

Forschungsschiff

MARIA S. MERIAN

Reise Nr. MSM94

02. 08. 2020 - 06. 09. 2020



Transport Variabilität im westlichen Teil des Subpolaren Nordatlantik

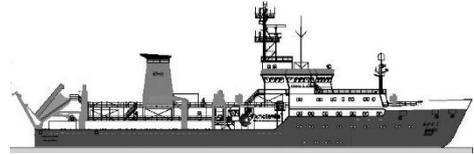
Herausgeber

Universität Hamburg, Institut für Geologie
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. MSM94 / *Cruise No. MSM94*

02. 08. 2020 - 06. 09. 2020



Transport Variabilität im westlichen Teil des Subpolaren Nordatlantik *Western Subpolar North Atlantic transport variability*

Herausgeber / *Editor:*

Universität Hamburg, Institut für Geologie
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. Johannes Karstensen

Physikalische Ozeanographie
GEOMAR
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Düsterbrooker Weg 20
24105 Kiel

Telefon: +49 431 600-4156
Telefax: +49 431 600-4102
e-mail: jkarstensen@geomar.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Institut für Geologie
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg

Telefon: +49-40-428-38-3640
Telefax: +49-40-428-38-4644
e-mail: leitstelle.ldf@uni-hamburg.de
http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei

Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG
Abt. Forschungsschiffahrt
Hafenstrasse 6d (Haus Singapore)
26789 Leer

Telefon: +49 491 92520 160
Telefax: +49 491 92520 169
e-mail: research@briese.de
http: <http://www.briese.de/>

Geschäftsstelle

des Gutachterpanels Forschungsschiffe (GPF)
c/o Deutsche Forschungsgemeinschaft
Kennedyallee 40
53175 Bonn

email: 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

MERIAN Reise / *MERIAN Cruise*

MERIAN Reise Nr. MSM94
MERIAN Cruise No. MSM94

02. 08. 2020 - 06. 09. 2020

Transport Variabilität im westlichen Teil des Subpolaren Nordatlantik
Western Subpolar North Atlantic transport variability

Fahrt / Cruise MSM94 02. 08. 2020 - 06. 09. 2020
Von Emden (Deutschland)
Nach Emden (Germany)

Fahrtleitung / *Chief Scientist:* Dr. Johannes Karstensen

Koordination / *Coordination* Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
German Research Fleet Coordination Centre

