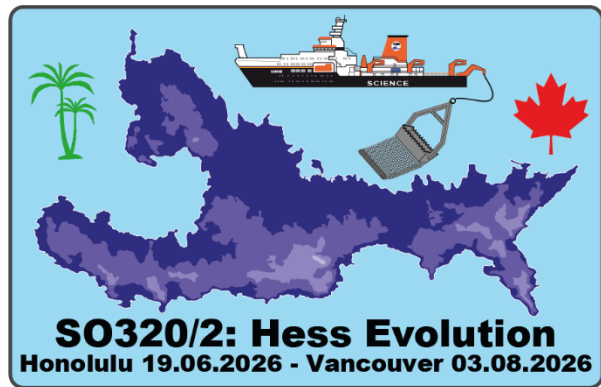
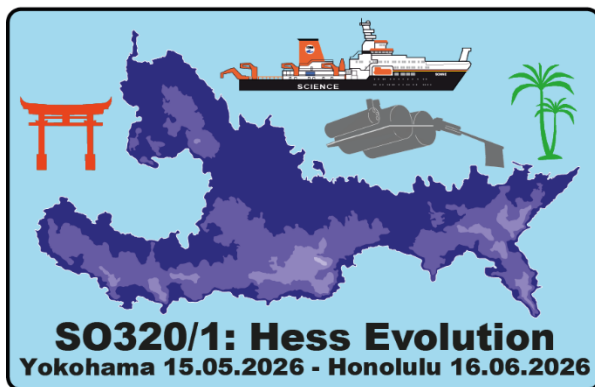


Forschungsschiff

SONNE

Reise Nr. SO320/1 & 2

15. 05. 2026 - 03. 08. 2026



**Entstehung und Entwicklung des Hess Rise, NW Pacific,
HESS EVOLUTION**

Herausgeber:

Fachbereich Erdsystemwissenschaft, Meereskunde, Universität Hamburg

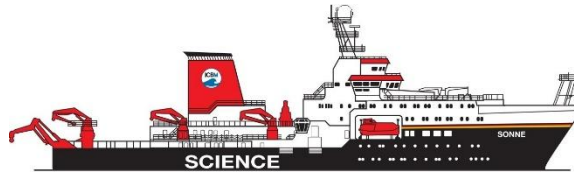
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)

ISSN 2364-3692

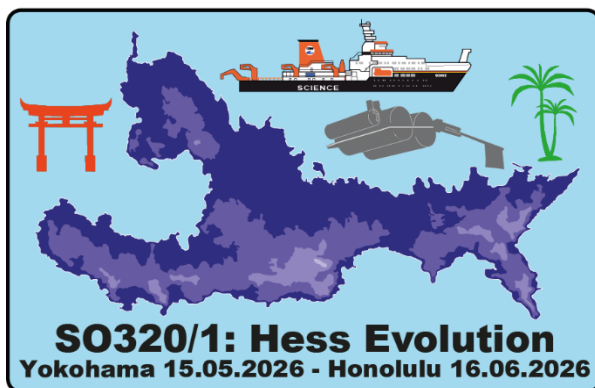


Forschungsschiff / *Research Vessel*

SONNE

Reise Nr. / *Cruise No.* SO320/1 & 2

15. 05. 2026 - 03. 08. 2026



Entstehung und Entwicklung des Hess Rise, NW Pacific,

HESS EVOLUTION

Origin and Evolution of Hess Rise, NW Pacific,

HESS EVOLUTION

Herausgeber / *Editor:*

Fachbereich Erdsystemwissenschaft, Meereskunde, Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Gefördert durch / *Sponsored by:*

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 2364-3692

Anschriften / Addresses

Dr. Anke Dannowski

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für
Ozeanforschung Kiel
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel

Telefon: +49 431 600-2326

E-Mail: adannowski@geomar.de

PD Dr. Jörg Geldmacher

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für
Ozeanforschung Kiel
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel

Telefon: +49 431 600-2260

E-Mail: jgeldmacher@geomar.de

Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe

Fachbereich Erdsystemwissenschaften
Meereskunde, Universität Hamburg
Bundesstraße 53
D-20146 Hamburg

Telefon: +49 40 42838-3640

E-Mail: leitstelle.ldf@uni-hamburg.de

http: www.ldf.uni-hamburg.de

Reederei Briese

Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG
Research | Forschungsschifffahrt
Hafenstraße 12 (Haus Singapore)
D-26789 Leer

Telefon: +49 491 92520 160

Telefax: +49 491 92520 169

E-Mail: research@briese.de

http: www.briese-research.de

Projektträger Jülich

System Erde - Meeresforschung
Schweriner Straße 44
D-18069 Rostock

Telefon: +49-381 20356-291

E-Mail: ptj-mgs@fz-juelich.de

http: www.ptj.de/rostock

GPF-Geschäftsstelle

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

E-Mail: gpf@dfg.de

Forschungsschiff / *Research Vessel* SONNE

Vessel's general email address	sonne@sonne.briese-research.de
Crew's direct email address	n.name@sonne.briese-research.de
Scientific general email address	chiefscientist@sonne.briese-research.de
Scientific direct email address	n.name@sonne.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@sonne.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	+47 224 09509
	FBB 500 (Backup)	+870 773 925 590
	GSM-mobile (in port only)	+49 171 410 297 7

SONNE Reisen / *Cruises* SO320/1 – SO320/2

15. 05. 2026 - 03. 08. 2026

Entstehung und Evolution des Hess Rise, NW Pazifik, HESS EVOLUTION
Origin and evolution of Hess Rise, NW Pacific, HESS EVOLUTION

Fahrt / <i>Cruise</i> SO320/1	15.05.2026 - 16.06.2026 Von Yokohama (Japan) - nach Honolulu (USA) Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Anke Dannowski
Fahrt / <i>Cruise</i> SO320/2	19.06.2026 - 03.08.2026 Von Honolulu (USA) - nach Vancouver (Kanada) Fahrtleitung / <i>Chief Scientist</i> : Dr. Jörg Geldmacher
Koordination / <i>Coordination</i>	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe <i>German Research Fleet Coordination Centre</i>
Kapitän / <i>Master</i> SONNE	SO320/1 Oliver Meyer SO320/2 Tilo Birnbaum

