

Angewandte Geophysik am praktischen Beispiel

RHUM - RUM



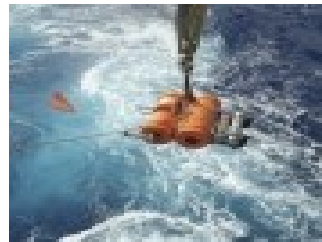
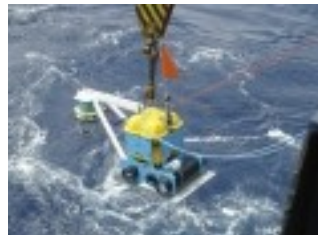
Réunion Hotspot and Upper Mantle
Réunions Unterer Mantel

RHUM-RUM untersucht einen Mantelplume von der Kruste bis zum Erdkern



RHUM-RUM untersucht einen Mantelplume von der Kruste bis zum Erdkern

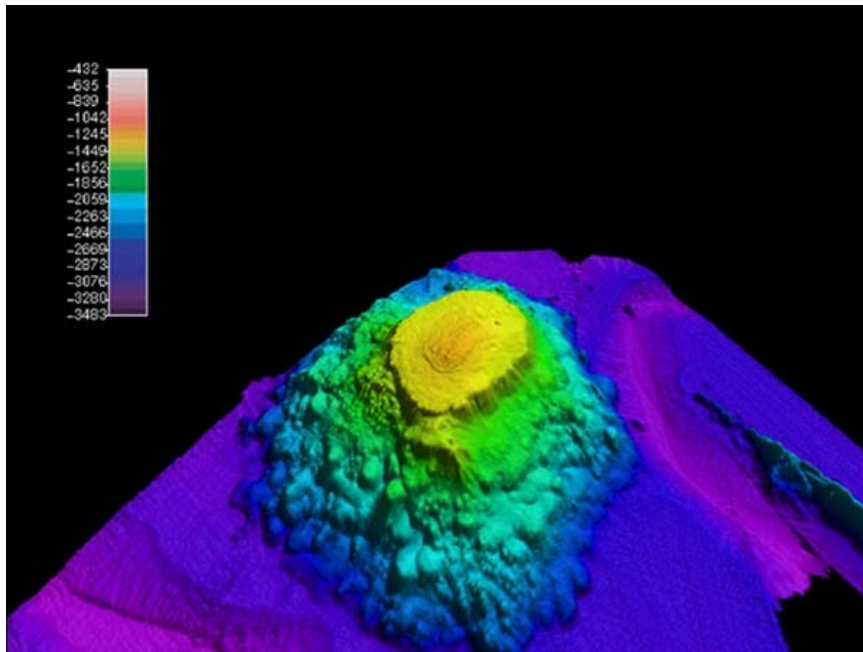
- Mantelplumes
- La Réunion
- Seismische Tomographie
- Ozeanbodenseismometer
- Das Rhum-Rum Experiment



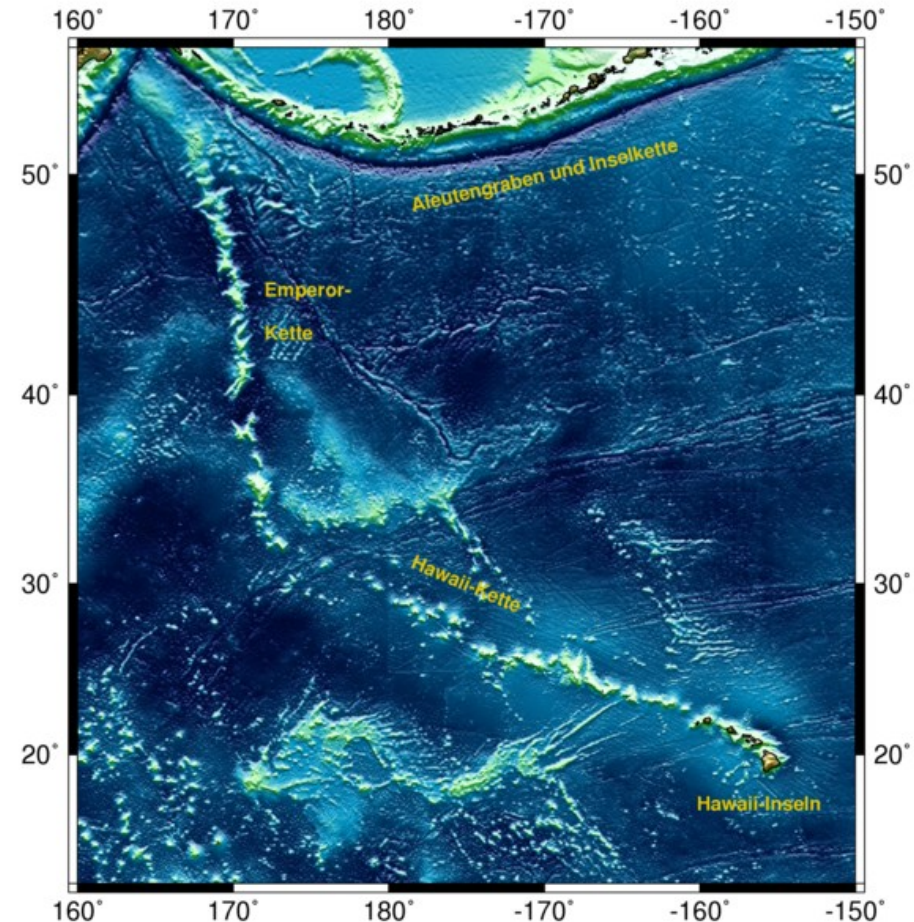
Mantelplumes

- “Hot-spot” Vulkane innerhalb tektonischer Platten

Was befindet sich darunter?