Kapitän / *Master* MERIAN Ralf Schmidt

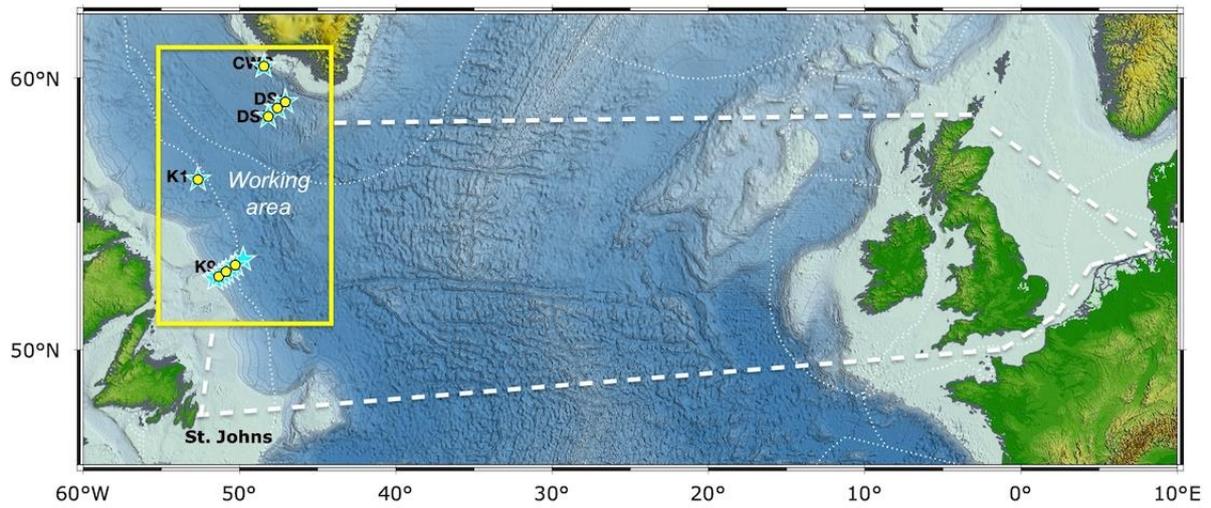


Abb. 1 Geplante Fahrtroute (gebrochene weiße Linie) und Arbeitsgebiet (gelber Rahmen) der MARIA S. MERIAN Expedition MSM94. Die wieder auszuliegenden Verankerungen (Stern) und einzelne CTD Stationen (gelber Punkt) sind markiert.

Fig. 1 *Planned cruise track (broken white line) and working area (yellow frame) of the MARIA S. MERIAN expedition MSM94. The moorings to be redeployed (star) and individual CTD stations (yellow dot) are marked.*

Übersicht

Die Fahrt MSM94 wird Messungen im Subpolaren Nordatlantik durchführen, die hauptsächlich zu Untersuchungen der Umwälzzirkulation beitragen. Es werden verankerte Messgeräte geborgen und teilweise wieder installiert. Außerdem werden schiffsgestützte Messungen durchgeführt (CTD, ADCP, diskrete Wasserproben).

Fahrt MSM94

Der Tiefe Westliche Randstrom (DWBC) im Subpolaren Nordatlantik stellt eine Schlüsselkomponente der Thermohalinen Zirkulation dar. Schwankungen im Volumentransport und der Charakteristik der Wassermassen im DWBC können Indikatoren für Klimaänderungen sein. Das dichteste Wasser im Randstrom wird aus der Overflow/Entrainment Quelle (hauptsächlich Dänemark Straße Overflow) im Grönland-Schottland Rücken eingespeist. Leichtere Wasser werden aus den Konvektionsgebieten des Subpolaren Nordatlantiks, hauptsächlich der Labrador See, eingebracht.

Die Verbesserung des Prozessverständnisses in den Fokusregionen Labrador See wird mit den Daten der Fahrt MSM94 erreicht werden. Die Fahrt ist stark in internationale Programme und Analysen eingebettet, die unter anderem die Stärke der Umwälzzirkulation im Nordatlantik (OSNAP) und die Kohlenstoffdioxidaufnahme der Labrador („Ocean Frontier Institute, EU EuroSea“) untersuchen.

Das Arbeitsprogramm der Fahrt MSM94 beinhaltet die Aufnahme und Auslegung von verankerten Geräten und die Vermessung der Wassersäule mit der CTD Rosette und Unterwegsdaten.

Synopsis

The cruise MSM94 will carry out measurements in the Subpolar North Atlantic, which will contribute to studies related to the thermohaline circulation. Moored instrumentation will be recovered and deployed. In addition, ship-based measurements are carried out (CTD, ADCP, rosette bottle sample analysis).

Cruise MSM94

The Deep Western Boundary Current (DWBC) represents a key component of thermohaline circulation. Fluctuations in volume transport and the characteristics of water masses in the DWBC may be indicators for changes in climate. The densest water in the DWBC originate from the overflow/entrainment sources (mainly Denmark Strait Overflow) in the Greenland-Scotland Ridge. Lighter waters are formed in the convection areas primarily in the Labrador Sea.

Improvement of process understanding in the focus regions Labrador Sea will be achieved with data from the MSM94 cruise. The cruise is embedded in international programs and analysis efforts that examine, among others, the strength of Atlantic overturning circulation (OSNAP) and the carbon dioxide uptake of the Labrador Sea ("Ocean Frontier Institute", EU EuroSea).

The work program of the MSM94 cruise include the redeployment of moorings and the surveys of the water column using the CTD Rosette and underway data.