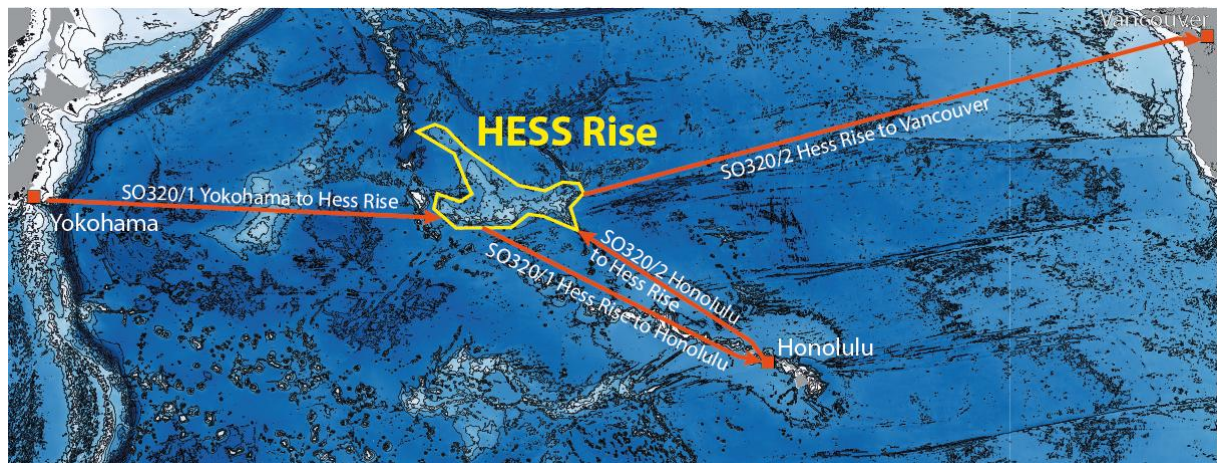


Abb. 1: Geplante Fahrtrouten und Arbeitsgebiet der SONNE Expedition SO320/1 & 2.

Fig. 1: Planned cruise tracks and working area of SONNE cruise SO320/1 & 2.

Übersicht

Fahrt SO320/1 & SO320/2

Auf der Ausfahrt SO320 mit den beiden Fahrabschnitten SO320/1 und SO320/2 sollen geophysikalische und geologische Arbeiten auf dem Hess Rise, einem ozeanischen Vulkanplateau im NW-Pazifik, durchgeführt werden.

Ozeanische Plateaus sind submarine, großflächige magmatische Gebiete (Large Igneous Provinces, LIPs) und gehören zu den am wenigsten verstandenen Formen des Vulkanismus auf der Erde. Wichtige Fragen hinsichtlich ihrer Entstehung, Struktur und geodynamischen Zusammenhänge sind noch ungeklärt.

Obwohl Hess Rise im Nordpazifik (Abb. 1) mit einem geschätzten Volumen von $9,1 \times 10^6 \text{ km}^3$ als eines der größten ozeanischen Plateaus gilt, ist es gleichwohl auch eines der am wenigsten erforschten. Vom unteren Ende zweier 1978 durchgeführten Bohrungen des Deep Sea Drilling Projects (DSDP), die hauptsächlich die Sedimentbedeckung zum Ziel hatten (Abb. 2, 3), konnte jeweils ein kurzes vulkanisches Gesteinsintervall geborgen werden. Weiterhin wurden zwischen 1966 und 1980 einige geophysikalische Expeditionen zur Aufzeichnung kurzer seismischer Reflexionsprofile auf dem Hess Rise durchgeführt, die jedoch nur die Sedimente und den oberen Teil des vulkanischen Plateaus abbilden und nicht bis zur Krusten-Mantel-Grenze (MOHO) herabreichen.

Das Hess Rise erstreckt sich nördlich der Mendocino-Bruchzone über mehr als 1000 km in Ost-West-Richtung und lässt sich grob in einen westlichen Rücken, eine zentrale Plattform und einen östlichen Rücken unterteilen (Abb. 1). Ein markanter Ausläufer, der Northern Hess Rise, erstreckt sich über etwa 500 km in Richtung Nordwesten. Ein kleinerer Ausläufer, der Liliuokalani-Rücken, erstreckt sich vom östlichen Ende des Rise nach Südosten, aber es ist unklar, ob dieser

Synopsis

Cruise SO320/1 & SO320/2

During cruise SO320, with its two legs, SO320/1 and SO320/2, geophysical and geological work is to be carried out on the Hess Rise, an oceanic volcanic plateau in the NW Pacific.

Oceanic plateaus, submarine expressions of Large Igneous Provinces (LIPs), are still one of the least understood types of Earth's vulcanism and important questions regarding their origin, structure and geodynamic context remain.

Although Hess Rise in the North Pacific (Fig. 1) is considered to be one of the larger oceanic plateaus (in terms of estimated excess magma volume of $9.1 \times 10^6 \text{ km}^3$), it is also one of the least investigated. Only a few igneous basement samples have been obtained from the bottom of two Deep Sea Drilling Project (DSDP) drill holes that mainly targeted the sedimentary cap of Hess Rise (Fig. 2,3). Few geophysical cruises recorded short seismic reflection profiles between 1966 and 1980 on Hess Rise, however, none of these surveys imaged deeper than the sedimentary cap and uppermost basement and none did image the crust-mantle boundary (MOHO).

The Hess Rise stretches >1000 km in east-west direction just north of the Mendocino Fracture Zone and can be roughly divided into a Western Ridge, a Central Platform and an Eastern Ridge (Fig. 1). A prominent offshoot, the Northern Hess Rise, extends ~500 km to the northwest. A smaller extension, the Liliuokalani Ridge, stretches from the eastern end of the rise to the southeast. However, it is unclear if this ridge is genetically related to Hess Rise. To the west, the Hess Rise is

Rücken genetisch mit dem Hess Rise verwandt ist. Im Westen wird das Hess Rise durch die Emperor Seamount-Kette begrenzt, eine jüngere Hotspotspur (42-80 Ma), die durch den Hawaii-Hotspot und im Osten durch den tiefen Emperor Trog entstanden ist, dessen Entstehung noch unklar ist.