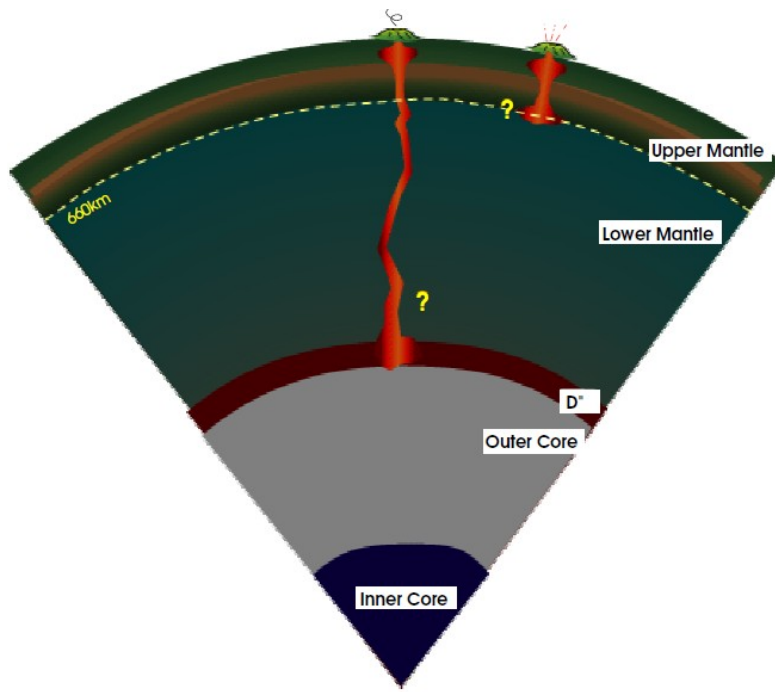
Denson Seamount (Pazifik)



Unterseeische Hawaii-Emperor-Kette

Mantelplumes

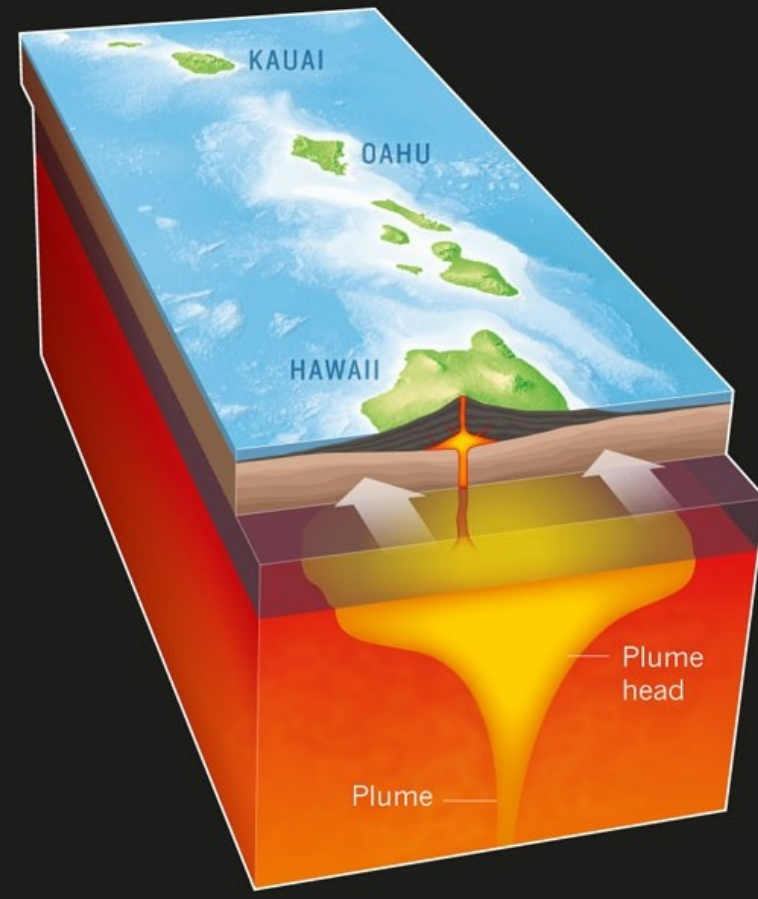
- Theorie: Mantelplume = Tiefste denkbare Form von Vulkanismus, ein Aufstrom von heißem Gestein direkt aus dem Erdkern
- Ursache = Konvektionsvorgänge im unteren Mantel



(eng./frz. = Rauchfahne)

DEEP HEAT

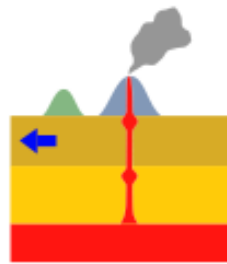
A plume of hot rock rising beneath Hawaii is thought to fuel the island's active volcanoes. Movement of the oceanic plate over that plume has left a chain of older volcanoes such as those on the islands of Kauai and Oahu.



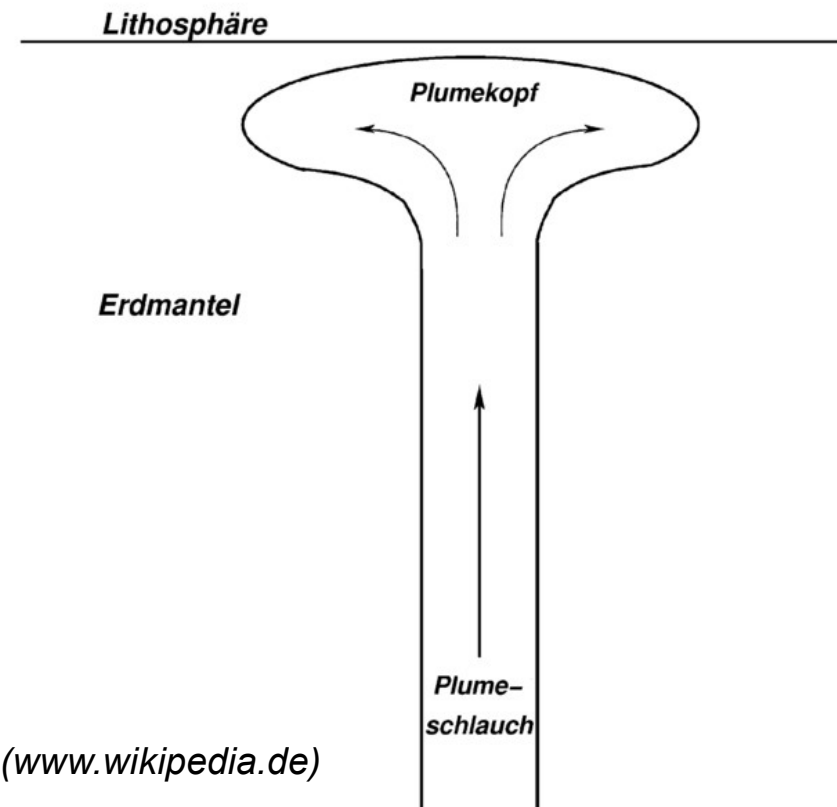
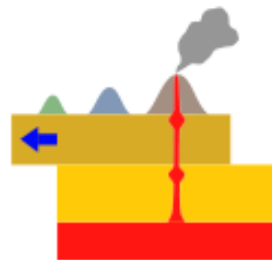
(Nature 504, 206–207, doi:10.1038/504206a)

