dass sich die Erkenntnisse aus dem Projekt auf globale Skalen übertragen lassen und als Grundlage für die Entwicklung nachhaltiger Nutzungsstrategien dienen können.

Synopsis

Offshore groundwater resources are estimated at half a million cubic kilometers – the same volume that is used by human population within one century at present-day consumption. As water scarcity increases with growing population, it is important to assess to what extent this resource can be used sustainably. Here, the marine expedition to the Gulf of St. Lawrence, Canada, which is one of the most thoroughly investigated offshore groundwater sites world-wide, will seek answer to first order questions about the functioning of offshore groundwater systems and to validate geophysical techniques that have been used to constrain offshore groundwater water systems. The objective is to decipher the influence of glacial processes on offshore groundwater systems in a clastic consolidated sedimentary basin. The Gulf of St. Lawrence is uniquely suited for this purpose because the simple glacial evolution along the Laurentian Channel and the comparatively large distance to the onshore aquifer of Prince Edward Island allow to distinguish between the glacial and modern groundwater formation. The clastic system of the Gulf of St. Lawrence is typical of many shelf areas in the world, which ensures that the results of this project can be used to inform global groundwater resource assessments and develop sustainable exploitation scenarios.

Wissenschaftliches Programm

Etwa 35 % der Weltbevölkerung leben aktuell in Gebieten mit hoher Wasserknappheit (World Water Assessment Programme, 2009; UN-Water, Key Water Indicators Portal).

Das weltweite Bewusstsein für die Bedrohung der Wassersicherheit hat Regierungen dazu veranlasst, Maßnahmen zu ergreifen, um die Süßwasserressourcen effektiv und nachhaltig zu bewirtschaften, mit dem Ziel der Weltbevölkerung, die mehr Wasser benötigt, sauberes Wasser bereitzustellen. Der Weltklimarat (IPCC) betont, dass der Klimawandel voraussichtlich die Verwundbarkeit von Süßwasserressourcen erhöhen wird (IPCC, 2012). Tatsächlich werden klimabedingte Umweltveränderungen und -risiken – wie extreme Wetterereignisse – im Global Risks Report des Weltwirtschaftsforums (WEF, 2019) unter den Top 10 eingestuft und werden voraussichtlich schwerwiegende Folgen für die Wassersicherheit und damit für die Wirtschaft sowie soziale und ökologische Systeme haben (Vörösmarty et al., 2000; Döll, 2009).

Das IPCC (2012) erwartet eine Zunahme des jährlichen Flussabflusses und der Wasserverfügbarkeit um 20 - 40% in hohen Breiten und in einigen tropischen Gebieten sowie eine Abnahme von 10 - 30% in einigen trockenen Regionen in mittleren Breiten und in den trockenen Tropen. Die Qualität und Quantität des Süßwassers wird auch durch höhere Temperaturen und den Anstieg des Meeresspiegels gefährdet, was eine Versalzung des Grundwassers und der Ästuarie forciert.

Grundwasser gilt seit jeher als attraktive Süßwasserquelle, da es bei reduzierten Oberflächenwasserressourcen genutzt werden kann und weniger verschmutzungsanfällig ist als Wasserkörper an der Oberfläche. Grundwasser deckt fast die Hälfte des weltweiten Süßwasserbedarfs, macht 43% des gesam-

Scientific Programme

To date, about 35% of the world's population live in areas with high water scarcity (World Water Assessment Programme, 2009; UN-Water, Key Water Indicators Portal).

Global awareness of the threat to water security has led governments to take actions to effectively and sustainably manage freshwater resources with the ultimate goal of providing clean water to a world population that is demanding more water. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) has highlighted, how climate change is expected to increase the vulnerability of freshwater resources (IPCC, 2012). Indeed, climate-related environmental changes and risks – such as extreme weather events – are ranked among the top 10 in the World Economic Forum's Global Risks report (WEF, 2019), and are projected to have severe consequences on water security and consequently on economic, social and ecological systems (Vörösmarty et al., 2000; Döll, 2009).

The IPCC (2012) expects a 20-40% increase in annual river runoff and water availability at high latitudes and in some wet tropical areas, and a 10-30% decrease over some dry regions at mid-latitudes and in the dry tropics. Freshwater quality and quantity will be also be threatened by rising temperatures and sea levels, which will force salinization of groundwater and estuaries.