Basierend auf den früheren Untersuchungen entstand das Hess Rise in der Mitte der Kreidezeit (~100–110 Ma) während der magnetischen Ruhezone (Kreidezeitliche Normalpolarität-Superchron, 121–83 Ma), einer Zeit ohne häufige Umkehrungen des Erdmagnetfeldes. Das Fehlen magnetischer Lineationen im Meeresboden macht daher plattentektonische Rekonstruktionen für diesen Zeitraum schwierig. Die meisten Modelle interpretieren das Hess Rise als ein ozeanisches Plateau, das sich in der südlichen Hemisphäre in der Nähe des Pazifik-Farallon-Spreizungszentrums gebildet hat, wahrscheinlich an oder in der Nähe einer sogenannten „triple junction“ (dem Treffpunkt dreier Plattengrenzen). Eine zusätzliche Beteiligung eines Mantelplumes (aus dem Erdmantel aufsteigendes heißes Material) zur Erklärung des übermäßigen Vulkanismus ist umstritten. Nach der klassischen Plumetheorie entstehen ozeanische Plateaus durch das Eintreffen eines großen, pilzförmigen Plume-„Kopfes“ an der Basis der Lithosphäre wodurch weit verbreiteter und zeitgleicher Plateauvulkanismus ausgelöst wird (ohne dass ein Spreizungszentrum vorhanden sein muss). Nachfolgend entsteht durch die Plattenbewegung über dem schmalen Plume-„Stamm“ eine viel schmalere, lineare und altersprogressive Hotspotspur.

Das Hauptziel von SO320 ist es, die konkurrierenden Modelle zur Entstehung des Hess Rise zu überprüfen, also entweder eine Entstehung 1) entlang des Pfades einer migrierenden „triple junction“, 2) am Pazifisch-Farallon-Spreizungszentrum, oder 3) als reines intraplaten Plateau, das nur durch einen Mantelplume erzeugt wurde. In Bezug auf die ersten beiden Szenarien soll auch untersucht werden, ob sich das Hess Rise ausschließlich durch flache, plattentektonische Prozesse ohne Beteiligung eines Mantelplumes gebildet haben könnte, z.B. durch die Wanderung eines Spreizungszentrums über

bounded by the Emperor Seamount Chain, a younger hotspot track (42-80 Ma) produced by the Hawaiian hotspot, and to the east by the steep Emperor Trough, a feature of unclear origin.

Based on the previous investigations, Hess Rise formed in the mid Cretaceous (~100-110 Ma) during the magnetic quiet zone (or Cretaceous Normal Polarity Superchron, 121-83 Ma), a time without frequent reversals of the Earth's magnetic field. The absence of magnetic lineations in the oceanic crust thus makes any plate tectonic reconstruction challenging. Most models interpret Hess Rise as an oceanic plateau formed in the southern hemisphere near the Pacific-Farallon spreading centre, likely at or close to a so-called triple junction (a junction of three plate boundaries). The additional involvement of a mantle plume (hot material rising in the Earth's mantle) to explain the excess volcanism by "plume-ridge interaction" is disputed. According to the classical plume theory, oceanic plateaus form by the arrival of a large, buoyant and mushroom-shaped plume head at the base of the lithosphere triggering widespread, more or less contemporaneous plateau volcanism without interaction with a spreading center.

Subsequently, a much narrower, linear, time-progressive hotspot track forms over the narrow plume stem, as the plate passes over it.

The main objective of SO320 is to test the competing models proposed for the origin of Hess Rise, namely formation 1) along the path of a moving triple junction, 2) at the Pacific-Farallon spreading center, and 3) as intraplate plateau solely generated by a plume head. With regard to the first two scenarios, it should also be examined whether Hess Rise formed exclusively by shallow, plate tectonic-related processes, without any involvement of a mantle plume, i.e., by migration of a spreading center above regions of anomalous upper mantle (e.g., resulting in higher degrees of melting). With respect to the third

Regionen des oberen Erdmantels mit anomaler Zusammensetzung (z.B. höherer Aufschmelzgrad). In Bezug auf das dritte Szenario wollen wir testen, ob sich das Hess Rise durch einen zweiten Puls desselben Hotspots gebildet hat, der rund 30 Millionen Jahre zuvor den nahen Shatsky Rise erzeugt haben soll. Schließlich soll untersucht werden, ob es nach der Entstehung des Hauptplateaus noch zu einem (alkalibasaltischen) Spätstadium des Vulkanismus gekommen ist. Dies könnte möglicherweise das Vorkommen einiger solitärer, auf dem Plateau aufsitzender Seamounts erklären. Eine solche Spätphase des Vulkanismus ist auch von anderen ozeanischen Plateaus bekannt, deren Ursache ist jedoch noch unklar. Es wird oft spekuliert, dass gravitative Ausdehnung/Verwerfung oder lithosphärische Spannungen aufgrund von Belastungen an den Rändern der Plateaus zu Dekompressionsschmelzung im oberen Mantel oder in der Lithosphäre führen können und, dass die dabei entstehenden kleinvolumigen Schmelzen die tiefreichenden Verwerfungen für ihren Aufstieg nutzen. Die Platzierung eines der geplanten seismischen Refraktionsprofile direkt über mehreren solchen offenbar sekundären Kegeln könnte helfen, dieses Modell zu überprüfen.

scenario, it should be tested whether Hess Rise formed by a second pulse of the same hotspot that is proposed to have formed the nearby Shatsky Rise about 30 m.y. earlier, as suggested by some plate tectonic reconstruction models. Finally, it should be investigated if any late stage (alkali basaltic) volcanism occurred after the main Hess plateau formed, possibly explaining the formation of some solitary seamounts that tower above the plateau. This phenomenon is also observed at other oceanic plateaus but its cause is still unclear. It is often speculated that gravitational extension/faulting or lithospheric stress due to loading around the perimeters of the plateaus can cause decompression melting in the upper mantle or lithosphere and that the generated small-degree melts are channeled upwards along deep-reaching faults. Placing one of the proposed seismic refraction profiles directly above several apparently secondary cones might help to test this model.

Wissenschaftliches Programm

Die besondere Form und Struktur des Hess Rise ermöglicht es uns, konkurrierende Modelle zu testen, die für die Entstehung dieses großen ozeanischen Plateaus und ozeanischer Plateaus im Allgemeinen vorgeschlagen wurden. Die Untersuchung des Hess Rise wird auch weitere Erkenntnisse über die geotektonische Entwicklung des größten Ozeans der Erde während der magnetischen Ruheperiode (Kreidezeit-superchron) liefern. Insbesondere wollen wir untersuchen, ob das Hess Rise durch die Interaktion von einem Mantelplume mit einem Spreizungszentrum entstanden ist, wie es beim nahe gelegenen Shatsky Rise der Fall ist, und ob dies ein gemeinsames Merkmal, wenn nicht sogar eine Voraussetzung für die Entstehung von ozeanischen Plateaus (LIPs) im Allgemeinen darstellt.