Mantelplumes

- Quellregion in großer Tiefe
- Schmäler Plumeschlauch (10...100km), wärmer als Umgebung (100...300K)
- Ozeanischen Gebiete: lineare Kette vulkanischer Inseln und Seamounts



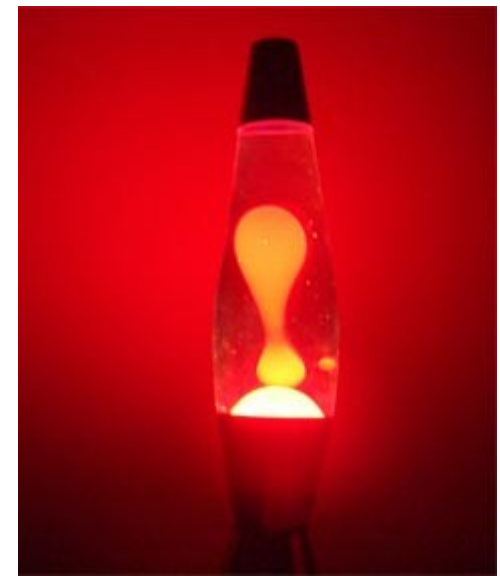
Schematischer Querschnitt durch Lithosphäre mit Mantelplume



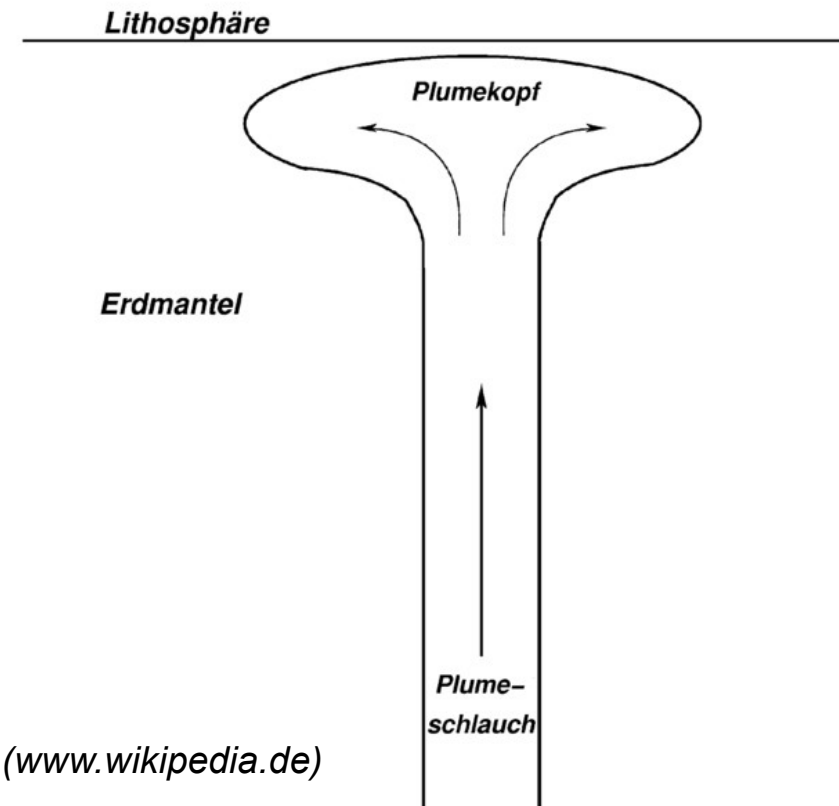
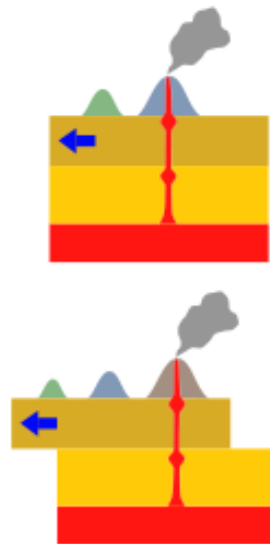
(www.wikipedia.de)

Mantelplumes

Kontroverse: Wie kann ein Plume über Mio. Jahre aktiv und stationär bleiben?



Schematischer Querschnitt durch Lithosphäre mit Mantelplume



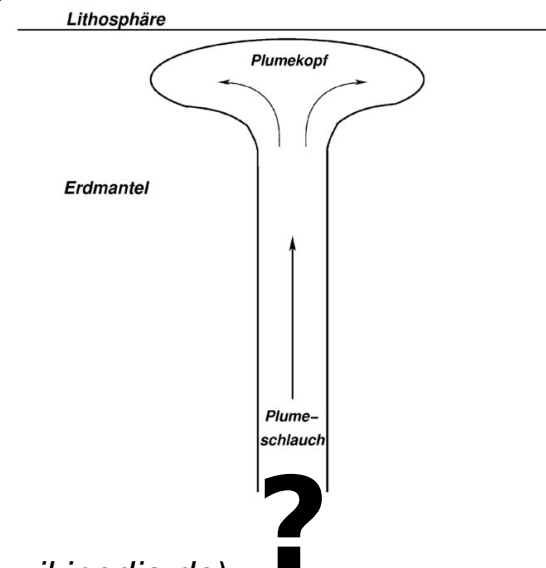
(www.wikipedia.de)

La Réunion

- Einer der aktivsten und ältesten Vulkane der Welt
- “Hot-spot”-Tiefe und Funktionsweise sind umstritten



