

**Forschungsschiffe**

# **MARIA S. MERIAN & METEOR**

**Reisen Nr. MSM89 & M161**

**17. 01. 2020 - 03. 03. 2020**

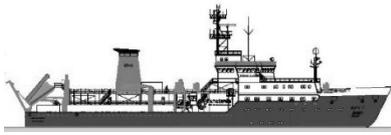


**EUREC4A Kampagne**

**Untersuchungen zur Ozean /Atmosphäre Wechselwirkung als Teil der EUREC4A  
Feldstudie**

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



Forschungsschiffe / Research Vessels

# MARIA S. MERIAN & METEOR

Reisen Nr. / Cruises No. MSM89 & M161

17. 01. 2020 - 03. 03. 2020



**EUREC4A Kampagne / EUREC4A Campaign**

**Untersuchungen zur Ozean / Atmosphäre Wechselwirkung als Teil der EUREC4A  
Feldstudie**

*The ocean mesoscale component in the EUREC4A++ field study*

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. Johannes Karstensen**

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

Telefon: +49 431 600 4156  
Telefax: +49 431 600 4102  
e-mail: [jkarstensen@geomar.de](mailto:jkarstensen@geomar.de)

**Dr. Stefan Kinne**

Max-Planck-Institut für Meteorologie  
Bundesstraße 53  
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 41173 383  
Telefax: +49 40 41173 298  
e-mail: [stefan.kinne@mpimet.mpg.de](mailto:stefan.kinne@mpimet.mpg.de)  
http: <http://www.mpimet.mpg.de>

**Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe**

Universität Hamburg  
Institut für Geologie  
Bundesstraße 55  
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 428 38 3640  
Telefax: +49 40 428 38 4644  
e-mail: [leitstelle.ldf@uni-hamburg.de](mailto:leitstelle.ldf@uni-hamburg.de)  
http: [www.ldf.uni-hamburg.de](http://www.ldf.uni-hamburg.de)

**Reederei**

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG  
Abt. Forschungsschiffahrt  
Hafenstraße 6d (Haus Singapore)  
D-26789 Leer

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

**Geschäftsstelle**

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

email: [gpf@dfg.de](mailto:gpf@dfg.de)

---

## Forschungsschiff / *Research Vessel* MARIA S. MERIAN

---

Vessel's general email address

[merian@merian.briese-research.de](mailto:merian@merian.briese-research.de)

Crew's direct email address

[n.name@merian.briese-research.de](mailto:n.name@merian.briese-research.de)

Scientific general email address

[chiefscientist@merian.briese-research.de](mailto:chiefscientist@merian.briese-research.de)

Scientific direct email address

[n.name@merian.briese-research.de](mailto: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](mailto: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

---

## Forschungsschiff / *Research Vessel* METEOR

---

Vessel's general email address [meteor@meteor.briese-research.de](mailto:meteor@meteor.briese-research.de)

Crew's direct email address [n.name@meteor.briese-research.de](mailto:n.name@meteor.briese-research.de)

Scientific general email address [chiefscientist@meteor.briese-research.de](mailto:chiefscientist@meteor.briese-research.de)

Scientific direct email address [n.name@meteor.briese-research.de](mailto:n.name@meteor.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@meteor.briese-research.de](mailto:g.tietjen@meteor.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)	+881 677 701 858
--------------	---------------------	------------------

	(VSAT)	+49 421 98504370
--	--------	------------------

Phone Chief Scientist	(Iridium Open Port)	+881 677 701 859
-----------------------	---------------------	------------------

	(VSAT)	+49 421 985 04372
--	--------	-------------------

---

## Reisen / Cruises

---

### **EUREC4A Kampagne / EUREC4A Campaign**

#### **Untersuchungen zur Ozean /Atmosphäre Wechselwirkung als Teil der EUREC4A Feldstudie**

*The ocean mesoscale component in the EUREC4A++ field study*

### **MERIAN Reise Nr. MSM89/ MERIAN Cruise No. MSM89**

17.01. - 20.02.2020, Bridgetown (Barbados) - Bridgetown (Barbados)

**Fahrtleitung / Chief Scientist:** Dr. Johannes Karstensen

**Kapitän / Master:** Ralf Schmidt

**Koordination / Coordination:** Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

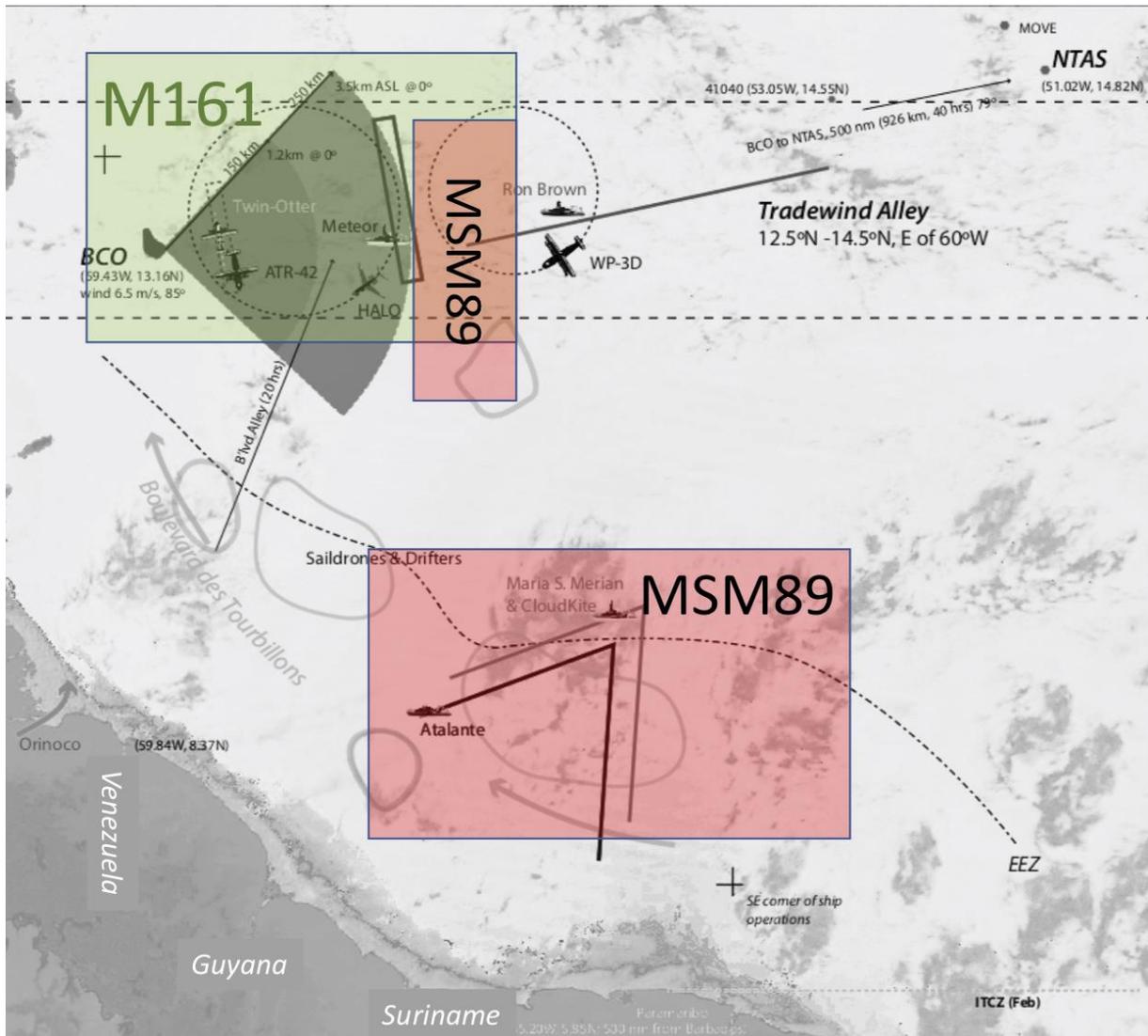
### **METEOR Reise Nr. M161 / METEOR Cruise No. M161**

17.01. - 03.03.2020, Bridgetown (Barbados) – Ponta Delgada (Portugal)

**Fahrtleitung / Chief Scientist:** Dr. Stefan Kinne

**Kapitän / Master:** Rainer Hammacher

**Koordination / Coordination:** Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe



**Abb. 1** Übersichtskarte der EUREC4A Feldkampagne (eurec4a.eu). FS METEOR wird hauptsächlich in der Region östlich von Barbados operieren (grün hinterlegt), mit Zielhafen Pt. Delgada, Azoren (nicht in der Karte). FS MARIA S. MERIAN wird ebenfalls in der Region östlich von Barbados, aber auch im Süden operieren (rot hinterlegt).