Wissenschaftliches Programm

Der Nordatlantik ist eine der Schlüsselregionen für die globale Ozeanzirkulation und deren Variabilität auf zwischenjährlichen und längeren Zeitskalen. Globale Klimaänderungen sind mit Änderungen im Zustand der Nordatlantiks eng gekoppelt. Das Klima Europas ist zu einem erheblichen Teil mit der ozeanischen Zirkulation, insbesondere dem Transport von warmem Wasser mit dem Nordatlantikstrom nach Nordosten, verbunden. Der Nordatlantikstrom stellt eine Verbindung zwischen dem warmen, subtropischen Wirbel und dem kalten, subpolaren Wirbel dar. Ein wichtiger Antrieb für den Austausch zwischen diesen großskaligen Wirbeln, und damit ein Kontrollmechanismus für den Nordatlantikstrom, ist das Absinken von Wasser im nördlichen Nordatlantik. Durch starke Abkühlung (Dichteanreicherung) werden im Winter oberflächennahe Wassermassen in Tiefenwasser transformiert. Dieses geschieht sehr intensiv nördlich des Grönland-Schottland Rückens in den „Nordic Seas“, aber auch im östlichen Subpolaren Nordatlantik und auch in der Labrador See und in Regionen südlich von Grönland.

Die dichtesten Wassermassen im Kaltwasser-Pfad der thermohalinen Zirkulation werden beim Einströmen durch die Dänemarkstraße gebildet. Diese Wassermassen etablieren den „Tiefen Westlichen Randstrom“ (DWBC; Abb. 2). Die leichteren Wassermassen, die auch aus der Konvektionsregion der Labrador See kommen, tragen ebenfalls zum DWBC bei. Sowohl die Stromstärke wie auch die Charakteristik der Wassermassen im DWBC sind Indikatoren für oberflächennahe Änderungen, die eventuell in die Tiefsee eingebracht werden.

Um eventuell auftretende Trends in den Transporten und der Wassermassencharakteristik zu ermitteln, werden lange Zeitserien

Scientific Programme

The North Atlantic Ocean is an important driver for the global ocean circulation and its variability on time scales beyond interannual. It could be shown that global climate variability is to a large extent correlated with changes in the North Atlantic sea surface state. The climate of Europe is strongly influenced by the North Atlantic Ocean circulation, in particular the eastward transport of warm water with the North Atlantic Current has a strong impact on the mild winters in Northern Europe. The North Atlantic Current is to be seen as a connection between the warm, Subtropical Gyre and the cold, subpolar Gyre. A driver for the connection between the gyres, and as such for the North Atlantic Current, is the water mass transformation, and in particular the sinking of water, in the Northern North Atlantic - north of the Greenland-Scotland Ridges and in the Labrador and eventually Irminger Sea.

Intense cooling in winter make the surface water more dense and drives a sinking of the water. The water that has been transferred from surface to great depth spreads preferentially southward, concentrated in intense currents (Fig. 2). Most prominent is the “Deep Western Boundary Currents” (DWBC) that transports water ventilated water masses in a well defined current southward. Beside the deep water formed in the Subpolar gyre, the DWBC transport water from the overflow regions southward. The strength as well as the characteristic of the DWBC are an indicator for the integral effect of time variability in the formation region of the water masses and the processes in the overflow region.

benötigt. Nur so können statistische Verfahren angewandt werden, die es erlauben Trends aus dem natürlichen Rauschen zu isolieren. Diese können nur mit Hilfe verankerter Sensoren gewonnen werden.

Das wissenschaftliche Programm der MARIA S. MERIAN Fahrt MSM94 sind Studien zur Intensität der Wassermassenumwandlung und zur Stabilität des Abtransports nach Süden im DWBC gewidmet.

Die Vermessung des momentanen Vertikalaufbaus des Ozeans während der Fahrt MSM94, bezüglich Hydrographie (Temperatur, Salzgehalt, Dichte), Sauerstoff, optischer Eigenschaften und der Strömung, wird mit Hilfe der CTD und weiterer Sonden durchgeführt. Oberflächennah werden Dauerregistrierungen mit dem Thermosalinograph (Temperatur, Salzgehalt) durchgeführt und kontinuierlich meteorologische Daten erfasst. Strömungsmessungen in bis zu 1000m Tiefe werden mit den schiffseitig installierten ADCPs durchgeführt. Die Fahrt ist auch ein Beitrag zu internationalen Projekten (EuroSea, Blue-Action) und Programmen (OSNAP, Ocean Frontier Institute).