Piton de la fournaise,
La Réunion, April 2007



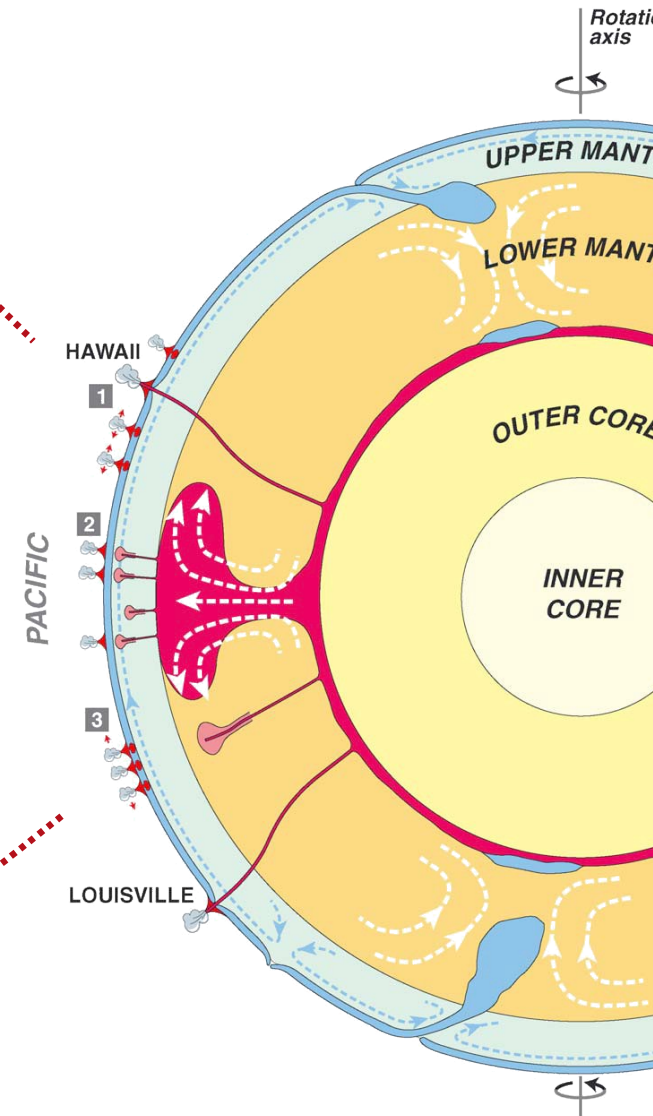
La Réunion

- Existiert ein (kontinuierlicher) Plume? Ursprung im oberen Mantel? Mantelübergangszone? Unterer Mantel? Kern-Mantel Grenze?

D" layer?

Lower mantle anomaly?

Upper mantle instability?



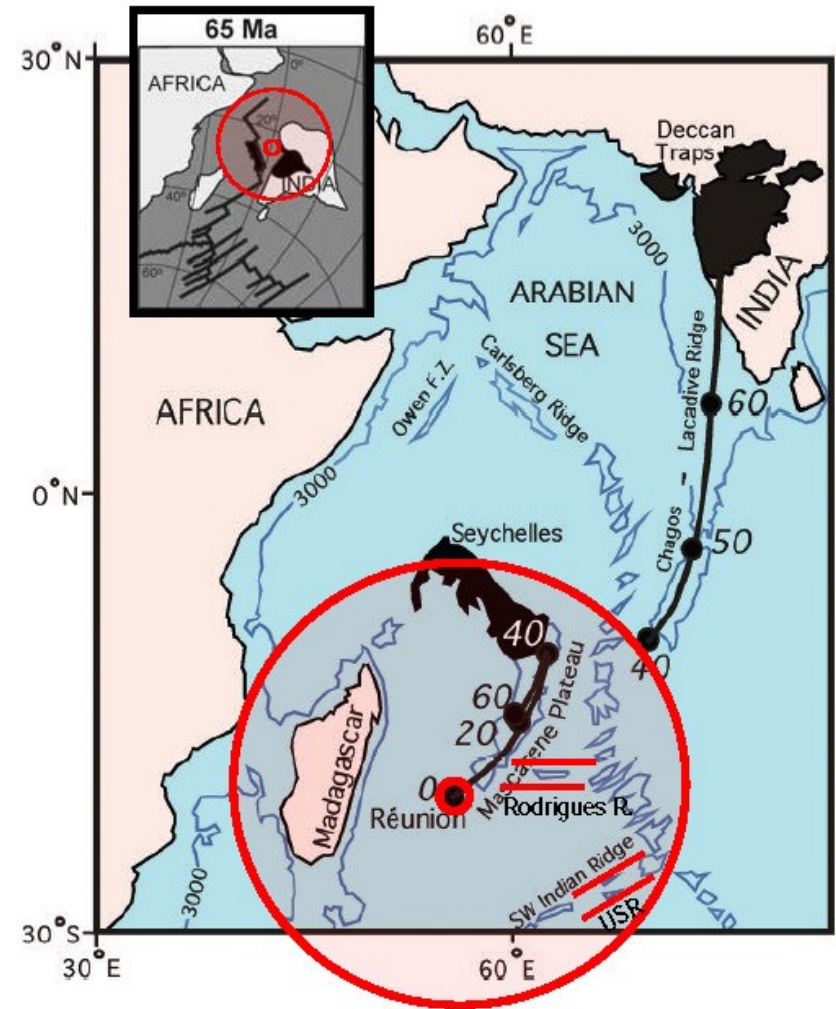
(Courillot et al., EPSL, 2003)

La Réunion

- Hotspot-Track ("Brandspur") bis zu Dekkan-Trappdecken in Indien
- Plausible Ursache für Klimaveränderungen und Massensterben vor 65 Mio. Jahre



(www.wikipedia.de)