**Fig. 1** Overview map of the EUREC4A field campaign (eurec4a.eu). R/V METEOR will operate east of Barbados (green area), with demobilization in Pt. Delgada (Azores). R/V MARIA S. MERIAN will operate east of Barbados and in the southern region (red areas).

## **Übersicht**

Die Reisen M161 der Meteor und MSM89 der Maria S. Merian sind ein Beitrag zur internationalen Forschungsinitiative EUREC4A (eurec4a.eu). Das Ziel von EUREC4A ist es, den „Lebenszyklus“ von Wolken besser zu verstehen. Die Beobachtungen der dynamischen und thermodynamischen Prozesse in Atmosphäre und Ozean ermöglichen es, eine neue Erkenntnisstufe zur Rolle von Wolken im Klimawandel zu erlangen. Es wird erwartet, dass dadurch zuverlässigere Klimavorhersagen getroffen werden können.

## **Fahrt MSM89**

Die Reise MSM89 ist mit der Reise M161 der FS Meteor und mit Expeditionen des französischen Forschungsschiffes NO l'Atalante und des US Forschungsschiffes RV Ron Brown eng verzahnt (Abb. 1). Auch werden vier Flugzeuge (DE, FR, US, UK) und eine Vielzahl von autonom operierenden, ozeanischen und atmosphärischen Beobachtungsplattformen während EUREC4A eingesetzt werden. Das Barbados Cloud Observatory (BCO) und die ozeanische Zeitserienstation NTAS bilden die westliche und östliche Grenze des EUREC4A Gebietes, die südliche Grenze ist die Küste Südamerikas. EUREC4A wird in der Zeit vom 17. Januar bis zum 20. Februar 2020 durchgeführt.

## **Fahrt M161**

Die Meteor M161 wird zunächst eine kurze Installationsreise von und zurück nach Bridgetown durchführen, um die vielen komplizierten atmosphärischen Instrumente aufzubauen. Mit Vergleichen dazu vor der BCO Station, wo ähnliche Messungen schon seit fast 10 Jahren durchgeführt werden, ergeben sich dann Möglichkeiten, die auf dem Schiff

## **Synopsis**

*The research cruises M161 of the Meteor and MSM89 of Maria S. Merian is a contribution to the international research initiative EUREC4A (eurec4a.eu). The aim of EUREC4A is to better understand the "life cycle" of clouds. The observations of the dynamic and thermodynamic processes in atmosphere and ocean will enable a new level of understanding of the role of clouds in the climate system. It is expected that this will lead to more reliable climate predictions.*

## **Cruise MSM89**

*MSM89 is closely linked and required close coordination with RV Meteor M161 and with expeditions of the French research vessel NO l'Atalante and the US research vessel RV Ron Brown (Fig. 1). Four aircraft (DE, FR, US, UK) and a large number of autonomous ocean and atmosphere observation platforms will be deployed during EUREC4A. The Barbados Cloud Observatory (BCO) and the oceanic time series station NTAS mark the western and eastern borders of the EUREC4A area, respectively. The southern border is the coast of South America. EUREC4A will run from 17 January to 20 February 2020.*

## **Cruise M161**

*The RV Meteor M161 will start with a short installation cruise. This cruise will allow to set up the complicated atmospheric instruments and by parking of the Barbados east coast it offers an opportunity to calibrate the installed instruments, to those at the BCO site (where atmospheric measurements have been conducted for almost 10 years). During the*

aufgebauten atmosphärischen Instrumente zu eichen. Während der danach beginnenden Kampagne wird dann eine Position 2-300km im Aufwind der BCO bezogen, um als Bodenbezug Messungen überfliegender Forschungsflugzeuge (HALO, ATR, Twin Otter, P3) zu ergänzen. Zudem werden mit den anderen Forschungsschiffen (Ron Brown, l'Atalante und Maria S. Merian) koordinierte Messmanöver durchgeführt. Nach der EUREC4A Kampagne werden die Messungen bei dem Transit zu den Azoren fortgesetzt.

*subsequent EUREC4A campaign the Meteor will take a position from 2 to 300km upwind of the BCO site, primarily to serve as a ground reference for passing research aircraft (HALO, ATR, TwinOtter, P3). In addition, coordinated measurements with the other participating research vessels (Ron Brown, l'Atalante, Maria S. Merian) will be executed. After the EUREC4A campaign, atmospheric and oceanic sampling will be continued on the transit to the Azores.*

### **Wissenschaftliches Programm**

Das wissenschaftliche Programm adressiert drei übergreifende Ziele, die die physikalische und biogeochemische Prozesse an der Grenzfläche Ozean-Atmosphäre adressieren: (1) Beobachtung des Lebenszyklus von Wolken; (2) Beobachtung der zeitlichen Entwicklung und räumlichen Variabilität der unteren Atmosphäre, unter Berücksichtigung des darunter liegenden Ozeans; (3) lokale Beobachtung von Atmosphäre und Ozean auf ozeanischen mesoskala (Wirbel).

Die drei übergreifenden Ziele sind Kernbeiträge zum wissenschaftlichen Ziel der gesamten EUREC4A-Kampagne. Es werden qualitativ hochwertige, atmosphärische und zugehörige ozeanische Daten gesammelt. Es werden zudem Statistiken und Beziehungen zwischen atmosphärischen Eigenschaften sowie zwischen atmosphärischen und ozeanischen Eigenschaften auf Zeitskalen von Stunden (Tageszyklus) bis Wochen, und auf räumlichen Skalen von 100 Metern bis zur atmosphärischen Mesoskala erfasst.

Die spezifischen Ozean-Atmosphäre Beobachtungen der MSM89 (in Verbindung mit den M161 und den anderen beiden Schiffen) können unter folgenden Zielen zusammengefasst werden:

- 1) Beobachtung des Tagesgangs von Energie, Frischwasser und CO<sub>2</sub> Austausches zwischen Ozean und Atmosphäre, inklusive der Quantifizierung der Variabilität des Tageszyklus;
- 2) Identifizieren und quantifizieren der Prozesse, die den Austausch zwischen Ozean und Atmosphäre und die Aufnahme von Wärme, Impuls und CO<sub>2</sub> unter Berücksichtigung von nichtlinearen Prozessen und

### ***Scientific Programme***

*The scientific programme addresses three overarching goals in respect to physical and biogeochemical processes at the ocean-atmosphere interface: (1) observing the life-cycle of clouds; (2) observing the temporal evolution and spatial heterogeneity of the lower atmospheric, considering the ocean underneath; (3) local observations of atmosphere and ocean at the oceanic mesoscale.*

*All three overarching goals are key contributions to the scientific goals of the whole EUREC4A campaign. High quality atmospheric and associated oceanic data is collected to capture statistics and relationships among different atmospheric properties as well as between atmospheric and oceanic properties on time scales of hours (diurnal cycle) to weeks and spatial scales of 100s' meters to the atmospheric mesoscale.*

*The MSM89 (in connection with the M161 and two other ships) the ocean-atmosphere observations (physical and biogeochemical) to address the following objectives:*

- 1) Assess the impact of the diurnal cycle on energy, water and CO<sub>2</sub> ocean-atmosphere exchanges and quantify the modification of the diurnal cycle and the related exchanges by meso- and submesoscale features and other extreme conditions;*
- 2) Identify and quantify the processes ruling the ocean-atmosphere exchanges and uptake of heat, momentum and CO<sub>2</sub> at the ocean considering nonlinear processes and small scales (from a few tens of meters to 500 km);*

kleinskaligen Phenomänen (von einigen zehn Metern bis 500 km);

3) Untersuchungen zur Rolle verschiedener Prozesse (Tageszyklus, nichtlineare, kleinskalige Prozesse im Ozean, Aerosole) zur Konvektion und Wolkenbildung in der unteren Atmosphäre.