As such it is critical to survey the DWBC regularly and over long periods of time to create time series of flow and properties to be able to decompose the variability of the DWBC on its different time scales.

The scientific program of the MARIA S. MERIAN MSM94 expedition is dedicated to the studies on the intensity of the water mass transformation and the southward transport in the DWBC.

The measurement of the current vertical structure of the ocean during the MSM94 expedition, regarding hydrography (temperature, salinity, density), oxygen, optical properties and the flow is carried out with the help of the CTD probe. Close to the surface, permanent registrations are carried out with the thermosalinograph (temperature, salinity) and meteorological data are continuously collected. Flow measurements up to 1000m depth are performed with the ships installed ADCPs. The expedition is a contribution to international projects (EuroSea, Blue-Action) and programmes (OSNAP, Ocean Frontier Institute).

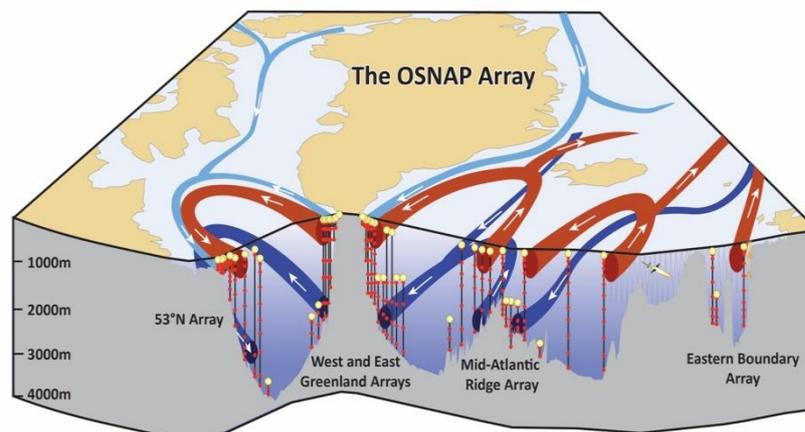


Abb. 2: Schematische Abbildung der Strommäste (rot warm, blau kalt, hellblau Arktisch/salzarm) im subpolaren Nordatlantik deren Variabilität mit Hilfe des internationalen OSNAP Arrays vermessen wird. Die Instrumentierung zur Beprobung der Strommäste ist schematisch dargestellt. Der Fokus der Fahrt MSM94 wird westlich der Südspitze Grönlands sein.

Fig. 2. *Schematic of the current bands and temperature (blue cold; red warm; light blue Arctic low salinity) in the subpolar North Atlantic along the OSNAP array that aims to monitor the variability of the currents and the associated overturning. The focus of the MSM94 will be west of the southern tip of Greenland.*

Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm teilt sich in zwei Teile: (1) verankerte Geräte und (2) schiffsgestützte Beobachtungen (Abb. 3).

Verankerte Geräte

Am Südausgang der Labrador See betreibt das GEOMAR seit 1997 das „53°N Array“ Observatorium. Dieses wird um eine Anzahl von Schelfverankerungen („C-Array“) des Bedford Instituts/BIO Kanada erweitert. In der zentralen Labrador See wird ebenfalls seit 1997 die K1 Verankerung betrieben. Am „Eingang“ der Labrador See, vor der Küste Grönlands, betreibt das GEOMAR seit 2014 und damit mit Beginn des OSNAP Arrays, ebenfalls 2 (3) kurze Verankerungen im Verbund mit dem WHOI.

Während der MSM94 werden diese Verankerungen aufgenommen und auch wieder ausgelegt. Auch wird ein Bodenlander vor der grönländischen Küste aufgenommen werden.