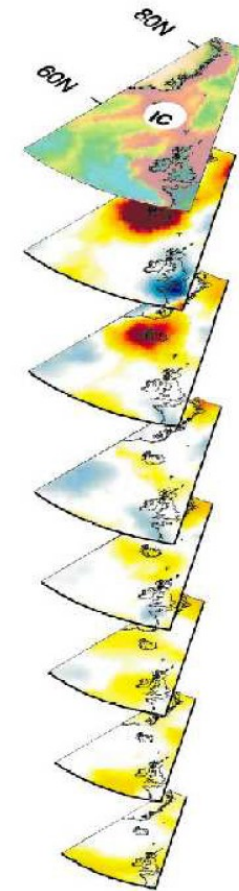
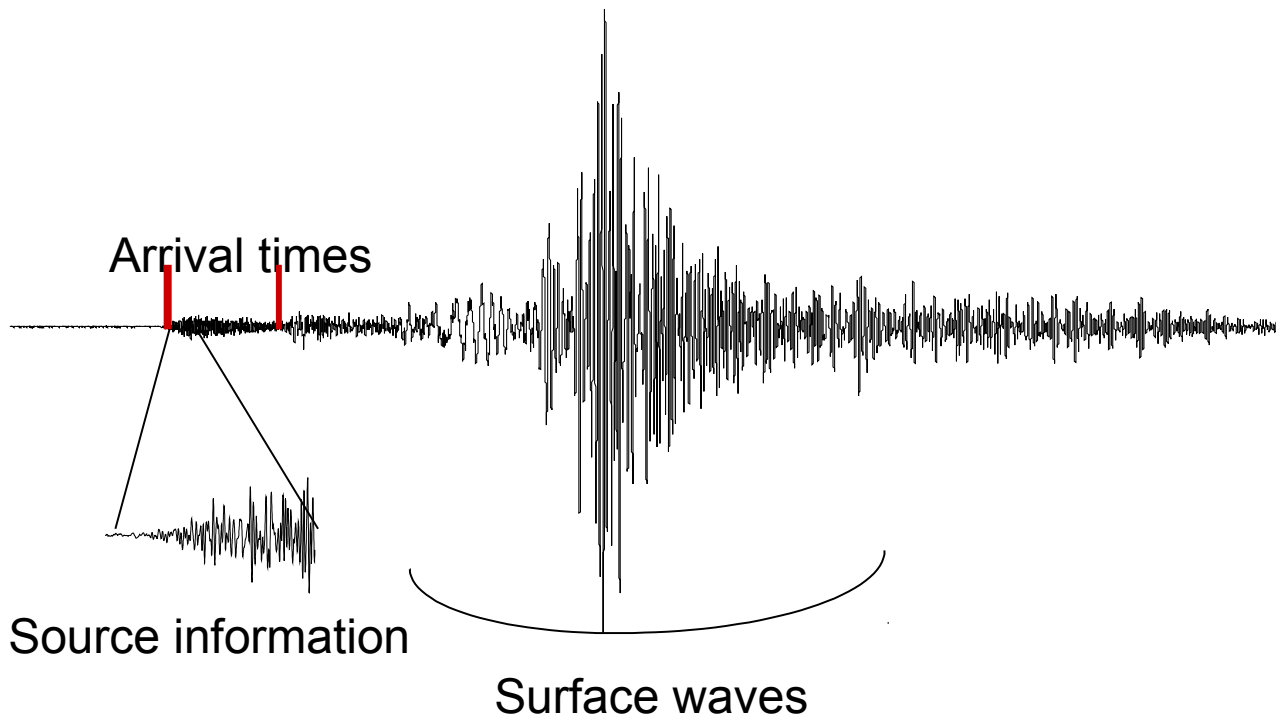
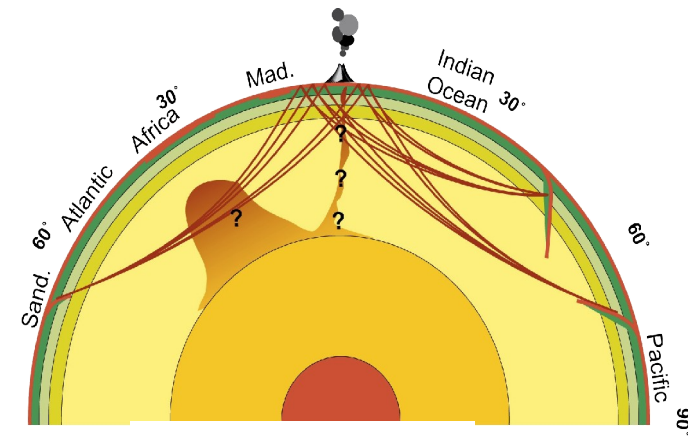


(adapted from Campbell 2005)

Treppenförmige Basaltdecke
Dekan-Trapp bei Pune

Seismische Tomographie

- Bestimmung von Geschwindigkeitsanomalien der seismischen Wellenausbreitung im Erdinneren
- Theoretische Wellenlaufzeit $\leftrightarrow$ seismische Daten $\rightarrow$ Erdmodell



Seismische Tomographie

- Ebenförmige, kleinskalige Struktur, geringe seism. Geschwindigkeiten
- **Bildgebung von Mantelplumes ist eine Herausforderung!**

Plume width $a = 100 \text{ km}$

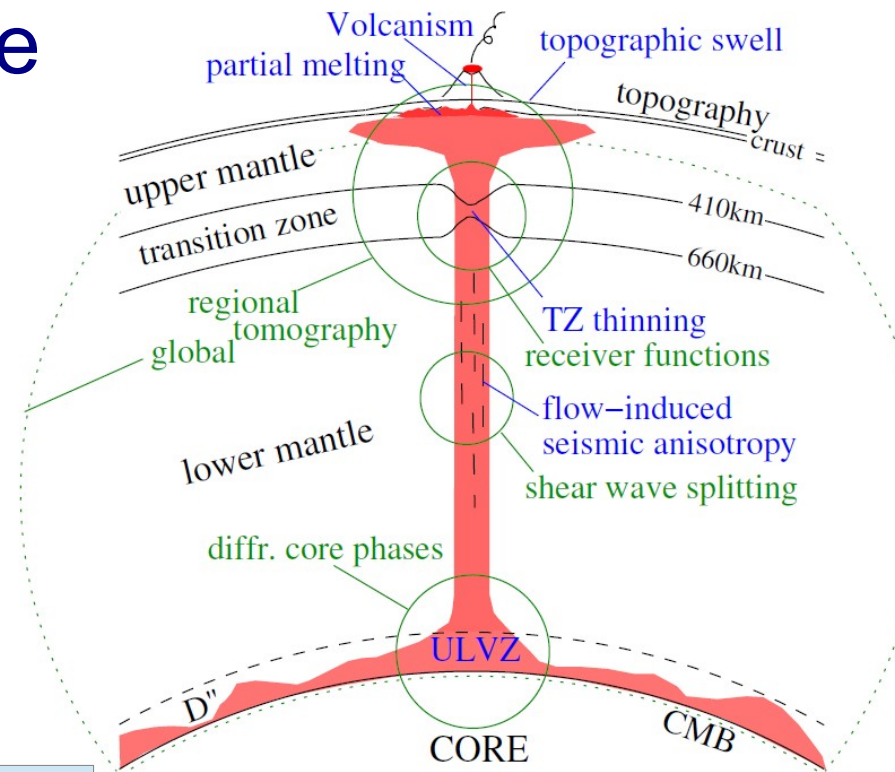
Dominant period $T = 20 \text{ s}$ (5 s)