3) *Determine the role of various processes (diurnal cycle, ocean nonlinear small scales, boundary layer aerosols) on the atmospheric shallow convection and cloud formation.*

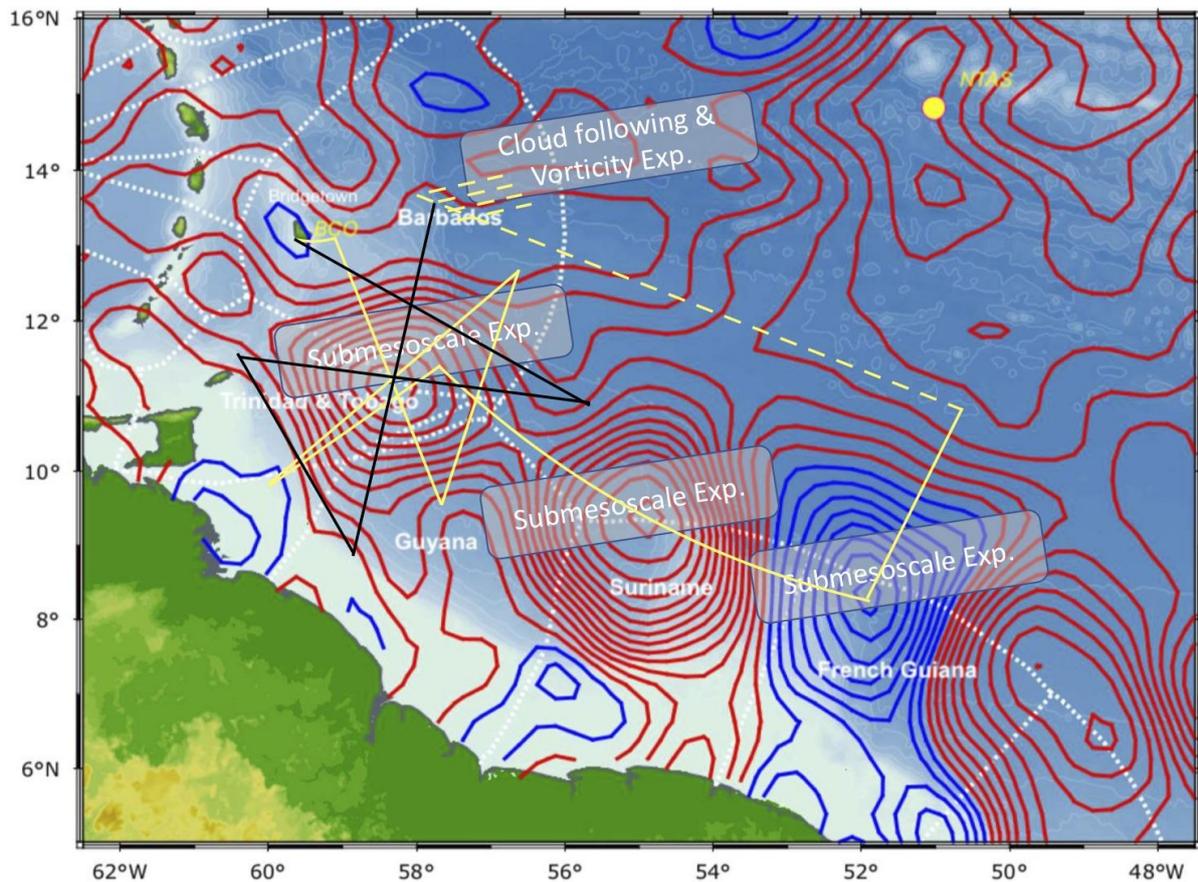


Abb. 2 Das Arbeitsgebiet der MSM89 mit Höhenlinien (blau, rot) der dynamischen Topographie, die insbesondere am Südrand die Signatur von mesoskaligen Wirbeln zeigen. Die EEZ der Anrainerstaaten sind markiert (weiße, gebrochene Linien). Die drei Teile der geplanten MSM89 Fahrtroute (siehe Text) sind hervorgehoben (gelbe Linien, gelbe gebrochene Linie, schwarze Linie).

Fig. 2 *The working area of the MSM89 expedition with contour lines (blue, red) of the dynamic topography showing the signature of mesoscale vortices especially at the southern boundary. The EEZ of the coastal states are marked (white broken lines). The three parts of the planned MSM89 route (see text) are highlighted (yellow lines, lived broken line, black line).*

## Arbeitsprogramm

Die Arbeiten der MSM89-Expedition werden kurz nach Auslaufen (17. Januar 2020) mit einem Interkalibrierungsstop in der Nähe des Barbados Cloud Observatory (BCO) beginnen. Die Maria S. Merian wird dann nach Süden ablaufen (ca. 8 kn), in die Region östlich von Trinidad/Tobago ("Boulevard des Tourbillons"). Unterwegsdaten des Ozeans und der Atmosphäre werden kontinuierlich erfasst. Auf Abruf werden Stopps für den Einsatz/Test von Instrumenten und den Start von Experimenten (Inkubationen, Cloudkite, etc.) durchgeführt.

Der Cloudkite ist ein mit Helium gefüllter Ballon mit etwa 10m Durchmesser, der hinter Maria S Merian hergezogen wird und der mit zahlreichen Messgeräten ausgestattet ist. Er führt die Messungen in der unteren Troposphäre vornehmlich an der Wolkenuntergrenze aber auch in Wolken durch (z.B. kleinräumige Turbulenz Messungen, 3-D Holographie von Tropfen).

Nach Erreichen des Zielgebiets "Boulevard des Tourbillons" (ozeanische Wirbelstraße) wird der Einsatz von autonomen Beobachtungsgeräten (Unterwasserschiff, Oberflächendrifter) ausgeführt, gefolgt von einer Wirbelvermessung mit Messungen des Dopplerströmungsprofils und mit synchronen Messungen der atmosphärischen Bedingungen (z.B. Lidar, Radar, Cloudkite).

Vielfältige Ozean- und Atmosphärenmessungen werden, auch in enger Abstimmung mit der NO l'Atalante, nördlich von 52°W, 7°S durchgeführt.

Während eines achttägigen Zeitraums (vier Flugsegmente) Anfang Februar (voraussichtlich vom 6. bis 12. Februar) wird Maria S. Merian in Koordination mit den Flugzeugen und der Meteor M161 in der "Tradewind Alley" arbeiten. Dort wird sie zwischen dem

## Work Programme

*After departure from Bridgetown (17. January) for the MSM89 expedition the Merian will do a short (couple of hours) stop offshore from Barbados Cloud Observatory (BCO) to acquire relevant inter calibration profiles/observations (Doppler LIDAR, scanning radar, standard meteorology). Then Maria S Merian will move south (about 8 kn) towards the region east of Trinidad/Tobago ("Boulevard des Tourbillons"). Ocean/Atmosphere underway observations will be acquired en-route. On request sufficient stop time will be added to deploy/test instruments and start experiments (Incubations, Cloudkite, etc.).*

*The Cloudkite is Helium filled ballon of about 10m diameter which is towed behind the Maria S. Merian and equipped with various sensors to survey the lower Troposphere and cloud base and clouds (e.g. turbulence observations, 3-d holographic observations).*

*When Merian is in the "Boulevard des Tourbillons" (ocean mesoscale eddy corridor) the deployment of autonomous observing devices (underwater glider, surface drifter) will be done, followed by a first acoustic doppler current profiler survey of the mesoscale velocity structure, with synchronous surveys of the atmospheric conditions.*

*Several ocean /atmosphere surveys in close coordination with the NO l'Atalante will follow. The survey will be aligned considering the cloud specific targets for the Cloudkite group. She will work in waters perhaps as far south and east as 52°W, 7°S.*

*During an eight days period (spanning four airplane flight missions) in early February (tentatively the 6th through 12th) Maria S. Merian will work in coordination with the other platforms in the "Tradewind Alley". There she will measure between the BCO and*

BCO und der Meteor in dem Umkreis messen, der von den Halo-Flugzeugoperationen überspannt wird (Abb. 1).

*the Meteor in a "circle" determined by the Halo airplane operations.*

Danach kehrt sie zum "Boulevard des Tourbillons" im Süden zurück, um eine weitere Vermessung eines Wirbels durchzuführen und die autonomen Geräte zu bergen, die zu Beginn der Kampagne eingesetzt wurden.

*Afterwards she will return to the "Boulevard des Tourbillons" to recover the autonomous devices she deployed at the beginning of the campaign.*

Am 20. Februar wird MSM89 in Bridgetown enden.

*She will return to Bridgetown for her final port call on Feb 20th.*

Vor und während der Expedition werden Fernerkundungsmessungen berücksichtigt, um die Anforderungen der Experimente (CloudKite, LIDAR, Radar usw.) optimal zu erfüllen.