Die zu bergenden verankerten Geräte registrieren zeitlich hochauflösend (<1 Stunde) die lokalen Entwicklungen von physikalischen Parametern (Temperatur, Salzgehalt, Dichte, Strömungen) und teilweise auch biogeochemischen (Sauerstoff, Chlorophyll/Fluoreszenz). Die Kontinuität der Messungen über viele Jahre, bis hin zu Jahrzehnten, erlauben es, Rückschlüsse über eventuell existierende Trends im Aufbau des Ozeans zu detektieren und deren Ursache zu analysieren. Weltweit existieren nur wenige solcher ozeanischen Referenzstationen, die im internationalen Verbund „OceanSITES“ koordiniert werden.

Schiffsgestützte Messungen

Profilmessungen werden mit der CTD Rosette (CTD, Sauerstoff, und Strömung IADCP – im Folgenden als CTD+ bezeichnet) durchgeführt.

Work program

The work program has two parts: (1) operations related to moored sensors and (2) ship-based observations (Fig. 3).

Mooring operations

At the southern exit of the Labrador Sea the GEOMAR operates since 1997 the famous "53°N Array". This array is complemented by a set of shelf moorings ("C-Array") operated by the Bedford Institute /DFO Canada. In the central Labrador Sea the K1 mooring is also operated since 1997. Finally, at the "entrance" of the Labrador Sea, off western Greenland, GEOMAR operated a few shorter moorings as part of the WHOI contribution to the OSNAP international array.

During the MSM94 all these moorings will be re-deployed. In addition, a bottom lander will be recovered.

The moored devices record in high temporal resolution (<1 hour) the evolution of physical parameters (temperature, salinity, density, currents) and, in some cases, biogeochemical parameters (oxygen, chlorophyll / fluorescence). The continuity of the measurements over many years, up to decades, allows to draw conclusions about possibly existing trends in the structure of the ocean and to analyze their causes. There are only a few such oceanic reference stations worldwide and which are globally coordinated in the international "OceanSITES" observing network.

Ship based observations

Vertical profiles of properties will be collected with the CTD rosette (CTD, oxygen, currents IADCP) – "CTD+".

Da die Reise aufgrund der CORONA Virus Pandemie in Deutschland (Emden) beginnt und auch endet, stehen am Anfang und am Ende der Reise einige Transittage auf dem Programm. Bei der Anreise werden an geeigneter Stelle Kalibrations-CTDs gefahren.

Ein CTD+ Schnitt wird über das 53°N Array aufgenommen und einer auf der Grönland Seite der Labrador See.

Neben den Schnitten werden die CTD Stationen auch zur Kalibration der verankerten Geräte genutzt. Dazu werden die Geräte an die CTD montiert und später mit den hochpräzisen CTD Daten verglichen. Die CTD Daten (Salzgehalt, Sauerstoff) werden an Bord mit diskreten Proben, die mit dem Salinometer und durch Sauerstofftitration vermessen wurden, verglichen und kalibriert. Das CTD+ System ist zur Datensicherheit mit Doppelsensoren (C, T, O₂) ausgestattet.

Entlang der Fahrtroute werden Daten mit dem Thermosalinographen (T, S) gesammelt und mit der bordeigenen Wetterstation eine Reihe von meteorologischen Parametern aufgezeichnet. Die bordeigene ADCP Systeme (38kHz, 75kHz) werden zur Vermessung der oberflächennahen Strömungen (bis 1000 m Tiefe) genutzt.

Because of the CORONA virus pandemic the cruise will start/end in Germany (Emden) and in total more than 16 days of transit time are needed for the expedition to take place. We will conduct a couple of CTD stations for calibration purposes underway.

A CTD+ across the 53°N Array and off Greenland will be acquired.

Along with the CTD+ sections the calibration of moored instrumentations will be done. Mounting the instruments side-by-side to the CTD will allow an assessment of the accuracy of the autonomous loggers recovered from and to-be-deployed on the moorings. The CTD data (salinity, oxygen) will be validated on board the ship against an analysis of oxygen and salinity from water samples. This procedure will ensure high quality data and also a quality assessment of the data during the cruise.

Underway data will be collected with the Thermosalinograph (Temperature, Salinity) and with meteorological sensors. Vessel mounted ADCP systems (38kHz, 75kHz) will be used to survey quasi-continuously the currents in upper 500 to 1000m.