Groundwater has always been considered an attractive freshwater source because it can be used when surface water resources are reduced, and since it is less susceptible to contamination than surface water bodies. Groundwater supports almost half of the global freshwater demand, accounts for 43%

ten Bewässerungswassers aus ($545 \text{ km}^3 / \text{a}$ von insgesamt $1.277 \text{ km}^3 / \text{a}$; Siebert et al., 2010; Abb. 1) und versorgt bis zu 3 Milliarden Menschen (Vörösmarty et al., 2005).

Derzeit leben 40% der Weltbevölkerung in einem Umkreis von 100 km von der Küste (Martínez et al., 2007), und Küstenzonen unter 10 Metern Höhe beherbergen weltweit mehr als 600 Millionen Menschen (Small und Nicholls, 2002). Dieser Bevölkerungsdruck hat zu einer übermäßigen Ausbeutung der küstennahen Grundwasserressourcen geführt, die in vielen Küstenmetropolen wie z.B. in Jakarta, Indonesien, wo von 1997 bis 2008 eine irreversible Landsenkung mit einer Senkungsrate von 25 cm / a beobachtet wurde (Galloway und Burbey, 2011). Große Investitionen in Wassertechnologie und die Nutzung nicht-konventioneller Wasserquellen sowie die Wiederverwendung und Entsalzung (Elimelech und Phillip, 2011), haben es wohlhabenden Nationen ermöglicht, klimatische und nicht-klimatische Stressoren teilweise zu reduzieren. Diese Investitionen standen den Entwicklungsländern jedoch im Allgemeinen nicht zur Verfügung, die weiterhin anfällig bleiben (Vörösmarty et al., 2010).

FrISChe Offshore-Aquifere (FOA), auch als meteorische Grundwasserreserven bekannt (Post et al., 2013), sind Grundwasserkörper, die derzeit unter dem Meeresboden vorhanden sind. Sie haben Konzentrationen gelöster Feststoffe $<10 \text{ g / L}$ (ca. 30% der natürlichen Konzentration des Meerwassers).

Seit ihrer Entdeckung in den späten 70er Jahren (Hathaway et al., 1979) haben verschiedene Studien versucht, die globalen submarinen Süßwasserreserven ($\text{TDS} < 1 \text{ g / L}$) innerhalb von Riffrändern zu berechnen (Adkins et al., 2002; Cohen et al., 2010; Post et al., 2013). Die Ergebnisse liegen zwischen $3 \times 10^5 \text{ km}^3$ und $4,5 \times 10^6 \text{ km}^3$, wobei Unsicherheiten in den Abschätzungen durch die Knappheit von Offshoredaten verursacht wird. Zum Vergleich: Die weltweite Süßwassermenge, die seit 1900 aus kontinentalen Grundwasserleitern gewonnen wurde, beträgt 4.500 km^3 (Konikow, 2011).

of the total irrigation water ($545 \text{ km}^3 / \text{a}$ of a total of $1,277 \text{ km}^3 / \text{a}$; Siebert et al., 2010; Fig. 1) and supplies drinking water to up to 3 billion people (Vörösmarty et al., 2005).

Presently, 40% of the global population lives within 100 km of the coast (Martínez et al., 2007), and coastal zones below 10 meters of elevation host more than 600 million people worldwide (Small and Nicholls, 2002). This population pressure has led to an over-exploitation of coastal groundwater resources, inducing irreversible land subsidence in many coastal megacities, such as Jakarta, Indonesia, which experienced a subsidence rate of 25 cm/a from 1997 to 2008 (Galloway and Burbey, 2011). Large investments in water technology and the use of non-conventional water sources, such as reuse and desalination (Elimelech and Phillip, 2011), have enabled wealthy nations to partially reduce climate and non-climate stressors. However, these investments have generally not been available to developing countries, which remain vulnerable (Vörösmarty et al., 2010).

Freshened offshore aquifers (FOA), also known as meteoric groundwater reserves (Post et al., 2013), are groundwater bodies currently present below the sea floor. They have concentrations of total dissolved solids $<10 \text{ g / L}$ (approximately 30% of seawater).