*In general, survey patterns will consider on-board (CloudKite, LIDAR, radar, ocean physics & biology etc.), multiship/platform and remote sensing measurements to best serve the experiments overarching objectives needs.*

*Initially tracks along the wind are anticipated, to allow the CloudKite to possible run with the clouds.*

	Tage/days
Auslaufen von Bridgetown (Barbados) am 17.01.2020 <i>Departure from Bridgetown (Barbados) 17.01.2020</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / Transit to working area	0.5
<b>Mesoscale eddy experiment #1</b>	
Transit to survey area about 240 nm south, where NBC Rings occur frequently	1.5
1 <sup>st</sup> Atmospheric and ocean sampling over mesoscale	12
<ul style="list-style-type: none"><li>• x-shaped VMADCP/CTD/MSS survey of eddies (upper 1200m; 35 stat.)</li><li>• 1<sup>st</sup> intensive eddy centre sampling/observation campaign</li><li>• NIW experiments</li><li>• Transit to eddy rim</li><li>• 1<sup>st</sup> intensive eddy rim sampling/observation campaign</li><li>• 2<sup>nd</sup> intensive eddy rim sampling/observation campaign</li></ul>	
<b>Cloud evolution experiment</b>	
Atmospheric and ocean sampling over local synoptic time scale:	7
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sequence of CloudKite launches (both ships)</li><li>• Radiation / sunphotometer / cloud camera</li><li>• Microstructure obs. (every 1h)</li><li>• CTD casts (every 4h upper 1000m)</li><li>• sADCP/uCTD surveys</li><li>• NIW experiments</li></ul>	
<b>Mesoscale eddy experiment #2</b>	
2 <sup>nd</sup> Atmospheric and ocean sampling over mesoscale (as above but for a second eddy)	12
Transit zum Hafen Bridgetown (Barbados) <i>Transit to port Bridgetown (Barbados)</i>	1
	Total 34
Einlaufen in Bridgetown (Barbados) am 20.02.2020 <i>Arrival in Bridgetown (Barbados) 20.02.2020</i>	

**Wissenschaftliches Programm**

*Scientific programme*

**Fahrt M161**

*Cruise M161*

Die M161 Forschungsfahrt dient als eine der ozeanischen Oberflächenstationen bei der EUREC4A Kampagne. Bei der Kampagne werden seit 2010 kontinuierlich durchgeführte Messungen an der BCO-Station auf Barbados für einen Monat durch zeitgleiche Messungen mit vier Flugzeugen und vier Forschungsschiffen ergänzt. Ziel dieser Kampagne ist ein besseres Verständnis des Einflusses der Umgebung auf der Konvektion und der Lebenszyklen von Passatkumuluswolken. Diese niedrigen Wolken in der Passatregion haben eine hohe Klimasensitivität (kleine Veränderungen haben eine große Wirkung) aber mit Annahmen zur Beschreibung ihrer kleinskaligen und kurzlebigen Eigenschaften sind die Wolken nur unzureichend in grob aufgelösten Klimamodellen repräsentiert.

*The M161 science cruise will serve as one of the ocean ground sites during the EUREC4A campaign. The campaign complements for about a month (since 2010 ongoing) measurements at the BCO site on Barbados with detailed probing and remote sensing by four research aircraft and four research vessels in the western Atlantic. The goal of the campaign to improve the representation of convection and tradewind cumulus in modelling and to understand the influence of changes in environmental properties. The low altitude clouds in the tradewind region have a high climate sensitivity (small changes have a large impact). Yet in climate modelling many assumptions are required to represent their small scales and their short-lived nature.*

Mit in-situ Messungen, passiver und aktiver Fernerkundung, werden von Flugzeugen, Schiffen und der BCO-Station statistisch belastbare Zusammenhänge gesammelt, um so die Beschreibung wesentlicher Prozesse bei regionalen und globalen Modellen zu verbessern.

*In-situ samples as well as continuous active and passive remote sensing from air-planes, ships, ballons, sondes and ground-sites will be simultaneously operated to establish statistically sound relationships, to identify dominant processes and to improve process parameterization in modelling.*

Auf der Meteor werden zur Bestimmung der Wolkeneigenschaften über Fernerkundung (Wolkenradar, Ramanlidar, Ceilometer und Wärmekamera sowie mit Mikrowellen, solarspektrale und breitband Strahlungsmesser) und über in-situ Messungen in der Wolke (Ballon am Seil) eingesetzt. Eigenschaften von Temperatur, Feuchte, Wind (Radiosonden, Lidars), Spurengase und Aerosolen (über Abschwächung und Streuung von Sonnenstrahlung) und des Zustandes des Ozeans (mit regelmäßigen Tiefenprofilen) werden gleichzeitig aufgezeichnet. Zudem wird die Biologie des Ozeans untersucht und ARGO Floats ausgesetzt.

*Cloud properties on the Meteor will be captured with remote sensing instruments (cloudradar, Ramanlidar, ceilometer and thermal camera, along with microwave-, spectral- and broadband radiometers) and with in-situ samples (tethered balloon). Complementary environmental data on the Meteor will be sampled for temperature, humidity, wind (by radiosondes and lidars) for trace-gases and aerosol (via direct solar attenuation and solar scattering) and for the oceanic background (via frequent CTD profiling). In addition, the biology of the ocean will be analyzed and 5 ARGO floats will be deployed on the subsequent transit to the Azores.*

## Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm ist in drei Abschnitte gegliedert, die in dieser Reihenfolge auf Messungen von Wolkeneigenschaften von Passatcumuluswolken und dann auf Messungen ihrer atmosphärischen und ozeanischen Umgebung eingehen.

Die Eigenschaften der Wolken werden beprobt mit Mikrowellenradiometern, einem stabilisierten Wolkenradar (94 GHz), einem spektralen Radiometer, mehreren Lidars und Kameras sowie einem Ballon Drachen.

Das Mikrowellen RPG-HATPRO der Universität Leipzig ist ein Mikrowellendetektor zur Messung von Feuchte- und Temperaturprofilen in der Troposphäre. Das Radiometer ist ein rein passives Fernerkundungsinstrument, das die Helligkeitstemperaturen des Himmels bei Absorptionslinien von atmosphärischen Wasserdampf- (22.23 - 31.4 GHz) und Sauerstoffspektrallinien (51.26 - 58.0 GHz) sowie Fensterkanälen zwischen diesen Linien misst. Neben Feuchte- und Temperaturprofilen bestimmt das System auch integrierte Größen wie den gesamten Wasserdampf (IWV) und das gesamte Flüssigwasser (LWP) in der Troposphäre. Da diese Messungen sehr wichtig sind, wird noch ein zweites Microwellengerät der Universität Utah eingesetzt.

Das Wolkenradar der Universität Leipzig arbeitet mit einer Wellenlänge von 3.2 Millimetern, was es ermöglicht, bei kleiner Gerätgröße eine hohe Sensitivität zu erreichen. Das Radar liefert Profile von Radar-momenten (z.B. Reflektivität, mittlere Dopplergeschwindigkeit, spektrale Breite), die Informationen über Streuer in der Atmosphäre wie Wolkenpartikel, Regentropfen, Eiskristallen, Schneeflocken und Insekten enthalten. Das Radar nutzt FMCW-Signale und verfügt daher über eine hohe Entfernungsauflösung von bis zu mehreren Metern. Die zeitliche Auflösung liegt bei wenigen Sekunden. Doppler- und polarimetrische Messungen des Radars bilden eine gute Grundlage für eine Klassifizierung von

## Work programme

*The work programme is divided in three parts. The first part focuses on measurements of trade-wind cloud properties and the other two parts address the atmospheric and oceanic environment in the context of these clouds.*

*The cloud properties will be probed with microwave radiometers, a 94GHz cloud radar on a stabilized platform, a spectral radiometer, several lidar systems and camera and a cloud-kite for in-situ samples.*

*The microwave RPG-HATPRO (Humidity And Temperature PROfiler) Generation 5 of the University of Leipzig is a microwave detector for measuring humidity and temperature profiles in the earth's troposphere. The radiometer is a passive remote-sensing instrument measuring the sky's brightness temperatures at absorption lines of atmospheric water vapor (22.23 - 31.4 GHz) and oxygen (51.26 - 58.0 GHz) as well as window channels between those spectral lines. Apart from humidity and temperature profiles, the system also retrieves integrated quantities like integrated water vapor (IWV) and liquid water path (LWP) in the troposphere. Since these measurements are so important, a second microwave instrument of the University of Utah will be deployed.*

*The cloud radar of the University of Leipzig operates at 3.2 millimeter wavelength (94 GHz) which allows for reaching high sensitivities while keeping the size of the instrument small. The radar provides range profiles of radar moments (e.g. radar reflectivity, mean Doppler velocity, spectral width) that contain information about scatterers in the atmosphere such as cloud particles, raindrops, ice particles, snowflakes and insects. The radar utilizes FMCW signals and therefore has a high range resolution down to a few meters, time resolution is a few seconds. Doppler and polarimetric capabilities of the radar make a good basis for a classification of particles and a quantitative characteriza-*

Partikeln und eine quantitative Charakterisierung von Hydrometeoren. Die Verwendung einer horizontalen Stabilisierungsplattform während des Betriebs auf dem Schiff gewährleistet ein vertikal ausgerichtetes Signal. Während des eurec4a-Einsatzes wird die von RPG entwickelte Stabilisierungsplattform erstmals eingesetzt. Die Nachbearbeitung der Daten (Hebungskorrektur) nach der Fahrt ermöglicht später die Nutzung des Dopplersignals und damit die Anwendung von Cloudnet-Algorithmen zur Bestimmung mikrophysikalischer Variablen.