Während SO320/1 sollten die folgenden wissenschaftlichen Fragen und Hypothesen adressiert werden:

- In welcher Tiefe liegt die seismische Moho unter dem Hess Rise und wie sieht ihre Geometrie aus? Entspricht ihre Struktur der Airy-Isostasie und wie groß ist die laterale Ausdehnung des Hess Rise?
- Was sind die Krustenmächtigkeiten, seismischen Geschwindigkeiten und Dichte des Hess Rise und wie variieren diese Werte innerhalb des Plateaus? Unterscheiden sich diese Parameter von bereits vorhandener, pazifischer Kruste?
- Kann die obere Grenze der bereits vorhandenen Kruste abgebildet werden und gibt es Anzeichen für „magmatic underplating“?
- Obiges wird realistische Rahmendaten für die Abschätzung von Magmavolumen und, in Kombination mit Altersdaten, Produktionsraten ermöglichen.

Scientific Programme

The unique shape and structure of Hess Rise allows us to test competing models proposed for the origin of this large oceanic plateau and oceanic plateaus in general. Studying the Hess Rise will shed further light on the geotectonic evolution of Earth's largest ocean during the period of magnetic quiescence (Cretaceous Superchron). In particular, we will investigate whether Hess Rise was formed by plume-ridge interaction, as evident for the nearby Shatsky Rise, and if this reflects a common characteristic, if not prerequisite, of oceanic plateau (or LIP) formation.

During SO320/1, the following scientific questions and hypotheses should be addressed:

- *What is the depth and geometry of the seismic Moho beneath Hess Rise? Is the structure consistent with Airy isostasy and what is the lateral extent of Hess Rise?*
- *What is the crustal thickness, velocity and density beneath the Hess Rise, how does it vary across the plateau and how does it compare to the pre-existing crust?*
- *Can the top of the pre-existing crust be imaged and did magmatic underplating occur?*
- *This will provide us (realistic) constraints for assessing the magma volume, and in combination with age data the production rate.*

- Wodurch kann die Verbreitung des Hess Rise nach Westen erklärt werden? Lässt eine Variation in der Krustenstruktur den Pfad der damaligen „triple junction“ erkennen?
- Korrelieren seismische Geschwindigkeit und Krustendicke des Hess Rise positiv oder negativ, was auf eine heißere/kältere Schmelzumgebung (Interaktion Plumespreizungszentrum) hindeutet?
- Stimmen die beobachteten strukturellen Merkmale (Verwerfungen, Versatzstörungen, Neigung der Lavastromdecken) mit einer Entstehung des Plateaus entlang einer Spreizungsachse oder einer triple-junction überein, oder deuten sie eher auf eine reine Intraplattenbildung hin?
- Sind die offensichtlich sekundären/späteren Kegel mit regionaler Tektonik assoziiert, also befinden sie sich beispielsweise über Versatzstörungen des Plateauntergrundes?
- Zeigen die paläomagnetischen Daten über sekundären/späteren Kegeln eine Störung des Superchronnormalpolaritätssignals (durch Hinzufügen einer umgekehrt polarisierten Komponente)?
- Können die magnetischen Daten einzelner Seamounts (die sich während einer einzigen Polaritätsperiode gebildet haben) zur Berechnung paläomagnetischer Pole verwendet werden, die dann mit dem scheinbaren Polwanderungspfad des Pazifiks verglichen werden können, um das Alter des Seamounts abzuleiten?
- *What causes the widening of Hess Rise to the West? Is there a separation in the crustal structure indicating the track of the triple junction?*
- *Are seismic velocity and crustal thickness positively or negatively correlated at Hess Rise, indicating a hotter/cooler melting environment (plume interaction)?*
- *Are observed structural features (faults, offsets, dip of lava piles) consistent with plateau building along a rift axis or a triple junction or do they rather indicate an intraplate formation?*
- *Are the apparent secondary/late-stage cones associated with regional tectonism (fault controlled) and e.g., located above basement offsets?*
- *Do the paleo-magnetic data (recorded above apparently late-stage features) indicate a disturbance of the Superchron normal polarity signal (by adding a reversed component?)*
- *Can the magnetic data from individual seamounts (that formed during a single polarity period) be used to calculate paleo-magnetic poles, which can then be compared with the Pacific apparent polar wander path to infer the age of the seamount?*