Since their discovery in the late '70s (Hathaway et al., 1979), different studies have attempted to calculate global submarine freshwater reserves ($\text{TDS} < 1 \text{ g/L}$) contained within rifted margins (Adkins et al., 2002; Cohen et al., 2010; Post et al., 2013). Results range between $3 \times 10^5 \text{ km}^3$ and $4.5 \times 10^6 \text{ km}^3$, and such large uncertainties mainly reflect the scarcity of offshore data. For comparison, the global volume of freshwater extracted from continental aquifers since 1900 amounts to $4,500 \text{ km}^3$ (Konikow, 2011).

FOAs haben in letzter Zeit aufgrund ihres Potenzials viele Küstengemeinden und Industrien mit Wasserressourcen zu versorgen, wodurch das Interesse der wissenschaftlichen Gemeinschaft geweckt wird (Cohen et al., 2010, Bakken et al., 2012, Jiao et al., 2015; Person et al., 2017).

Sie können eine entscheidende Rolle zum Erreichen der zukünftigen Wassersicherheit spielen und gleichzeitig die Gesundheit, die Nahrungsmittelnachfrage und die Wirtschaft der Küstengesellschaften unterstützen (Post et al., 2013). Obwohl die geschätzte Menge an FOAs weltweit (Post et al., 2013) groß genug ist, um eine bedeutende Ressource für Küstengemeinden zu sein, ist nicht sicher, wie sich die gegenwärtigen und zukünftigen Auswirkungen von Mensch und Klima auf diese Reserven auswirken werden.

Eine kürzlich durchgeführte Studie hat beispielsweise gezeigt, dass die Nutzung von Offshoregrundwasser, das in flachen Reservoirs während der Produktion von Kohlenwasserstofffeldern enthalten ist, zu einer erheblichen Reduzierung des Süßwassers an Land, Landabsenkungen und einer Verringerung des unterirdischen Grundwasserabflusses führen kann (Yu und Michael, 2019a).

Drei Hauptmechanismen werden für die Neubildung und Ergänzung/Nachbildung von FOAs diskutiert (Bakken et al., 2012):

1. Neubildung während pleistozäner Meeresspiegeltiefstände – verbunden mit dem letzten glazialen Maximum (26.000 – 19.000a BP) – mit vertikalem Zufluss von Süßwasser auf dem exponierten Kontinentalschelf;
2. Anreicherung entlang von Teilen des exponierten Kontinentalschelfs, die von Eisschilden bedeckt sind;
3. Aktive Anreicherung über horizontalen Grundwasserfluss von Land.

Im Rahmen der Ausfahrt werden wir einen Kontinentalrand untersuchen, an dem klastische Sedimente das Substrat in einer Insel-

FOAs have recently attracted the interest of the scientific community due to their potential to provide water resources to many coastal communities and industries (Cohen et al., 2010, Bakken et al., 2012, Jiao et al., 2015; Person et al., 2017).

They may play a crucial role in increasing future water security, while supporting health, food demand, and economies of coastal societies (Post et al., 2013). While the estimated volume of FOAs worldwide (Post et al., 2013) is large enough to be a significant resource to coastal communities, there are many unknowns about how current and future human and climatic impacts will affect those reserves.

For example, a recent study highlighted that the use of offshore groundwater hosted in shallow reservoirs during the production of hydrocarbon fields may cause substantial depletion of onshore freshwater, land subsidence, and reduction in submarine groundwater discharge (Yu and Michael, 2019a).

Several mechanisms have been proposed to explain the formation of FOAs and their recharge (Bakken et al., 2012). Three primary mechanisms are:

1. *paleo-recharge during Pleistocene sea-level lowstands associated with the last glacial maximum (26,000 – 19,000a BP) with vertical inflow of freshwater across subaerially exposed continental shelves;*
2. *freshwater recharge along portions of the continental shelf covered by ice sheets;*
3. *active recharge of fresh groundwater from land.*

In this cruise, we will investigate a continental margin where fractured consolidated clastic sediments form the substrate in an is

lage bilden, sich lateral über den Kontinentalschelf erstrecken und letztendlich inselfern am Meeresboden auskeilen.

Unser Ziel ist es, FOAs in einem solchen stratigraphischen Umfeld zu erkennen und zu charakterisieren, da sie eine kritische, bisher unerschlossene Süßwasserressource darstellen könnten. Der Kontinentalschelf um die Prince-Edward-Insel (PEI) wird also als natürliches Labor dienen, um zu untersuchen, wie sich FOAs bilden und wie submarine Süßwasserressourcen Küstengesellschaften in der Umgebung einer kleinen Insel erhalten können.