Das spektrale Strahlungsmessgerät der Universität Leipzig ist eine bodenbasierende Version des SMART-Albedometers. Es ist ein modulares System zur Messung der spektralen solaren Strahlung zwischen 300nm und 2200nm. Es kann durch Nutzung verschiedener optischer Einlässe in verschiedenen Konfigurationen betrieben werden, um auf- und abwärtsgerichtete Strahldichten und Strahlungsflussdichten zu messen. Bei dieser Forschungsfahrt werden abwärtsgerichtete Strahldichten, aus denen sich die optische Dicke der Wolken und der effektive Radius der Wolkentröpfchen ergeben, abgeleitet.

Mit den Messungen von Mikrowelle, Radar und spektraler Strahlung in Kombination mit gleichzeitig durchgeführten Lidarmessungen lässt sich die Wolkentröpfchenzahlkonzentration ermitteln.

Ein Ceilometer und ein Kamerasystem des MPI-M zeichnen automatisch und kontinuierlich die Wolkenuntergrenzen und die Wolkenbedeckung auf. Dabei wird die Genauigkeit der zentralen Untergrenzhöhe eines Ceilometers bei den räumlichen Strukturen der sichtbaren und vor allem der thermischen Kamera herangezogen. Beide Instrumente liefern Informationen über Strukturen und Untergrenzhöhen von Wolken, die damit auch statistisch zeitgleiche Beobachtungen von Wolkenobergrenzen aus dem All ergänzen. Die gesammelten und statistisch aufbereiteten Daten werden am MPI-M aufbewahrt und auf

*tion of hydrometeors. Using a horizontal stabilization platform during shipborne operations will ensure a vertically pointing signal. During eurec4a-deployment the RPG-designed stabilization platform will be used for the first time. Postprocessing of the data (heave-correction) after the cruise will allow for the possibility to use the Doppler signal and thus to apply Cloudnet retrieval algorithms for determination of microphysical properties.*

*The spectral radiometer of the University of Leipzig is a ground-based version of the SMART-albedometer. It is a modular system for measuring spectral solar radiation between 300nm and 2200nm. In principle, it can be operated in different configurations using different optical inlets measuring up- and downward radiances and irradiances. During this cruise, it will be used to measure downward radiances to derive via radiative transfer methods the cloud optical thickness and the effective radius of the cloud droplets.*

*Data of microwave, radar and spectrometer in combination with simultaneous onboard lidar measurements allow estimates for the cloud droplet number concentration (CDNC).*

*A ceilometer and a cloud camerasystem of the MPI-M record automatically and continuously (at high frequency) cloud base altitude and cloud cover. Hereby, the accuracy of the central cloud-base altitude by the ceilometer is combined with the spatial structure information offered by the visible and by the thermal camera in particular. Both instruments address cloud cover and cloud-structure, as recorded by a ground observer. These cloud-base altitude data complement (at least in a statistical sense) space observations of cloud top altitudes. All recorded and processed data will be stored at MPI-M and*

einer ftp-Seite sowie auf Anfrage bereitgestellt. Ein großer Ballondrachen des MPI-DS wird an einer Leine betrieben, die hoch genug reicht, sodass am Ballon hängende Instrumente in die untersten Wolken eintauchen können. Ziel ist es, die Turbulenz sowie Wolkentropfen und verfügbare Aerosole in Detail zu untersuchen, um so zu einem besseren Verständnis kleinskaliger Prozesse beizutragen.

Zur Bestimmung der atmosphärischen Eigenschaften außerhalb von Wolken werden verschiedene in-situ Methoden und (aktive sowie passive) Fernerkundungsmethoden eingesetzt. Im Besonderen geht es um Radiosondenaufstiege, meteorologische Flussmessungen, Isotopenmessungen zur Erfassung von Wasserdampftransporten, atmosphärischen Profilmessungen mit Lidars und Messungen von Aerosolen und Spurengasen.

Radiosondenaufstiege sind mindestens einmal alle vier Stunden geplant. Dabei werden vertikale Profile atmosphärischer Eigenschaften wie Wind, Temperatur und Feuchte festgehalten, dabei nicht nur beim Aufstieg, sondern auch beim Abstieg nach dem Platzen des Ballons, bis das Signal hinter der Erdkrümmung verschwindet. Dazu wird ein Radiosondenmesssystem der Universität Hamburg eingesetzt. Mit gleichzeitigen Aufstiegen auf allen Schiffen und der BCO-Station auf Barbados ist es das Ziel, die großräumige Dynamik in den Subtropen besser zu verstehen.

Zusätzliche meteorologische Instrumente der Universität Hamburg ergänzen die Ausrüstung des Schiffes und des DWD. Hervorzuheben sind zwei Eddy-Covarianz-Stationen mit einem 3D Ultraschallanemometer und einem Open Path CO<sub>2</sub> /H<sub>2</sub>O IR Gas Analyzer. Eine Station ist am Bug an einen Ausleger und die andere Station hoch oben im Mast. Aus den 20Hz Messungen werden latente und sensible Energieflüsse berechnet. Weiter werden aus Messungen der Feuchte und Temperatur die Taupunkttemperatur abgeleitet und an der Bugstation misst ein

*will be placed on a ftp-site or provided on request. The large balloon-kite of the MPI-DS is attached to a cable, which is long enough so that the attached balloon instruments can reach into lower altitude clouds. With the sampling of turbulence and microphysics for cloud particles and available aerosols, a better process understanding is expected, from which modelling will benefit.*

*For the determination of atmospheric properties outside clouds different in-situ and (active and passive) remote sensing methods are employed. In particular work-plans are explained in the context of radiosonde launches, of meteorological (sensible and latent) flux measurements, of isotopic signals to address water vapor transports, of the use of lidars for atmospheric profiles and of solar spectral samples to quantify properties of aerosol and trace gases.*

*Radiosonde launches are planned at least once every four hours. The radiosondes establish vertical atmospheric profiles of wind, temperature and humidity. With the receiving system of the University of Hamburg profiles during ascent and descent can be recorded, before the radiosonde signal will be lost due to the curvature of the earth. The radiosondes will be time coordinated on all four research vessels and the BCO site, so that the large scale atmospheric motions in the subtropics can be addressed.*

*Additional meteorological instruments of the University of Hamburg offer redundancy and add extra information to meteorological instruments already installed on the ship, mainly by the DWD. More importantly there are two eddy covariance stations for determination of latent and sensible heat fluxes. One flux station will be installed at the front of the ship and the other flux station will be installed on the top mast. In addition, the dew-point temperature is derived from humidity and temperature data and an ocean viewing thermal camera at the front of the ship will be*

schnelles (10 Hz) IR Thermometer zusätzlich die Oberflächentemperatur des Ozeans außerhalb der Bugwelle.

Das Picarro (L2140-i) Isotopenmessgerät der Universität New Mexiko wird eingesetzt, um die (vertikalen) Wasserdampfbewegungen in der unteren Atmosphäre zu bestimmen.

Das Raman lidar des MPI-M erstellt durchgehend Profile atmosphärischer Eigenschaften. Die Rückstreuung bei 3 Wellenlängen (0.355, 0.532 und 1.064  $\mu\text{m}$ ) erlaubt es die Wolkenuntergrenze und eine qualitative, vertikale Verteilung des Aerosols zu bestimmen. Auch werden über polarisierte Rückstreuung atmosphärische Schichten von Eiswolken und Mineralstaub erkannt. Am wichtigsten aber sind zusätzliche (Raman) Signale bei angeregten Nebenwellenlängen (zu 0.355 und 0.532  $\mu\text{m}$ ), mit denen sich quantitativ vertikale Verteilungen von Aerosol, Temperatur und Wasserdampf bestimmen lassen. Allerdings ist wegen der fehlenden Überlagerung zwischen Sender an Empfänger eines Lidars, ein Lidar in den unteren (oder ersten) 200 bis 400m blind.