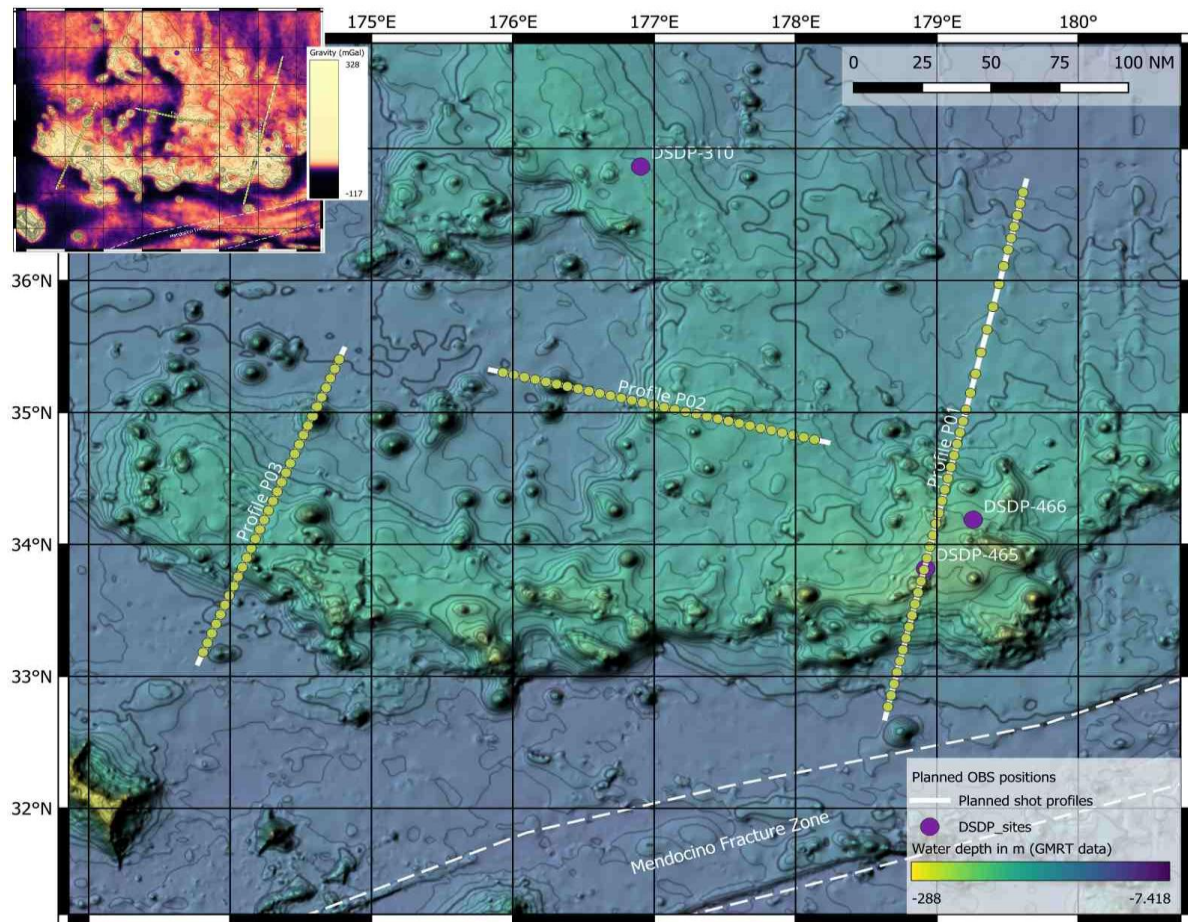


Abb. 2: Die bathymetrische Karte des Arbeitsgebietes von SO320/1 auf dem Hess Rise, mit angefügter Schwereanomaliekarte (Sandwell et al., 2014), zeigt die Lage der geplanten seismischen Profile (weiße Linien) und abgesetzten Ozeanbodenseismometer (OBS) (gelbe Kreise). Der eingezeichnete Verlauf der Mendocino-Störungszone basiert auf bathymetrischer Interpretation.

Fig. 2: Bathymetry of the working area of cruise SO320/1 on the Hess Rise in the main map and a gravity map (Sandwell et al., 2014) in the inset. The proposed seismic profiles are indicated by white lines, OBS instruments shown by yellow circles. The unspecified location of the Mendocino Fracture Zone is indicated according to the bathymetric structures.

Arbeitsprogramm

Für eine geophysikalische Bearbeitung dieser Fragestellungen werden bis zu 40 Ozeanbodenseismometer auf drei Profilen über dem südlichen und zentralen Hess Rise ausgebracht (Abb. 2). Die Geräte stehen dabei in Wassertiefen von 2000-5000 m, wobei Profil 1 eine frühere Tiefseeborung quert und somit eine Kopplung der seismischen Geschwindigkeiten mit den Gesteinsproben aus dem Sediment erlaubt. Dadurch können die Modelle besonders im flachen Bereich unter dem Meeresboden besser angepasst werden.

Als seismische Quelle dient ein 5420 cm großes Luftpulserarray. Parallel soll ein Mehrkanalstreamer hinter dem Schiff gezogen werden, um die Sedimentbedeckung sowie die obersten Krustenbereiche zu durchleuchten.

Geschwindigkeitsmodelle für Kompressions- und Scherwellen sollen Anhaltspunkte über den Aufbau und die Tiefenstruktur des Hess Rise geben. Ergänzt werden die seismischen Vermessungen durch schiffsbasierte Gravimetrie, ein geschlepptes Magnetometer und Meeresbodenkartierung mit dem schiffseigenen Multibeamecholot EM124.

Work Programme

To address these questions from a geophysical perspective, up to 40 ocean-bottom seismometers will be deployed on three profiles across the southern and central Hess Rise (Fig. 2). The instruments will be placed at water depths of 2000-5000 m, with profile 1 crossing a former deep-sea borehole. This will allow to correlate the seismic velocities with rock samples from the sediment units. Using this correlation will enable the models to be better adjusted, especially in the shallow subseafloor layers.

A 5420-cinch air pulse array serves as the seismic source. At the same time, a multi-channel streamer will be towed behind the ship to investigate the sediment cover and the uppermost crustal basement.

Velocity models for compression and shear waves will provide images of the structure and depth of the Hess Rise. The seismic surveys will be supplemented by ship-based gravimetry, a towed magnetometer and seabed mapping using the ship's own EM124 multibeam echo sounder.

Zeitplan / Schedule	Fahrtabschnitt / Cruise Leg SO320/1
	Tage/days
Auslaufen von Yokohama (Japan) am 15.05.2026 <i>Departure from Yokohama (Japan) 15.05.2026</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	9
Refraktionsseismik Profil 1 / <i>Refraction seismic profile 1</i>	7
Refraktionsseismik Profil 2 / <i>Refraction seismic profile 2</i>	4
Refraktionsseismik Profil 3 / <i>Refraction seismic profile 3</i>	5
Transit zum Hafen Honolulu <i>Transit to port Honolulu</i>	7
	Total 32
Einlaufen in Honolulu (USA) am 16.06.2026 <i>Arrival in Honolulu (USA) 16.06.2026</i>	

Wissenschaftliches Programm

Während SO320/2 sollen die folgenden wissenschaftlichen Fragen und Hypothesen adressiert werden:

- Hat sich das gesamte Hess Rise-Plateau zeitgleich gebildet oder lässt sich eine räumlich-zeitliche Entwicklung nachweisen? Plateauweite Dredgebeprobung und $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Altersdatierung der gewonnenen magmatischen Proben kann Aufschluss darüber geben, ob die Alter:
 - i) von den Rändern des Plateaus zum Zentrum der NNW-SSE-Längsachse des Plateaus systematisch jünger werden, jedoch nicht entlang dieser Achse (was das Modell stützt, dass Hess Rise an einem linearen Spreizungsrücken entstanden ist);
 - ii) von den Rändern des Plateaus zum Zentrum der NNW-SSE-Längsachse des Plateaus jünger werden, aber auch entlang der Achse von NNW nach SSE (was das Modell der Entstehung an einer sich nach Süden bewegendem triple junction stützt);
 - iii) kein systematisches Muster über das Plateau hinweg aufweisen, was einen weiträumigen Plume-(Kopf)-erzeugten Flutbasaltvulkanismus ohne Beteiligung eines Spreizungszentrums stützen würde.
- Wie lange dauerte der Plateauvulkanismus an? Durch Dredgebeprobung der unteren, mittleren und oberen Schichten des außergewöhnlich gut zugänglichen steilen Südhangs von Hess Rise lässt sich das Tempo des vertikalen Plateawachstums ermitteln (zumindest für die zugänglichen oberen >2 km der Plateaukruste).
- Wie ist die geochemische (einschließlich isotopische) Zusammensetzung der Laven von Hess Rise (d. h. Magmenquelle wie Plume oder oberer Mantel?) und kann durch die neuen Daten eine genetische Beziehung zu Shatsky Rise bestätigt werden?