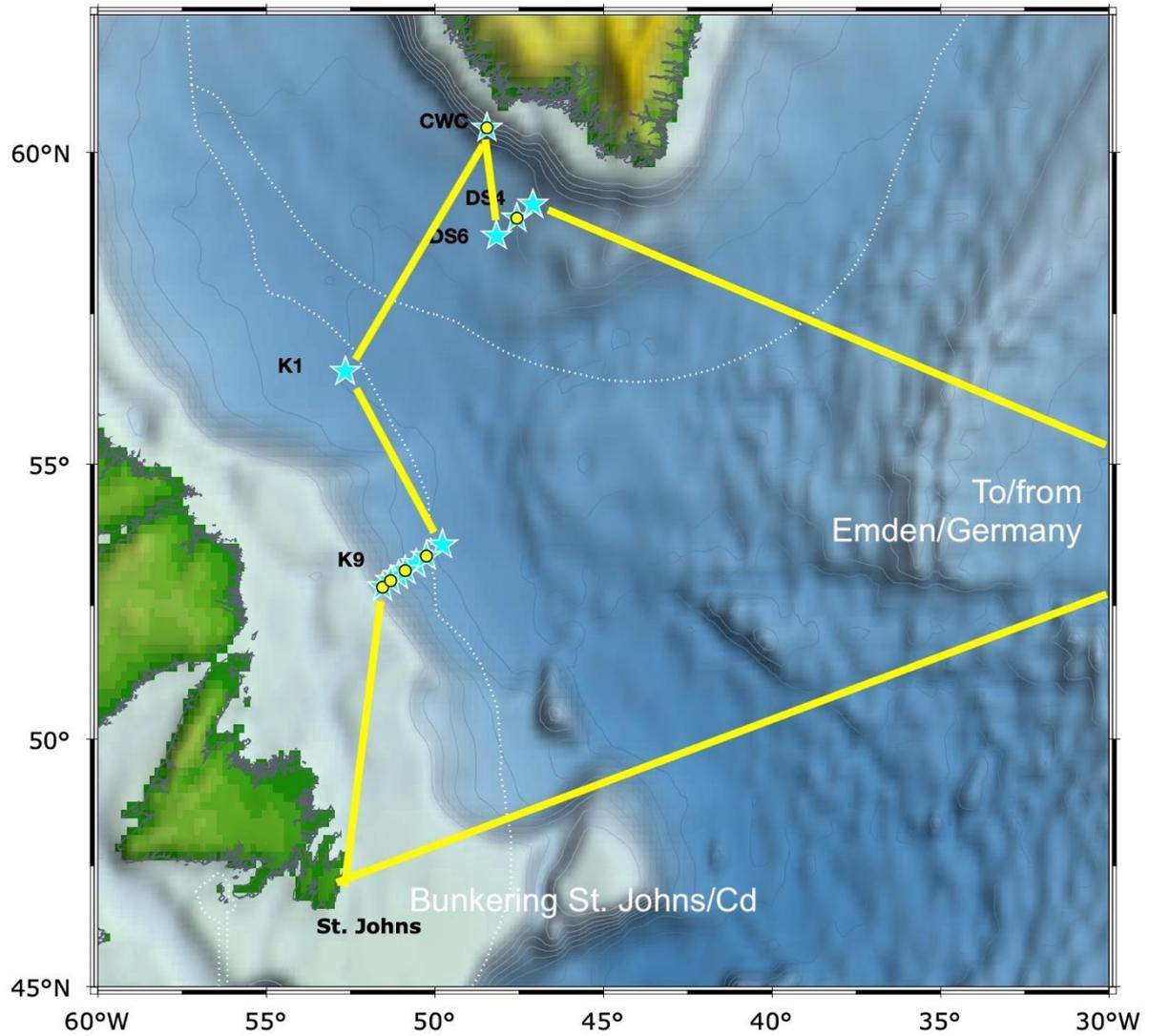


Abb. 3 Geplante Stationen der MERIAN Expedition MSM 94. CTD/IADCP Stationen (gelbe Punkte), Verankerungen (cyan Sterne), idealized tracks (yellow lines), Einige Namen der Verankerungen sind eingefügt und die AWZ Grenzen (weiße gestrichelte Linien).