Zwei Wind-Lidar Systeme koordiniert von TU Delft zeichnen vertikale Profile des horizontalen Windes und turbulenter Impulsflüsse in der unteren Atmosphäre auf mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung. Es handelt sich um ein Kurzstreckenwindlidar (Leosphere Windcube v2) von DTU mit Messungen bis zu 200 m, (2) ein Langstreckenwindlidar (Leosphere Windcube WLS70) von IWES Fraunhofer mit ergänzenden Messungen von 100 m bis 1.5 km. The WLS70 nutzt dabei ein GPS-System zur Korrektur von Schiffsbewegungen.

Sonnenphotometer Messungen mit Instrumenten von MPI-M/NASA und IOPAN können die Eigenschaften von Aerosol und Wasserdampf der atmosphärischen Säule bestimmen. Dabei werden im aufwendigen Handbetrieb für Momente, wenn die Sonne nicht von Wolken bedeckt ist, Daten gesammelt und dann allabendlich an die Datenbank

*used to determine the ocean temperature of the undisturbed water.*

*The Picarro (L2140-i) isotope and gas concentration analyzer of the University of New Mexico will be used for the extract lower atmospheric water vapor transport.*

*The Raman lidar of the MPI-M offers continuous vertical profiles for atmospheric properties. Backscatter profiles at 3 wavelengths (0.355, 0.532 and 1.064  $\mu\text{m}$ ) inform on cloud-base altitude and offer a qualitative aerosol vertical distribution. Additional information on depolarization reveals non-spherical particles shapes to identify ice-clouds and mineral dust layers. Most important is excited backscatter in off wavelengths (Raman) frequencies near 0.355 and 0.532  $\mu\text{m}$ . This added information offers quantitative profiles for aerosol extinction as well as for profiles of temperature and water vapor. However with a lack of sender/receiver overlap, any lidar (including a ceilometer in its simplest form) is blind in the lower couple of hundred meters.*

*Two Wind lidar systems under the coordination of TU Delft will measure vertical profiles of the horizontal wind and turbulent momentum fluxes in the lower atmosphere at a high temporal and range resolution. The set-up includes a short-range wind lidar (Leosphere Windcube v2) of DTU with measurements up to 200 m and a long-range wind lidar (Leosphere Windcube WLS70) IWES Fraunhofer with complementary measurements from 100 m to 1.5 km. The WLS70 uses an integrated GPS system that corrects the measurements for ship motions.*

*Sonnenphotometer instruments of MPI-M/NASA and IOPAN collect atmospheric column properties for aerosol and water vapor. Samples are collected in a laborintensive handheld operation and are only possible when the sun is not obscured by clouds. Each evening data are transmitted to [http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new\\_web/maritime\\_aerosol\\_network.html](http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html)*

der NASA geschickt werden, wo sie zeitnah über ihre Webseite abrufbar sind:

[http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new\\_web/maritime\\_aerosol\\_network.html](http://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/maritime_aerosol_network.html).

Das MAX-DOAS Instrument des MPI-C misst gestreutes Sonnenlicht unter verschiedenen (hauptsächlich flachen) Elevationswinkeln. Aus den gemessenen Spektren können Höhenprofile verschiedener atmosphärischer Spurengase (z.B. NO<sub>2</sub>, HCHO, CHOCHO, O<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, BrO, IO) und Aerosolextinktionsprofile in den unteren Schichten (bis 3 km) der Atmosphäre abgeleitet werden. MAX-DOAS-Messungen sind am empfindlichsten für die direkt über dem Boden gelegene atmosphärische Schicht. Dort können die atmosphärischen Lichtwege bis zu 20 km lang werden. Die Zeitauflösung für eine Elevationssequenz ist etwa 15 Minuten. Aus den Messungen des Sauerstoff-Dimers (O<sub>4</sub>) lassen sich Aerosol-Extinktionsprofilen ableiten. Obwohl die Aerosolprofile eine recht grobe Auflösung (2 bis 3 Datenpunkte) haben, so bieten sie die größte Genauigkeit direkt über dem Boden/ Wasser, wo LIDAR-Messungen typischerweise ‚blind‘ sind.

Das PAX Gerät von IPON misst die optischen Eigenschaften des (am Schiff) örtlichen Aerosols. Dabei werden über ein akustisches Verfahren Strahlungsenergieverluste durch Absorption und Streuung von Luftproben untersucht. Dadurch lassen sich dann die örtlichen Werte für Soot (BC) Gehalt und bei untersuchten Wellenlängen des sichtbaren Spectrums Werte für den Extinktionskoeffizienten und die Absorptionsfähigkeit des Aerosols bestimmen.

Das WRAS Instrument der MPI-C analysiert kontinuierlich Luftproben auf Eigenschaften des Aerosols. Dabei werden (getrocknete) Konzentrationsverteilungen über viele Größenklassen (von 5nm bis 32µm) bestimmt. Die UAV quadcopters der Universität Warschau messen atmosphärische Zustandsvariablen (wie Temperatur, Feuchte und Wind) in bodennahen Schichten. Auch werden andere leichte Sensoren zum Einsatz

*from where sampled data and derived products (e.g. fine-mode fraction) can be viewed or downloaded within hours.*

*The MAX-DOAS instrument of the MPI-C observes scattered sunlight at different (mainly very slant) elevation angles. From these measurements height profiles of atmospheric trace gases (e.g. NO<sub>2</sub>, HCHO, CHOCHO, O<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, BrO, IO) and aerosol extinction in the lowest layers of the atmosphere can be derived. MAX-DOAS measurements have the highest sensitivity close to the ground, where the atmospheric light paths reach very 20 km. The time resolution for one elevation sequence is about 15 minutes. Via measurements of the oxygen dimer (O<sub>4</sub>) also the derivation of aerosol extinction profiles near the surface are possible. Even though the vertical resolution is rather coarse (with only 2 or 3 independent pieces of information), the profile is most accurate near the surface, where ground-based lidar systems are typically blind.*

*The Photoacoustic Extinctionmeter (PAX) of IOPAN is a sensitive, high-resolution, fast-response instrument for measuring aerosol optical properties relevant for climate change and carbon particle sensing.*

*PAX measure such kind parameters as: Absorption coefficient and scattering coefficient. Derived Parameters that we can receive from the device: Black carbon mass (BC), Extinction coefficient, Single scattering albedo and Dew Point.*

*The WRAS instrument of the MPI-C continuously analyzes air-samples for properties of aerosol. Most importantly concentrations of (though dried) aerosol over many size-classes (from 5nm to 32µm) are determined. The UAV quadcopters of the University of Warsaw probe the variability of the state variables (e.g. temperature, humidity, wind) in the lower atmosphere. Also other light-weight*

kommen, mit denen sich Temperaturen über Wärmekameras und Teilchengrößen mit einem OPC-N2 (0.38-17µm) bestimmen lassen.

Die ozeanische Umgebung wird über CTD Profile, bei denen auch Wasserproben zu biologischen Untersuchungen genommen wird, durch Messungen mit einem Autonaut und drei Seagliden ergänzt.

Mit der CTD Sonde der Meteor werden regelmäßig (und mindestens tagsüber alle 2 Stunden) Profile von Temperatur, Dichte und Salzgehalt gemessen, um Transportprozesse im oberen Ozean, auch im Zusammenhang mit der einfallenden Sonnenstrahlung festzuhalten.