Die PEI ist Teil des *Maritimes Basin* (Ingersoll, 2012), das mit kontinentalen und marinen Sedimenten aus dem späten Devon bis zum frühen Perm gefüllt ist (Ryan et al., 1991; St. Peter, 1993). In der Bohrung *Spring Valley 1* auf der PEI (Abb. 3), die eine Tiefe von 1706 m erreichte, wurde ein Wechsel von Sandstein und lokalen Konglomeraten (häufiger in den Cable Head- und Bradelleformationen) und Tonsteinen oder Schiefern (dominant in den Formationen Naufrage, Green Gables und Shepody) gefunden.

Diese Gesteine werden von einer relativ dünnen Schicht nicht konsolidierter quartärer Gletscherablagerungen überlagert (Rampton et al., 1984), die sich auch vor der Küste erstrecken (Shaw, 2005).

Im Allgemeinen wurden verschiedene direkte und indirekte Verfahren angewendet, um Offshoregrundwasserabflüsse zu erkennen und zu quantifizieren, darunter elektromagnetische Methoden zur Bewertung des Porenwassersalzgehalts, Tracer-Experimente (z. B. Radium- und Radon-Isotope) und Grundwasserströmungsmodellierung (Burnett und Dulaiova, 2006). Die erste – und möglicherweise einzige – akustische Untersuchung einer marinen Süßwasserabflusses wurde in den 1980er Jahren in einem arktischen Fjord durchgeführt (Hay, 1984; Colbourne und Hay, 1990).

land setting and extend laterally across the continental shelf, cropping out at the seafloor.

Our aim is to detect and characterize FOAs hosted in such stratigraphic settings as they might represent a critical, currently untapped freshwater resource. Thus, the continental shelf around the Prince Edward Island (PEI) will serve as a natural laboratory to study how FOAs form and how submarine freshwater resources may sustain coastal societies in a small-island setting.

PEI is part of the Maritimes Basin, a composite successor basin (Ingersoll, 2012) that is filled with Late Devonian to Early Permian continental and marine sediments (Ryan et al., 1991; St. Peter, 1993). The Spring Valley 1 well drilled on PEI (Fig. 3) reached a depth of 1706 m and recovered sedimentary lithology mainly consisting of an alternation of sandstones and local conglomerates (more abundant in the Cable Head and Bradelle formations), and mudstones or shales (dominating the Naufrage, Green Gables, and Shepody formations).

These rocks are overlain by a relatively thin cover of unconsolidated Quaternary glacial deposits (Rampton et al., 1984) that also extend offshore (Shaw, 2005).

Generally, different direct and indirect techniques have been applied to detect and quantify offshore groundwater discharge, including electromagnetic techniques to evaluate pore water salinity, tracer techniques (e.g. radium and radon isotopes), and groundwater flow modelling (see Burnett and Dulaiova, 2006). The first - and possibly only - acoustic study of a submarine freshwater discharge plume was carried out in an Arctic fjord in the 1980's (Hay, 1984; Colbourne and Hay, 1990).