Fig. 3 Planned stations during MERIAN cruise MSM 94. CTD/IADCPs (yellow dots), moorings (cyan star), idealized cruise tracks (yellow lines), selected mooring names are provided. EEZ areas are indicated by white dotted lines.

Zeitplan / Schedule**Fahrt / Cruise MSM94**

	Tage/days
Auslaufen von Emden (Deutschland) am 02. August 2020 <i>Departure from Emden (Germany) 02. August 2020</i>	
Transit nach St. Johns (Kanada) <i>Transit to St. Johns</i>	10
Bunkern in St. John's <i>Bunkering in St. Johns</i>	1
Transit zum 53°N Array <i>Transit to 53°N Array</i>	1.5
Bergung 53°N Array (7 Verankerungen); Kalibration CTD+ <i>Recovery of 53°N array (7 moorings) including calibration CTDs</i>	4
Transit und Wiederauslegung K1 Zentrale Labrador See/CTD+ <i>Transit and redeployment K1 Central Labrador Sea; CTD+</i>	3.0
Transit zum 53°N Array; Auslegung 7 Verankerungen <i>Transit to 53°N section; deployment 7 moorings</i>	4
Transit und Bergung Lander; CTD+ <i>Transit and Recovery Lander; CTD+</i>	3
Transit und Wiederauslegung DSOW4-6; CTD+ <i>Transit and redeployment DSOW4-6; CTDs</i>	2.5
Transit Emden (Deutschland) <i>Transit to Emden (Germany)</i>	6
	Total 35

Einlaufen in Emden (Deutschland) am 06. September 2020
Arrival in Emden (Germany) 06. September 2020

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

CAU Kiel

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Christian-Albrechts-Platz 4
24118 Kiel
Germany

Dalhousie

Dalhousie University
1355 Oxford Street
PO BOX 15000
Halifax, NS B3H 4R2
Canada

GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel
Germany

National Oceanographic Centre

European Way
Southampton SO14 3ZH
UK

University of Rhode Island

Narragansett Bay Campus
215 South Ferry Road
Narragansett, RI 02882
USA

Das Forschungsschiff / *Research Vessel MARIA S. MERIAN*

Das Eisrandforschungsschiff „MARIA S. MERIAN“ dient der weltweiten grundlagenbezogenen deutschen Hochseeforschung 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 wissenschaftliche Begutachtung der Fahrtvorschläge, sie benennt die Fahrtleitung.

Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe der Universität Hamburg ist für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung des Schiffsbetriebes verantwortlich. Sie arbeitet einerseits mit der Fahrtleitung partnerschaftlich zusammen, andererseits ist sie Partner der Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.

The „MARIA S. MERIAN“ a research vessel capable of navigating the margins of the ice cap, is used for German basic ocean research world-wide and for cooperation with other nations in this field.

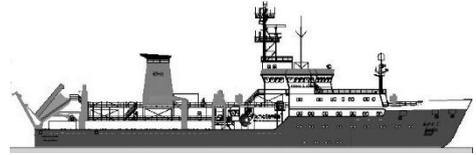
The vessel is owned by the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern, represented by the Ministry of Education, Science and Culture. The construction of the vessel was financed by the Federal States of Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern and Schleswig-Holstein as well as by the Ministry of Education 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 reviewer panel of the DFG (GPF) evaluates the scientific proposals and appoints the chief scientists.

The German Research Fleet Coordination Centre at the University of Hamburg is responsible for the scientific-technical, logistical and financial preparation and administration of the research vessel as well as for supervising the operation of the vessel. On the one hand, it cooperates with the chief scientists on a partner-like basis and on the other hand it is the direct partner of the managing owners Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG.



Research Vessel

MARIA S. MERIAN

Reisen Nr. MSM94 / *Cruise No. MSM94*

02. 08. 2020 - 06. 09. 2020



Western Subpolar North Atlantic transport variability

Herausgeber / *Editor:*

Universität Hamburg, Institut für Geologie
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