Gleichzeitig werden auch zu Zeiten des Sonnenaufgangs oder Sonnenuntergangs Wasserproben in verschiedenen Tiefen gesammelt und anschließend biologisch untersucht. Der westliche, tropische Atlantik ist biologisch gesehen ein nährstoffarmes jedoch relativ produktives Gebiet. Hier findet man auch die höchsten Werte der Stickstofffixierung im globalen Ozean. Bereits abgeschlossene Studien haben dabei gezeigt, dass die Cyanobakterien *Trichodesmium* und UCYN-A hierbei Schlüsselfiguren sind. Allerdings können diese zwei Organismen nicht die gesamte Rate erklären, was darauf hindeutet, dass es andere aktive N<sub>2</sub>-fixierende Organismen gibt, die auch eine wichtige Rolle spielen. Eines unserer Ziele ist es, diese anderen möglichen Organismen zu identifizieren. Unsere Probennahmen und Messungen werden zum Teil mit der Zugabe von stabilen Isotopen zu Seewasser und den darauffolgenden Inkubationen durchgeführt. Um die Rolle einzelner Gruppen von Organismen zu bestimmen, kombinieren wir Einzelzellmessungen (nanoSIMS) mit molekular-biologischen Methoden wie z.B. Sequenzierungen oder Fluoreszenz-In Situ-Hybridisierung; Unterproben, die auch vom gesammelten Seewasser und den Inkubationen genommen werden. Zusätzlich werden die Ergebnisse der beiden Fahrten zusammen uns die Möglichkeit geben, die räumliche und

*sensors, addressing thermal signals and particle sizing with an OPC-N2 instrument (0.38-17µm size range) are considered.*

*The oceanic environmental sampling will be done with an autonaut and three saegliders and frequent CTD profiling, which also will provide water samples for their biological analysis.*

*With the on-board CTD sonde regular (and at least every two hours during the day) profiles for temperature, pressure and salinity will be probed. The goal is to capture transport processes in the upper ocean, especially in the context of the (changing) solar irradiance during the day.*

*In addition, during dusk or dawn, water sampled are collected at different depths and subsequently biologically analyzed. In a biological sense the Western (sub-) tropical North Atlantic is an oligotrophic yet relatively productive area. The productivity is accompanied with the highest rates of dinitrogen (N<sub>2</sub>) fixation in the world's oceans. Previous studies have identified the filamentous cyanobacterium *Trichodesmium* and the unicellular symbiotic cyanobacterium (UCYN-A) as major contributors to the bulk N<sub>2</sub> fixation rate. Yet, a substantial portion of the bulk rate cannot be explained by the two organisms indicating that other, unknown, diazotrophs are also active and play an important role in N<sub>2</sub> fixation. The aim is to identify active diazotrophs including those that were indicated by previous studies. Our measurements will be done from on-board incubations of collected seawater that is amended with stable isotope tracers. To determine the importance of individual organisms, we will combine single-cell measurements (nanoSIMS) with molecular biological tools such as sequencing and fluorescence in situ hybridization (FISH); subsamples for all will be collected from collected seawater and incubations. In addition, the two cruises together will allow us to determine spatial and temporal variability in N<sub>2</sub> fixation activities in co-occurrence with mesoscale and submesoscale oceanographic*

zeitliche Variabilität in der N<sub>2</sub>-Fixierung im Zusammenhang mit mesoskalen ozeanographischen Eigenschaften zu untersuchen. Das Ziel ist es, ein einheitliches Bild zu bekommen von den wichtigen Organismen der N<sub>2</sub>-Fixierung sowie den treibenden Faktoren, wie z.B. die Ozeanographie, die Verbindung zum Ozeanatmosphären austausch von Treibhausgasen, und den Kohlenstoffexport im westlichen, tropischen Atlantik beeinflusst.

Der Autonaut Caravela der Universität von East Anglia ist ein unbemanntes Boot zur Messung meteorologischer und ozeanographischer Eigenschaften. Energie von Solarzellen betreiben die Instrumente und einen Propeller, wenn bei ruhiger See Wellen nicht für den Vorantrieb sorgen können. Caravela soll während der Kampagne den Austausch von Wärme und Impuls zwischen Ozean und Atmosphäre mit folgenden Instrumenten bestimmen: Apogee CS301-Pyranometer, Apogee SL510-Pyrgeometer, Airmar 120WX, Rotronic HC2A-S3, Rotronic MP402H-082000 Sensor mit einer Rotronic AC1003 Einheit, Valeport miniCTD and Nortek Signature1000 1 MHz Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). Caravela wird an der Küste von Barbados ins Wasser gesetzt und später dort auch wieder eingeholt. Während der Kampagne sind zur Eichung Treffen mit der Meteor geplant, die auch zu Reperaturen genutzt werden können. Der Einsatz von Caravela geht Hand in Hand mit Seagliden. Seaglider sind unbemannte U-Boote, die all 4 Stunden bis zu einer Tiefe von 1000m ozeanische Profile erstellen. Einer der Seaglider wird mit Caravela ins Wasser gelassen auf offener See abgesetzt und schließlich von der Meteor wieder eingefangen. Die anderen beiden Seaglider werden von der Meteor aus eingesetzt und nach ihrem Einsatz auch wieder eingesammelt. Die drei Seaglider haben unterschiedliche Zusammenstellungen folgender Instrumente: Seabird CTD, Nortek ADCP, Aanderaa optode, Wetlabs triplet Ecopuck, PAR and RSI turbulent microstructure. Das internationale ARGO Programm ist ein flächendeckendes Array aus mehr als 3700 Floats zur regelmäßigen Bestimmung der Tiefen-

*features. The combined studies aim at obtaining a holistic picture of the organisms involved in N<sub>2</sub> fixation and how their activity is driving and is influenced by the prevailing oceanography, its' connection to air-sea gas exchange of trace greenhouse gases, and carbon export in the Western tropical North Atlantic.*

*The Autonaut Caravela owned by UEA is a 5m-long autonomous wave-propelled surface vehicle designed to take meteorological and oceanographic measurements at the boundary between the atmosphere and ocean. The vehicle is fitted with solar panels to power the instrumentation, as well as a small propeller for thrust when there are no waves. The focus of Caravela's work during EUREC4A is to gather data to determine air-sea fluxes of heat and momentum. She will carry an Apogee CS301-Pyranometer, Apogee SL510-Pyrgeometer, Airmar 120WX, Rotronic HC2A -S3, Rotronic MP402H-082000 sensor with a Rotronic AC1003 unit, Valeport miniCTD and Nortek Signature1000 1 MHz Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). Caravela will be launched and recovered from shore on Barbados, and the Meteor will rendezvous with her for intercalibration. In an emergency situation we may request recovery of Caravela by Meteor. The three UEA profiling Seagliders are buoyancy-powered autonomous underwater vehicles that can profile the ocean to 1000m depth every 4 hours for up to 6 months. A Seaglider will repeatedly dive and climb to produce a profile of the upper ocean. One Seaglider will be deployed from Caravela and recovered by Meteor. The other two Seagliders will be deployed and recovered by the Meteor science crew. The three Seagliders will have different combinations of sensors for Seabird CTD, Nortek ADCP, Aanderaa optode, Wetlabs triplet Ecopuck, PAR and RSI turbulent microstructure. ARGO is a global array of more than 3700 profiling floats that measure temperature, density and salinity in the upper*

profile (bis 2000m) von Druck, Temperatur und Salinität. Das Ziel des ARGO Programms ist ein kontinuierliches Monitoring des Ozeans und eine Datenabdeckung von  $3 \times 3^\circ$  pro Float alle 10-15 Tage. Momentan steuert Deutschland zu diesem Programm 155 Floats bei. Bei M161 werden 5 ARGO Floats auf den Transit zu den Azoren im Atlantik ausgelegt. Alle Floats sind mit Drucksensor, Temperatur- und Leitfähigkeitssensor ausgestattet und sind auf einen zehntägigen Zyklus programmiert. In dieser Zeit driften die Floats gewöhnlich auf einer Tiefe von 1000 dbar. Aus dieser Parktiefe steigen die Floats ca. alle 5 Tage hinab 2000 dbar und danach zur Oberfläche. Die erfassten Vertikalprofile von Druck, Temperatur und Leitfähigkeit werden an der Oberfläche via Satellit an eine Landstation übermittelt. Nach Übertragung dieser Daten sinkt das Float zurück auf die Parktiefe ab und der Zyklus wiederholt sich. Die Floats haben eine typische Lebenserwartung von bis zu fünf Jahren oder 200 Zyklen. Alle Daten sind für gewöhnlich innerhalb weniger Stunden beim ARGO Datenzentrum frei verfügbar.

Bathymetrische Karten werden bei der M161 Fahrt durchgängig mit dem Kongsberg EM122 Fächerecholot erstellt zur Unterstützung der Initiative „Seabed 2030“ (zur Erstellung vollständiger Ozeantiefen-Karten bis zum Jahr 2030) aufgezeichnet, auf Qualität überprüft und prozessiert. Die Wassersäulendaten des Forschungsecholots Simrad EK60 werden aufgezeichnet, um sie auf die Detektierbarkeit von Fischschwärmen und der vertikalen Wanderung von Zoo-plankton in der Wassersäule hin zu überprüfen.