Scientific Programme

During SO320/2, the following scientific questions and hypotheses should be addressed:

- *Did the entire Hess Rise plateau form synchronously or can a spatial-temporal evolution be verified? Plateau-wide dredging and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age dating of the recovered igneous samples can reveal if ages:

 - i) *get systematically younger from the edges of the plateau to the center of the NNW-SSE length axis of the plateau but not along this axis (supporting the model that Hess Rise was formed at a linear spreading ridge);*
 - ii) *get systematically younger from the edges of the plateau to the center of the NNW-SSE length axis of the plateau but also along the axis from NNW to SSE (supporting the model of formation at a southward moving triple junction);*
 - iii) *show no systematic pattern across the plateau which would support widespread plume (head)-related flood basalt volcanism without involvement of a spreading center.**
- *What was the duration of plateau building volcanism? Dredging the lower, middle and upper levels of the exceptionally well-exposed steep southern slope of Hess Rise can reveal the pace of vertical plateau build-up (at least for the exposed upper >2 km of the plateau crust).*
- *What is the geochemical (including isotopic) composition of the Hess Rise lavas (i.e., indicating plume versus upper mantle magma sources) and can a genetic relationship to Shatsky Rise be confirmed by the new data?*

- Gibt es räumliche oder zeitliche geochemische Variationen (z. B. im Aufschmelzgrad)? Bei Shatsky Rise wird eine mit der Zeit abnehmende Magma-produktionsrate bei gleichzeitig zunehmender geochemischer Heterogenität als konsistent mit dem klassischen Modellen der Entwicklung von Plumekopf zu Plumestamm angesehen.
- Gibt es auf Hess Rise sekundären (Spätstadium-)Vulkanismus und was ist dessen Alter und Zusammensetzung im Vergleich zur Haupt (Plateau-)phase?
- *Is there any spatial or temporal geochemical variation (e.g., in degree of melting)? At Shatsky Rise, increasing geochemical heterogeneity and decreasing magma production rate with time is interpreted to be consistent with classical plume head - plume tail evolution models.*
- *Does secondary late-stage volcanism exist on Hess Rise and what is its age and compositional relationship to the main plateau-building stage?*

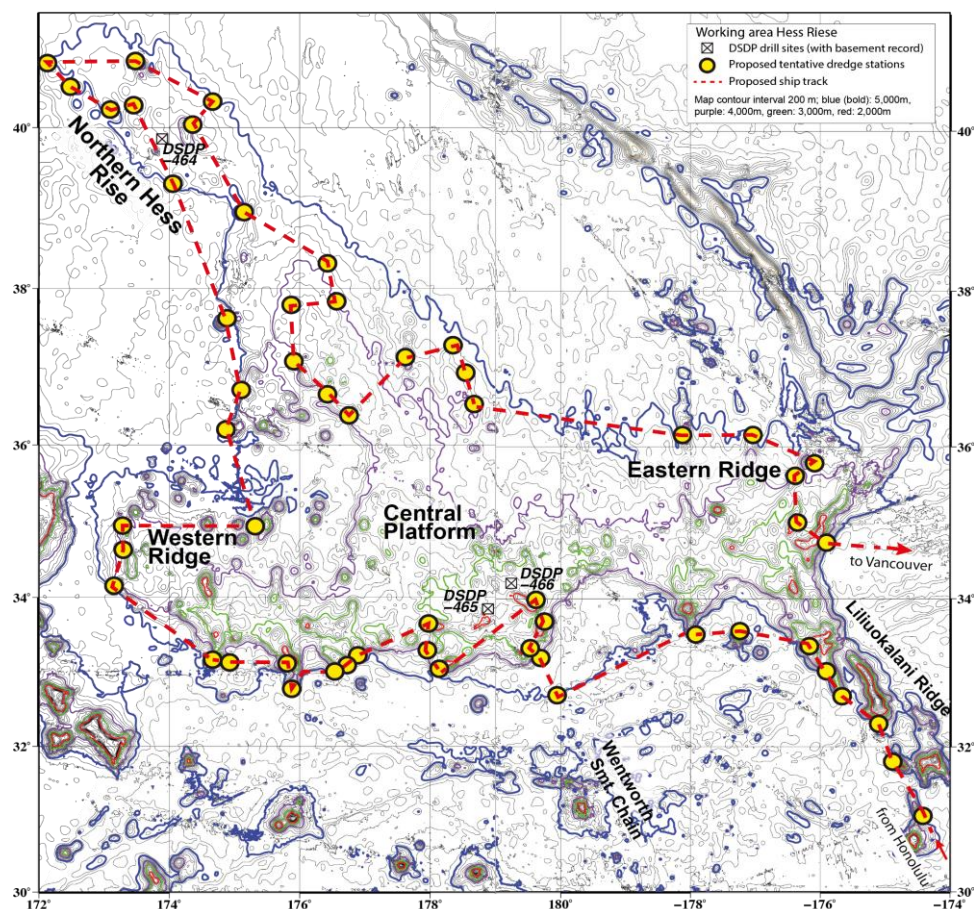


Abb. 3: Bathymetrische Karte des Arbeitsgebiets von SO320/2 auf dem Hess Rise mit Lage der bisherigen DSDP-Bohrungen. Die gestrichelte rote Linie und die gelben Kreise markieren die mögliche Fahrtroute und ggf. Dredgestationen. Eine genaue Festlegung der Stationen und dadurch auch der Fahrtroute kann erst vor Ort auf Basis der erfolgten hochauflösenden Kartierungen und den lokalen Wetterbedingungen erfolgen.

Fig. 3: Bathymetric map of the SO320/2 working area on the Hess Rise showing the locations of previous DSDP drill sites. The dashed red line and yellow circles mark the possible route and dredge stations. The exact location of the stations and thus the route can only be determined on site based on high-resolution mapping and locale sea state.