Velocity $v_p = 8 \text{ km/s}$

Wavelength $\lambda_p = 160 \text{ km}$ (40 km)

Velocity $v_s = 6 \text{ km/s}$

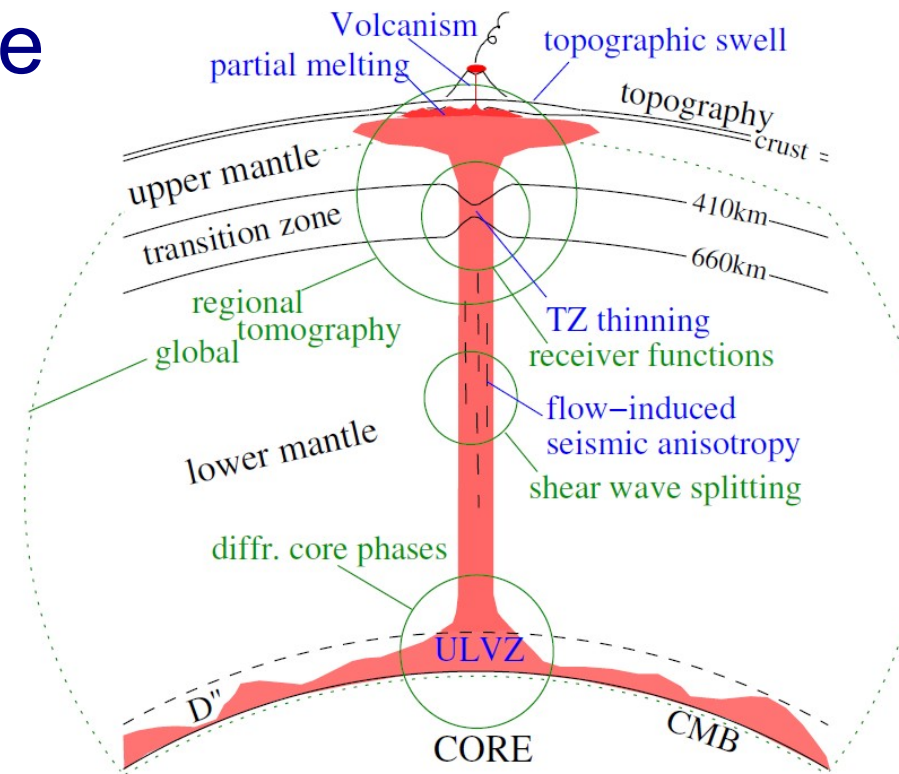
Wavelength $\lambda_s = 120 \text{ km}$ (30 km)



**Streuung
seism. Wellen**

Seismische Tomographie

- Ebenförmige, kleinskalige Struktur, geringe seism. Geschwindigkeiten
- **Bildgebung von Mantelplumes ist eine Herausforderung!**

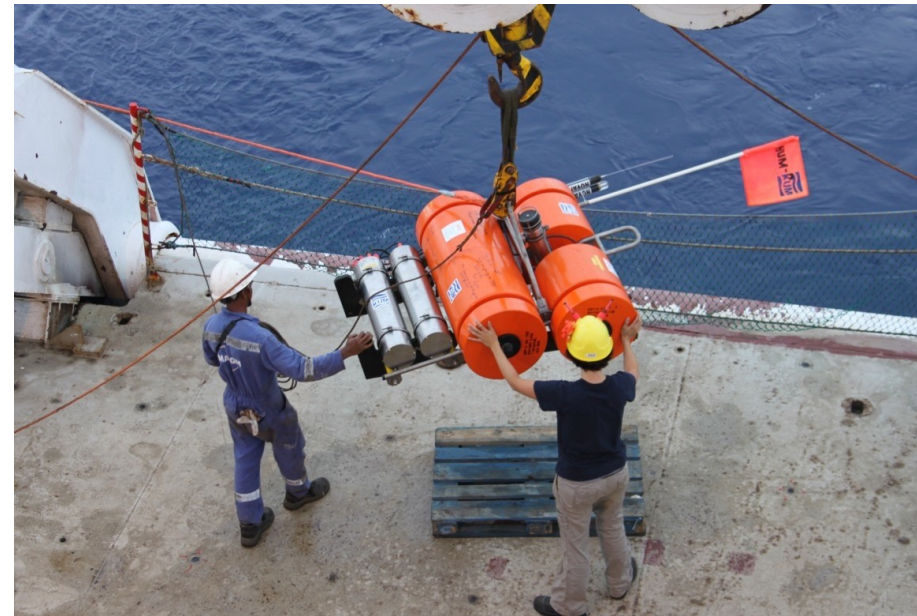


“Seismic imaging of mantle plumes is still in its infancy but should soon become a turbulent teenager”