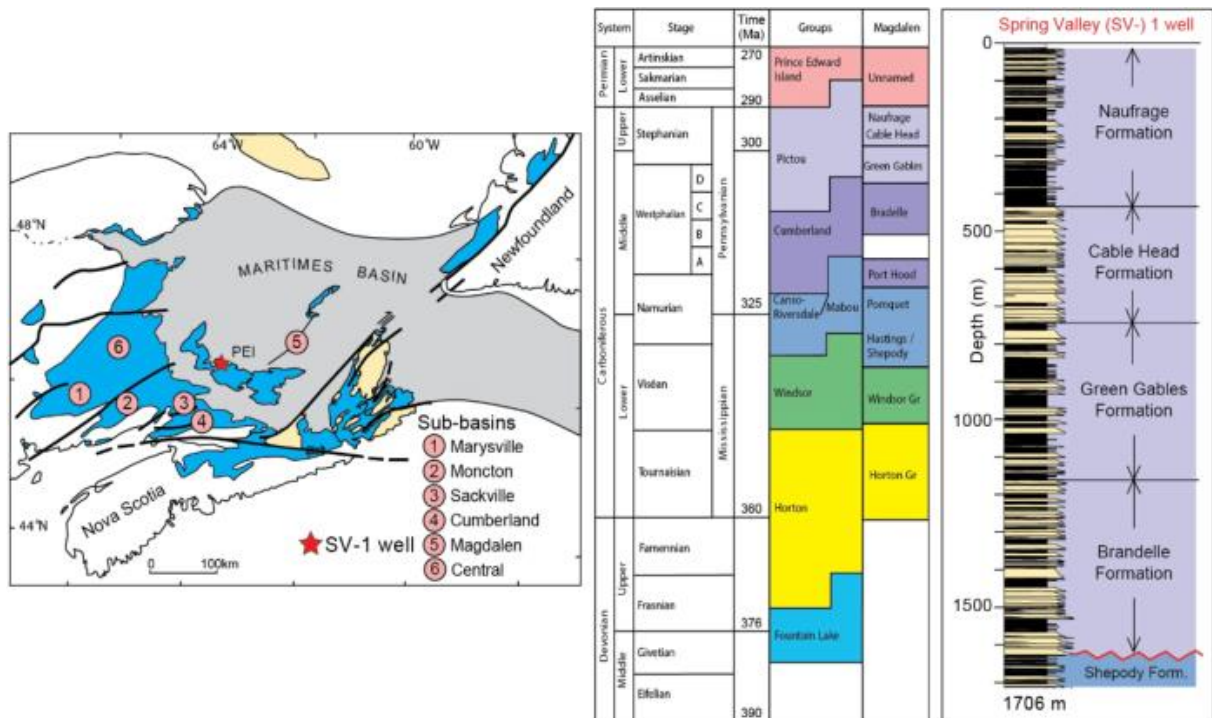


Abb. 2: Lage des „Maritime Basin“ und der zugehörigen Untereinheiten (1-6) zusammen mit der Spring Valley Bohrung SV-1 auf der Prince-Edward-Insel (PEI). Die erbohrte Stratigraphie ist rechts dargestellt (modifiziert aus Stapinsky et al., 2002).

Fig. 2: „Maritime Basin“ with sub-units and the location of the “Spring Valley” drill hole SV-1 on Prince Edward Island. The drilled lithostratigraphy is displayed in the right panel (modified from Stapinsky et al., 2002).

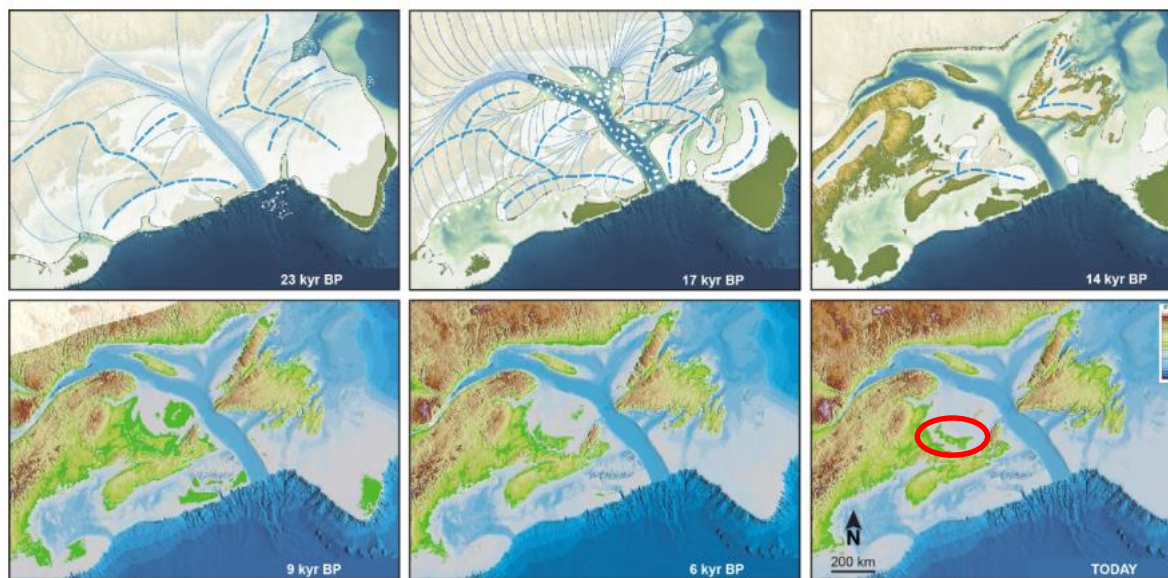


Abb. 3: Paleographische Karten der „Maritime Province“ zwischen 23ka BP (oben links) bis zur Gegenwart (unten rechts, modifiziert von Shaw et al., 2002, 2006). Das Rückschreiten der Eisschilde und die damit verbundene Änderung der Küstenlinie sind deutlich zu sehen. Die aktuelle Lage der PEI ist mit einer roten Ellipse markiert.