*2.000 m of the ocean. The target of the international ARGO programme is a continuous monitoring of the ocean and data coverage of one float per  $3 \times 3^\circ$  grid cell every 10-15 days over the global ocean is pursued. At the moment 155 German floats contribute to the international programme. 5 new ARGO floats will be deployed during M161 transit to the Azores. All floats are equipped with pressure, temperature, and conductivity sensors manufactured by Seabird Electronics and are scheduled to drift for 10 days at a fixed pressure of 1000 dbar. From this parking depth they are supposed to descend down to a profiling pressure of 2000 dbar before rising and collecting vertical profiles of pressure, temperature, and conductivity with varying vertical resolution on their way to the surface. At the surface the floats transmit the collected data via satellite towards the land station. Having finished their transmission the floats sink again, and the profile cycle starts all over again. The floats have a typical life time of up to five years or 200 cycles. All data is usually freely available within hours after collection from the international Argo data centers.*

*Bathymetric maps during the M161 cruise will be recorded with the Kongsberg EM122 multibeam echo sounder, checked for quality, and processed to support the “Seabed 2030” initiative (to completely map the ocean depths by the year 2030). Furthermore, the backscatter data of the EM122 will be analyzed regarding the derivability of geological properties of the seabed. The water column data of the scientific echo sounder Simrad EK60 will be recorded to examine the detectability of schools of fish and vertical migration of zooplankton within the water column.*

---

**Zeitplan / Schedule****Fahrt / Cruise M 161**

---

		Tage/days
Auslaufen von / <i>departure</i> Bridgetown (Barbados)	13. Jan 2020	
Installation nahe / <i>installation near</i> BCO		3
Ankunft / <i>arrival</i> Bridgetown (Barbados)	17. Jan 2020	
Mannschaftsaustausch / <i>science crew change</i>	17. Jan 2020	
Auslaufen von / <i>departure</i> Bridgetown (Barbados)	17. Jan 2020	
koordinierte Kampagne / <i>ccordinated campaign</i>		31
Überfahrt zu den Azoren / <i>transit to Azores</i>		12
Ankunft / <i>arrival</i> Pt.Delgada (Azores)	3. Mar 2020	

---

## Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

---

### **Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)**

Operationelle Ozeanographie  
Bernhard-Nocht-Str. 78  
D-20359 Hamburg  
[www.bsh.de](http://www.bsh.de)

### **Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology (CMIH)**

P.O. Box 130  
Bridgetown / Barbados  
[www.cimh.edu.bb/](http://www.cimh.edu.bb/)

### **CAU Kiel**

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Christian-Albrechts-Platz 4  
D-24118 Kiel  
[www.uni-kiel.de](http://www.uni-kiel.de)

### **DWD**

Deutscher Wetterdienst  
Seeschifffahrtsberatung  
Bernhard-Nocht-Straße 76  
D-20359 Hamburg  
[www.dwd.de](http://www.dwd.de)

### **GEOMAR**

Helmholtz Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
Düsternbrooker Weg 20  
D-24105 Kiel  
[www.geomar.de](http://www.geomar.de)

### **DTU**

Frederiksborgvej 399 Postboks 49  
Building 10  
4000 Roskilde / Dänemark  
[www.dtu.dk/english](http://www.dtu.dk/english)

### **Leipzig Institute for Meteorology (LIM)**

University of Leipzig  
Stephanstr. 3  
D-04103 Leipzig  
[meteo.physgeo.uni-leipzig.de](http://meteo.physgeo.uni-leipzig.de)

**Max-Planck Institut für Chemie (MPI-C)**

Satelliten-Gruppe  
Hahn-Meitner-Weg 1  
D-55128 Mainz  
[www.mpic.de](http://www.mpic.de)

**Max-Planck Institut für Meteorologie (MPI-M)**

Atmosphären-Abteilung  
Bundesstraße 53  
D-20146 Hamburg  
[www.mpimet.mpg.de](http://www.mpimet.mpg.de)

**Max Planck Institute for Dynamics and Self-Organization (MPI-DS)**

Am Fassberg 17  
D-37077 Göttingen  
[www.ds.mpg.de](http://www.ds.mpg.de)

**Max Planck Institute for Marine Microbiology (MPI-MM)**

Celsiusstr. 1  
D-28359 Bremen  
[www.mpi-bremen.de](http://www.mpi-bremen.de)

**Polish Academy of Sciences (IPOAN)**

ul. Powstańców Warszawy  
55 81-712 Sopot / Polen  
[www.iopan.pl](http://www.iopan.pl)

**The University Corporation for Atmospheric Research (UCAR)**

3090 Center Green Drive  
Boulder, CO, Colorado 80301  
[www.ucar.edu](http://www.ucar.edu)

**TU Delft (Delft)**

Stevinweg 1  
2628 CN Delft / Niederlande  
[www.tudelft.nl](http://www.tudelft.nl)

**USQ**

University of Southern Queensland  
School of Sciences, Faculty of Health, Engineering and Sciences  
Toowoomba  
Queensland 4350 / Australien  
[www.usq.edu.au](http://www.usq.edu.au)

**Universität Köln**

Institut für Geophysik und Meteorologie an der Universität Köln,  
Pohligstraße 3  
D-50969 Köln  
[www.geosciences.uni-koeln.de/](http://www.geosciences.uni-koeln.de/)

**University of East Anglia (E.Anglia)**

Centre for Ocean and Atmospheric Sciences  
School of Environmental Sciences  
Norwich NR4 7TJ, England  
[www.uea.ac.uk](http://www.uea.ac.uk)

**University of Hohenheim (IPM):**

Garbenstraße 30  
D-70599 Stuttgart  
[www.physik-meteorologie.uni-hohenheim.de](http://www.physik-meteorologie.uni-hohenheim.de)

**University of New Mexico (N.Mexico)**

Department of Earth and Planetary Sciences  
221 Yale Blvd NE  
Albuquerque, NM 87131-000  
<http://eps.unm.edu/>

**University of Utah (Utah)**

Dept of Atmospheric Science  
115, Salt Lake City, UT 84112 / USA  
<http://www.inscc.utah.edu>

**University of Warsaw (Warsaw)**

Faculty of Physics, Institute of Geophysics  
ul.Pasteura 5  
02-093 Warszawa, Polen  
[www.igf.fuw.edu.pl](http://www.igf.fuw.edu.pl)

**CIMH**

Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology  
P.O. Box 130  
Bridgetown / Barbados  
[www.cimh.edu.bb/](http://www.cimh.edu.bb/)

---

## 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.*

---

## Das Forschungsschiff / *Research Vessel METEOR*

---

Das Forschungsschiff METEOR dient der weltweiten grundlagenbezogenen deutschen Hochsee-Forschung und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

*The research vessel METEOR is used for German basic ocean research world-wide and for cooperation with other nations in this field.*

FS METEOR ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), welches auch den Bau des Schiffes finanziert hat.

*The vessel is owned by the Federal Republic of Germany represented by the Ministry of Education and Research (BMBF), which also financed the construction of the vessel.*

Das Schiff wird als 'Hilfseinrichtung der Forschung' von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) betrieben. Dabei wird sie von einem Beirat unterstützt.

*The vessel is operated as an 'Auxiliary Research Facility' by the German Research Foundation (DFG). The DFG is assisted by an Advisory Board.*

Der Schiffsbetrieb wird zu 70% von der DFG und zu 30% vom BMBF finanziert.

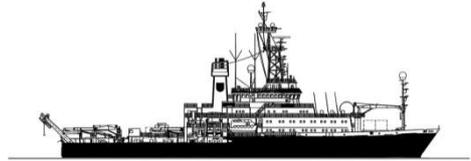
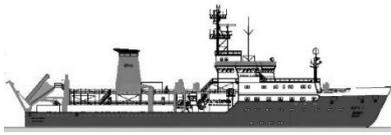
*The operation of the vessel is financed to 70% by the DFG and to 30% by the BMBF.*

Dem Gutachterpanel Forschungsschiffe (GPF) obliegt die wissenschaftliche Begutachtung der Fahrtvorschläge, sie benennt die Fahrtleitung.

*The reviewer panel of the DFG (GPF) evaluates the scientific proposals and appoints the chief scientists.*

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 Schiffahrts GmbH & Co. KG.

*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 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 Schiffahrts GmbH & Co. KG.*



Research Vessels

# MARIA S. MERIAN & METEOR

Cruises No. MSM89 & M161

17. 01. 2020 - 03. 03. 2020



*EUREC4A Campaign*

*The ocean mesoscale component in the EUREC4A++ field study*

*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