JEAN-CLAUDE NATAF, 2000

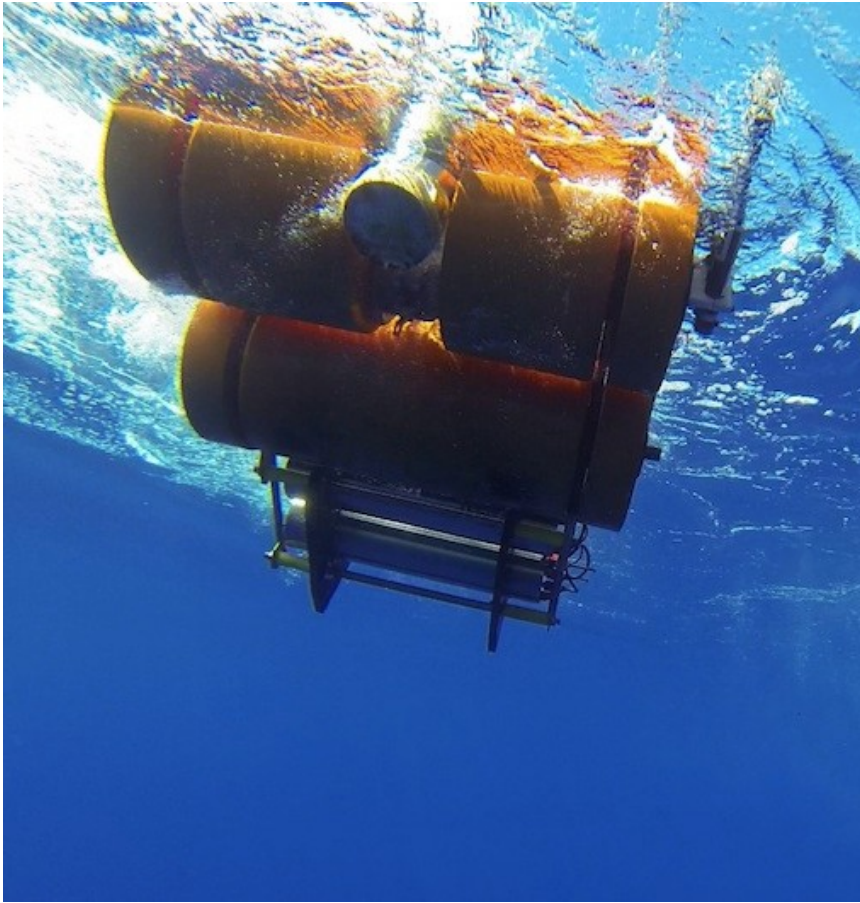
Ozeanbodenseismometer (OBS)

- 3-Komponenten Seismometer + Hydrophon
- Vollkommen selbständig arbeitendes System, inkl. Aufstieg
- Hochgenaue, temperaturstabile Uhr (kein GPS)
- Autonome Energieversorgung (kein Solarpanel/Windrad)
- Zuverlässige Datenspeicherung (kein Echtzeitdatenübertrag)



Ozeanbodenseismometer (OBS)

“Fischen” eines Jahr an Datenaufzeichnungen vom Meeresboden

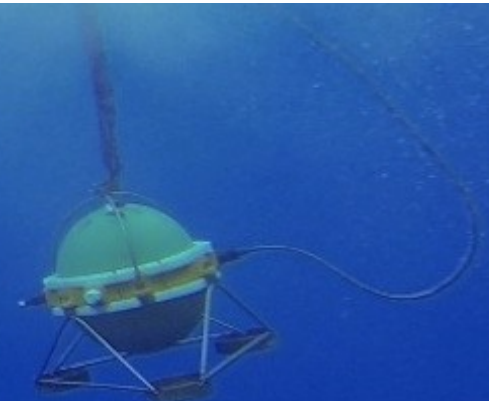
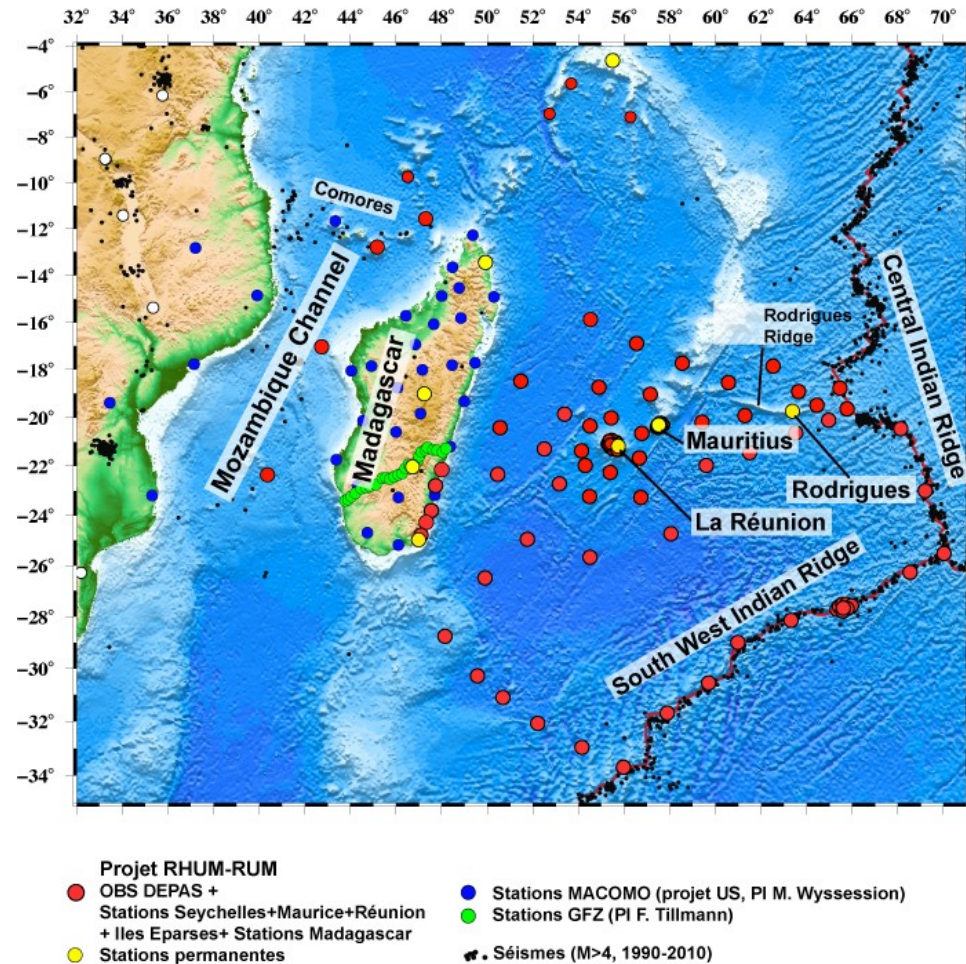


Video of french OBS recovery

(Guilhem Barruol)