Arbeitsprogramm

Eine umfassende Beprobung magmatischer Gesteine mit maximaler räumlicher Abdeckung ist wichtig, um die wissenschaftlichen Ziele von SO320/2 (siehe oben) zu erreichen. Die Probennahme mittels Dredge soll sich insbesondere auf die folgenden Gebiete konzentrieren (siehe Abb. 3):

Vulkangestein vom nördlichen Hess Rise ermöglicht es uns zu überprüfen, ob dieses Gebiet, wie die Ergebnisse der DSDP-Bohrungen vermuten lassen, der älteste Teil des Hess Rise ist.

Probenahmen (und Altersdatierungen) entlang eines NW-SE-Profiles entlang der Längsachse des nördlichen Hess-Rückens und der Zentralen Plattform und drei kürzere E-W-Profile (senkrecht zur Längsachse, bei ~37°N, ~38°N und ~40°N) werden die Frage klären, ob sich das Hess Rise entlang eines Spreizungsrückens, einer sich bewegenden triple junction oder ohne Beteiligung einer Plattengrenze gebildet hat.

Stratigraphische Beprobung (untere, mittlere und obere Laven) der gut zugänglichen steilen Südhänge von Western Ridge, Central Platform und Eastern Ridge sollen Aufschluss über das Tempo der Plateaubildung sowie über zeitliche oder räumliche geochemische Variationen geben (was Rückschlüsse auf den Entstehungsmechanismus zulässt).

Darüber hinaus beherbergen diese drei Gebiete zahlreiche (nachträglich entstandene?) Vulkankegel, insbesondere entlang der südlichen Plateaukante. Die Untersuchung dieser Kegel kann Aufschluss über die Rolle und die genetische Beziehung einer möglichen vulkanischen Spätphase im Bezug zur Hauptphase der Plateaubildung geben. Letztendlich soll die Untersuchung des Eastern Ridge und des Liliuokalani Ridge zeigen, ob dieser Rücken noch Teil des Hess Rise-Plateaus ist und/oder eine zeitlich progressive Hotspotspur darstellt, die über dem Plumestamm entstanden ist.

Basierend auf dem Gebcodatensatz (GEBCO_2014 Grid) und anderen verfügbaren Informationen planen wir mit insgesamt ca. 55 Beprobungsstationen, an

Work Programme

A comprehensive igneous rock sampling programme with maximum spatial coverage is important to achieve the scientific goals of SO320/2 (see above). Dredge sampling shall especially focus on the following areas (see Fig. 3):

Samples from Northern Hess Rise will allow us to test if this area is the oldest part of the rise as suggested by the DSDP drilling results.

Sampling (and age dating) along a NW-SE profile following the length axis of the Northern Hess Rise extension through the Central Platform and three shorter E-W profiles (perpendicular to the length axis, at ~37°, ~38° and ~40°N) will address the question if the rise formed along a spreading ridge, a moving triple junction, or without any plate boundary involvement (see Scientific Programme).

Stratigraphic sampling (lower, middle and upper levels) of the exceptionally well exposed steep southern slopes of the Western Ridge, Central Platform and Eastern Ridge should reveal the pace of plateau build up as well as any temporal or lateral geochemical variations in the erupted lava pile (also indicative of formation mechanism, see above).

In addition, these three areas host numerous (apparently late stage?) cones, superimposed on the plateau, particularly along its southern crest. Investigating these cones will reveal the role and genetic relationship of possible late-stage volcanism to the main plateau building stage.

Finally, investigating the Eastern Ridge (plateau basement and superimposed seamounts) and Liliuokalani Ridge shall reveal whether this ridge is part of the Hess Rise plateau and/or represents a time-progressive hotspot track associated with the Hess plume stem.

Based on the Gebco data set (GEBCO_2014 Grid, version 20150318) and other available information, we plan a total of ~ 55 dredge stations where we will deploy heavy chain

denen wir Kettensackdredgen einsetzen werden. Da das gesamte Hess Rise weitgehend unerforscht ist, gibt es keine bathymetrischen Daten mit ausreichend hoher Auflösung. Daher basiert die Vorauswahl möglicher Dredgestationen in Abb. 3 auf Satellitenaltimetrie. Die endgültige Auswahl der einzelnen Dredgezüge hängt jedoch entscheidend von detaillierten Kartierungen ab, die während der Anfahrt zu den vorausgewählten Stationen mit dem schiffseigenen Multi-beamecholot EM124 durchgeführt werden. Weitere Faktoren, die die Auswahl der Stationen beeinflussen, sind die jeweiligen lokalen Wind- und Strömungsrichtungen.

Bei der Erstellung des Arbeitsplans haben wir Folgendes berücksichtigt:

- Anfahrt zum Startpunkt des Dredgezuges, Positionierung des Schiffes und Handhabung der Dredge an Deck: ~2 Stunden/Dredgezug,
- Fieren und Hieven mit 1,0 m/Sek.: ~2-3 Stunden/Dredgezug im Durchschnitt (Probenstationen befinden sich in ~3.000 bis 5.000 m Wassertiefe),
- Verweildauer der Dredge am Meeresboden: ~1,5 Stunden/Dredgezug.

Aufgrund der hohen Qualität des Gebco-datensatzes gehen wir davon aus, dass wir die meisten Dredgezüge nach nur 0,5 bis 1,5 Stunden Kartierung relativ schnell festlegen können. Für einige Gebiete, die während der vorangegangenen SO320/1 schon erfasst wurden, ist überhaupt keine zusätzliche Kartierung erforderlich. In anderen Fällen sind jedoch umfangreichere Kartierungen erforderlich, um geeignete Dredgelokationen zu finden (auch und zur Veröffentlichung geeigneter Karten zu erstellen). Wir rechnen daher mit durchschnittlich ~1,5 Stunden für die Kartierungen, basierend auf unseren Erfahrungen mit Dredgeausfahrten in ähnlich unerforschten Gebieten.

Demnach berechnen wir insgesamt ~7,5 Stunden für jede Dredgestation (einschließlich Kartierung).

bag dredges. We note that the whole Hess Rise is largely unexplored. Bathymetric data of sufficient high resolution do not exist.

Therefore, the pre-selection of possible sampling sites shown in Fig. 3 is based on satellite altimetry and our extensive dredging experience. The final selection of individual dredge tracks, however, crucially depends on detailed mapping surveys to be conducted during approach to the pre-selected dredge areas with the ships-own EM124 multibeam echo sounder.

Additional factors influencing station selection are the respective local wind and current directions.