Fig. 3: Paleographic maps of the Maritime Provinces between 23ka BP (top left; modified from Shaw et al., 2002, 2006) and today (bottom right). The regressing ice-shields and changing coast lines are evident. For reference purposes, the current location of the PEI is marked with a red ellipse.

Arbeitsprogramm

Aufgrund der aktuellen Coronasituation musste das ursprünglich beantragte Arbeitsprogramm stark modifiziert werden. So kann die ursprünglich geplante 3D Seismik und die Ausbringung von OBS Stationen aufgrund der reduzierten Anzahl von wissenschaftlichem und technischen Personal nicht durchgeführt werden. Ebenso können Fahrtantritt und -abschluss nicht in Halifax (Kanada) durchgeführt werden, sondern wird stattdessen in Deutschland (Emden) erfolgen, wodurch erheblich längere Transits (je 11 Tage) notwendig werden.

Die Untersuchung des Meeresbodens, der im Arbeitsgebiet nur geringe Tiefen bis maximal 100m aufweist, wird mittels aktiver 2D Streamerseismik und mit einem aktiven, geschleppten Controlled-Source-EM (CSEM) System durchgeführt werden. Die mit dem geschleppten CSEM Sender ausgesendeten Signale werden auch noch mit stationären OBEM (Ocean Bottom EM) Empfängern aufgezeichnet, wodurch die Eindringtiefe der CSEM Messungen über größere Sender-Empfängerabstände erhöht werden kann. Weiterhin können die OBEM Empfänger auch passive EM Signale aufzeichnen (→ Magnetotellurik - MT), die eine erheblich größere Eindringtiefe haben. Ergänzt werden diese geophysikalischen Methoden, die Informationen ab wenigen Metern Tiefe bis zu einigen zehner Kilometern Eindringtiefe liefern, durch oberflächennahe Probennahmen bis zu 5m Tiefe (Schwerelot, Boxcorer), durch hydroakustische Messungen (Fächerecholot EM712) zur Bestimmung der Oberfläche des Meeresbodens (→ wichtig für die Planung der CSEM Messungen mit dem geschleppten System) und CTD Messungen in der Wassersäule.

Um zu einem ausgeglichenen Arbeitsprogramm zu gelangen, das allen Teilarbeitsgruppen genügend Gelegenheit zur Aufnahme von Daten / Gewinnung von Probenmaterial gewährleistet und auch ausreichend Zeit zur Sichtung der Daten und Durchführung von Wartungsarbeiten und Reparaturen

Work Programme

Due to the current corona situation, the originally applied for work programme had to be modified substantially. The originally planned 3D seismic and the deployment of OBS stations cannot be carried out due to the reduced number of scientific staff and technicians. Likewise, mobilization and demobilization cannot be carried out in Halifax (Canada); instead, the cruise will have to start and end in Germany (Emden), which will result in significantly longer transits (about 11 days each way).

The investigation of the sea floor, which in the working area only has shallow depths of up to a maximum of 100 m, is carried out using active 2D streamer seismics and an active, towed Controlled Source EM (CSEM) system. The signals transmitted with the towed CSEM transmitter are also recorded with stationary OBEM (Ocean Bottom EM) receivers, thereby increasing the penetration depth of the CSEM measurements by means of larger transmitter-receiver distances. The OBEM receiver can also record passive EM signals (→ Magnetotellurics - MT), which have a much greater penetration depth. These geophysical methods, which provide information from a depth of a few meters to a depth of several tens of kilometres, are supplemented by near-surface sampling up to a depth of 5m (gravity corer, box corer), by multibeam measurements (→ important for planning of CSEM measurements with the towed system) and CTD measurements in the water column.