We took the following into account in preparing the working programme:

- *approach to start point, positioning of the vessel and handling of the dredge on deck: ~2 hour/dredge haul,*
- *lowering and heaving with 1.0 m/sec.: ~2-3 hours/dredge haul on average (sampling stations are located in ~3,000 to 5,000 m water depth),*
- *length of stay of the dredge at bottom: ~1.5 hours/dredge haul.*

We expect to locate most of the dredge tracks relatively quickly after only 0.5 - 1.5 hour mapping due to the high quality of the Gebco data set. For some sites, which were covered with multibeam soundings during the preceding SO330/1, no additional mapping is required at all.

In some other cases, however, more extensive mapping is required to find appropriate dredge tracks (and to produce publishable maps). We therefore apply an average of ~1.5 hours for detailed multibeam mapping based on our experience gained on dredge campaigns in similar unexplored areas.

Accordingly, we calculate a total of ~7.5 hours for each dredge station (including mapping) on average.

Zeitplan / Schedule	Fahrtabschnitt / Cruise Leg SO320/2
	Tage/days
Auslaufen von Honolulu (USA) am 19.06.2026 <i>Departure from Honolulu (USA) 19.06.2026</i>	
Transit zum Arbeitsgebiet / <i>Transit to working area</i>	6
Liliuokalani Ridge: c. 6 Dredge Stationen und c. 260 sm Kartierung <i>Liliuokalani Ridge: c. 6 dredge stations and c. 260 nm mapping</i>	3
Südlicher Rand des Hess Rise: c. 17 Dredge Stationen und 541 sm Kartierung <i>Southern edge of Hess Rise: c. 17 dredge stations and 541 nm mapping</i>	7
Western Ridge: c. 4 Dredge Stationen und 280 sm Kartierung <i>Western Ridge: c. 4 dredge stations 280 nm mapping</i>	2
Northern Hess Rise: c. 22 Dredge Stationen und 880 sm Kartierung <i>Northern Hess Rise: c. 22 dredge stations and 880 nm mapping</i>	10
Eastern Ridge: c. 6 Dredge Stationen und 330 sm Kartierung <i>Eastern Ridge: c. 6 dredge stations and 330 nm mapping</i>	3
Transit zum Hafen Vancouver <i>Transit to port Vancouver</i>	12
	Total 43
Einlaufen in Vancouver (USA) am 03.08.2026 <i>Arrival in Vancouver (USA) 03.08.2026</i>	

Beteiligte Institutionen / *Participating Institutions*

GEOMAR

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Wischhofstraße 1-3
D-24148 Kiel /Germany

Museum für Naturkunde

Museum für Naturkunde Berlin
Invalidenstraße 43
10115 Berlin / Germany

DWD

Deutscher Wetterdienst
Seeschiffahrtsberatung
Bernhard-Nocht-Straße 76
20359 Hamburg / Germany

Oregon State University

College of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences
Burt Hall 255
2651 SW Orchard Avenue
Corvallis, OR 97331 / USA

National Museum of Nature and Science

National Museum of Nature and Science Tokyo
7-20 Ueno Park, Taito-ku
Tokyo 110-8718 / Japan

JAMSTEC

Japanese Agency for Marine-Earth Science and Technology
〒237-0061
2-15, Natsushima-cho, Yokosuka-shi,
Kanagawa / Japan

Universität Heidelberg

Ruprecht-Karls Universität Heidelberg
Grabengasse 1
69117 Heidelberg / Germany

Universität Hamburg

Institut für Geophysik
Bundesstraße 55
20146 Hamburg / Germany

Forschungsschiff / Research Vessel SONNE

Das Forschungsschiff „SONNE“ dient der weltweiten, grundlagenbezogenen Meeresforschung Deutschlands und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten auf diesem Gebiet.

The research vessel “SONNE” is used for German world-wide marine scientific research and the cooperation with other nations in this field.

FS „SONNE“ ist Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), das 90% des Baus und die Betriebskosten finanziert. Die norddeutschen Küstenländer trugen zu 10% zu den Baukosten bei.

R/V “SONNE” is owned by the Federal Republic of Germany, represented by the Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR), which financed 90 % of the construction of the vessel and its running costs. The North German coastal states contributed 10 % to the building costs.

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

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

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

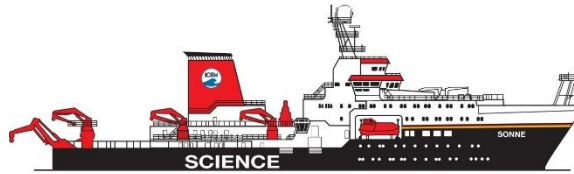
The German Research Fleet Coordination Centre (LDF) at the University of Hamburg is responsible for the scientific-technical, logistical and financial preparation, handling and supervision of the vessel’s operation.

Einerseits arbeitet die LDF partnerschaftlich mit der Fahrtleitung zusammen, andererseits ist sie Partner der Reederei Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG. Die Finanzadministration im Rahmen der Bereederung erfolgt durch den Projektträger Jülich (PtJ).

On a partner-like basis the LDF cooperates with the chief scientists and the managing owner Briese Schiffahrts GmbH & Co. KG. The financial administration of the ships operation is carried out by the Project Management Jülich (PtJ).

Die an der Organisation des Schiffsbetriebes beteiligten Institutionen sind einem Beirat rechenschaftspflichtig.

The institutions involved in the vessel’s operation are monitored by an advisory board.

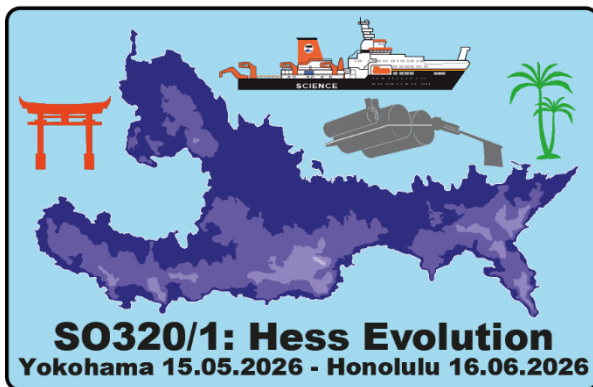


Research Vessel

SONNE

Cruise No. SO320/1 & 2

15. 05. 2026 - 03. 08. 2026



Origin and Evolution of Hess Rise, NW Pacific,
HESS EVOLUTION

Editor:

Fachbereich Erdsystemwissenschaft, Meereskunde, Universität Hamburg
Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe
<http://www.ldf.uni-hamburg.de>

Sponsored by:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
ISSN 2364-3692