In order to arrive at a balanced work programme that guarantees all sub-working groups sufficient opportunity to record data / obtain sample material and also allow for sufficient time to view the data and work on maintenance of systems, we plan to organize work as follows:

an den Gerätschaften lässt, wird der generelle Ablauf der Arbeiten wie folgt geplant:

- Ausbringung von 12 stationären OBEM Empfängern entlang eines 60km Profils (24h).
 - 2D Seismik entlang Profil von ca. 250km Länge (48h).
 - Probennahme mit GC (6h).
 - Aufnahme erstes Teilprofil CSEM entlang von 40km langem Profil (24h).
 - Probennahme mit GC (6h).
 - 2D Seismik entlang von ca. 250km Profillänge (48h), gleichzeitig Multibeam.
 - Aufnahme zweites Teilprofil CSEM entlang von 40km langem Profil (24h).
 - Probennahme mit GC (6h).
 - 2D Seismik entlang von ca. 250km Profillänge (48h), gleichzeitig Multibeam.
 - Probennahme mit GC (6h).
 - Bergung von OBEM Empfängern (24h)
- *Deployment of 12 stationary OBEM receivers along a 60km profile (24h).*
 - *2D seismic along a profile of ca. 250km length (48h).*
 - *Sampling with GC (6h).*
 - *First measurements along CSEM profile (ca. 40km length, 24h).*
 - *Sampling with GC (6h).*
 - *2D seismic along a profile length of approx. 250km (48h).*
 - *Second measurements along CSEM profile (ca. 40km length, 24h).*
 - *Sampling with GC (6h).*
 - *2D seismic along a profile length of approx. 250km (48h).*
 - *Sampling with GC (6h),*
 - *Recovery of OBEM receivers (24h).*

Messungen mit dem Multibeam bzw. mit der mobilen CTD können parallel zu den Profilmessungen durchgeführt werden.

Measurements with the multibeam and with the mobile CTD can be carried out in parallel to the profile measurements.

Ein solcher Block mit ca. 10 Arbeitstagen lässt sich im Rahmen der Ausfahrt 4x wiederholen. Im Idealfall könnten wir somit auf Messungen entlang von Profilen mit einer Länge von ca. 3000km für die 2D Seismik, ca. 320km für die CSEM und mit der Gewinnung von ca. 20-30 Kernen hoffen. Wie immer werden wir diese Pläne letztendlich der Realität anpassen, um Wind und Wellen, technischen Problemen und sonstigen Unbill Rechnung zu tragen.

Such a block with 10 working days can be repeated approximately 4x during the cruise. In the ideal case, we could hope for measurements along profiles with a length of approximately 3000 km for 2D seismic, approximately 320 km for CSEM and with the extraction of approximately 20-30 cores. As always, we will ultimately adapt these plans to reality in order to take wind & waves, technical problems and other hardships into account.

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise MSM103**

	Tage/days
Auslaufen von Emden (Deutschland) am 12.09.2021 <i>Departure from Emden (Germany) 12.09.2021</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	11
Arbeiten im Hauptarbeitsgebiet <i>Work in main working area</i>	23
Transit zum Hafen Halifax und Bunkern <i>Transit to port Halifax (supplies)</i>	3
Arbeiten im Hauptarbeitsgebiet <i>Work in main working area</i>	15
Transit zum Hafen / <i>Transit to final port</i>	11
	Total 63
Einlaufen in Emden (Deutschland) am 15.11.2021 <i>Arrival in Emden (Germany) 15.11.2021</i>	

Beteiligte Institutionen / Participating Institutions

GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel
Wischhofstr. 1-3
D-24148 Kiel

Dalhousie University
Halifax, Nova Scotia
Canada B3H 4R2

University of Malta Msida Campus (main campus)
Msida MSD 2080
Malta

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 Fahrtplanung 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, world-wide marine scientific research and the cooperation with other nations in this field.

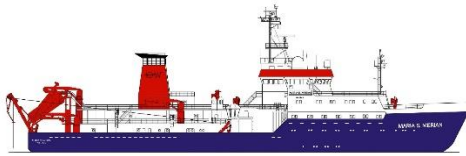
R/V „MARIA S. MERIAN“ is owned by the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern, represented by the Ministry of Education, Science and Culture. The construction of the vessel was financed by the Federal States of Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern and Schleswig-Holstein as well as by the Ministry 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 vessel's 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. MSM103

12. 09. 2021 - 15. 11. 2021



Groundwater Resources Offshore PRINCE Edward Island, Canada

**-
PRINCE**

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