Rhum-Rum Projekt

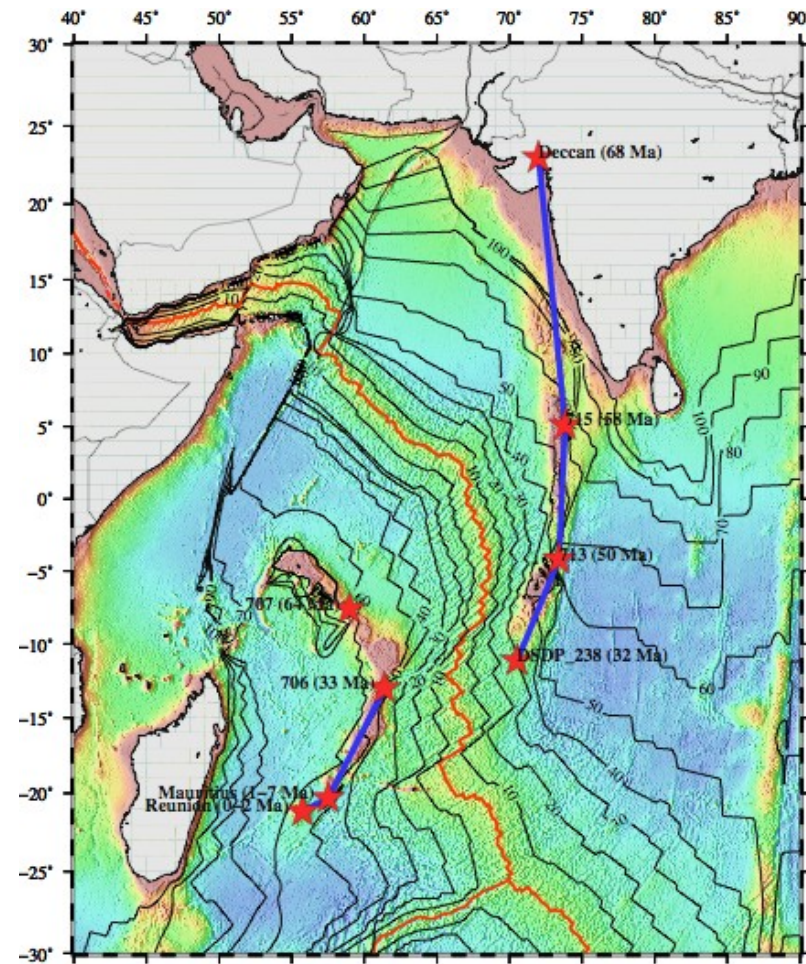
- 57 dt. und frz. OBS auf 2000km x 2000km für ein Jahr
- + Seism. Landstationen auf La Réunion, Mauritius, Seychellen, Madagaskar und Iles Eparses
- 2 Forschungsfahrten für jeweils 6 Wochen



Rhum-Rum Projekt

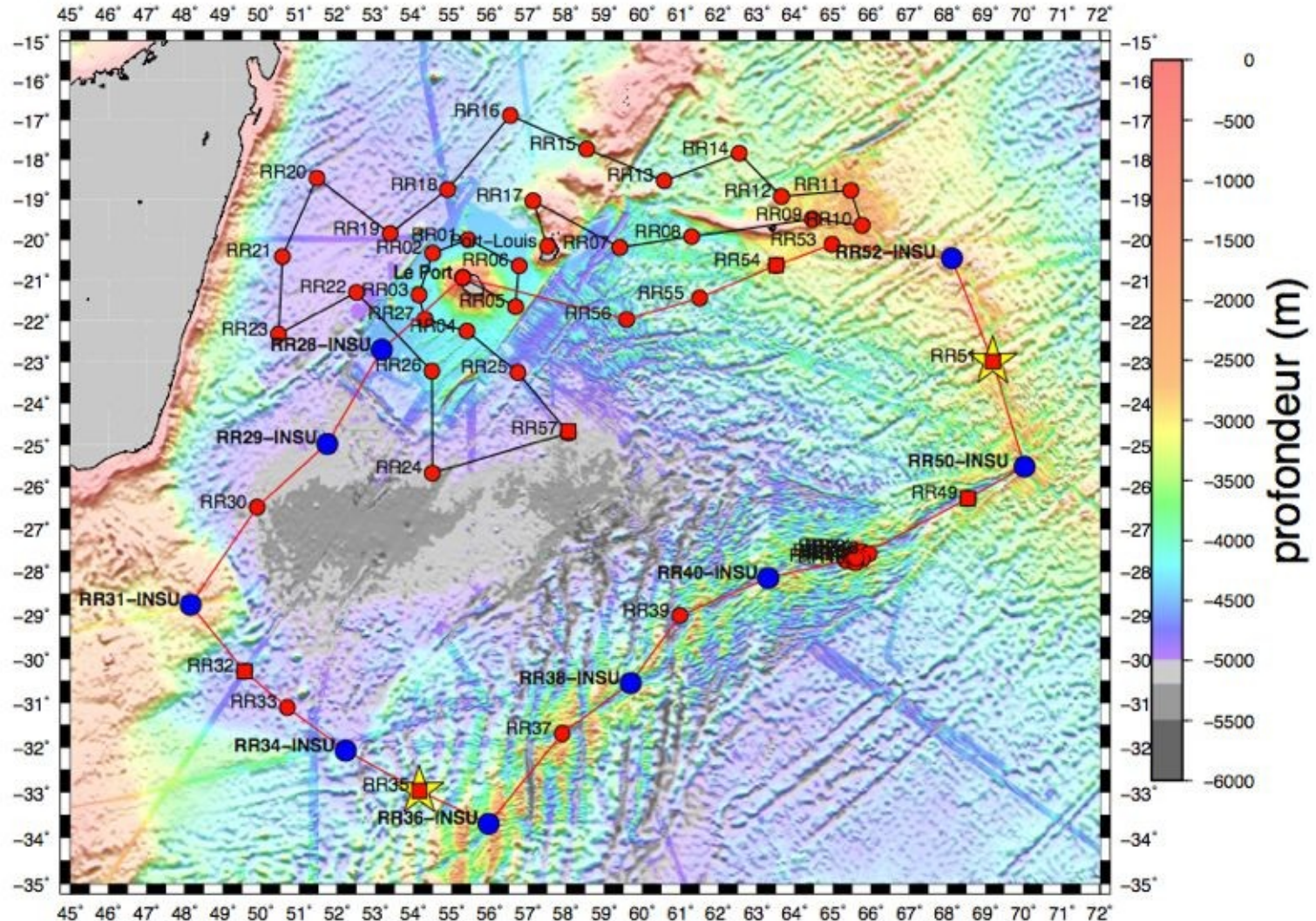
Nachweis eines Mantelplumes
(oder dessen Nichtexistenz)
von Kruste bis zum Kern

- Interaktion mit mitteloaz. Rücken, Nachbar-hot-spots
- Magnetische, gravimetrische, Sonarmessungen



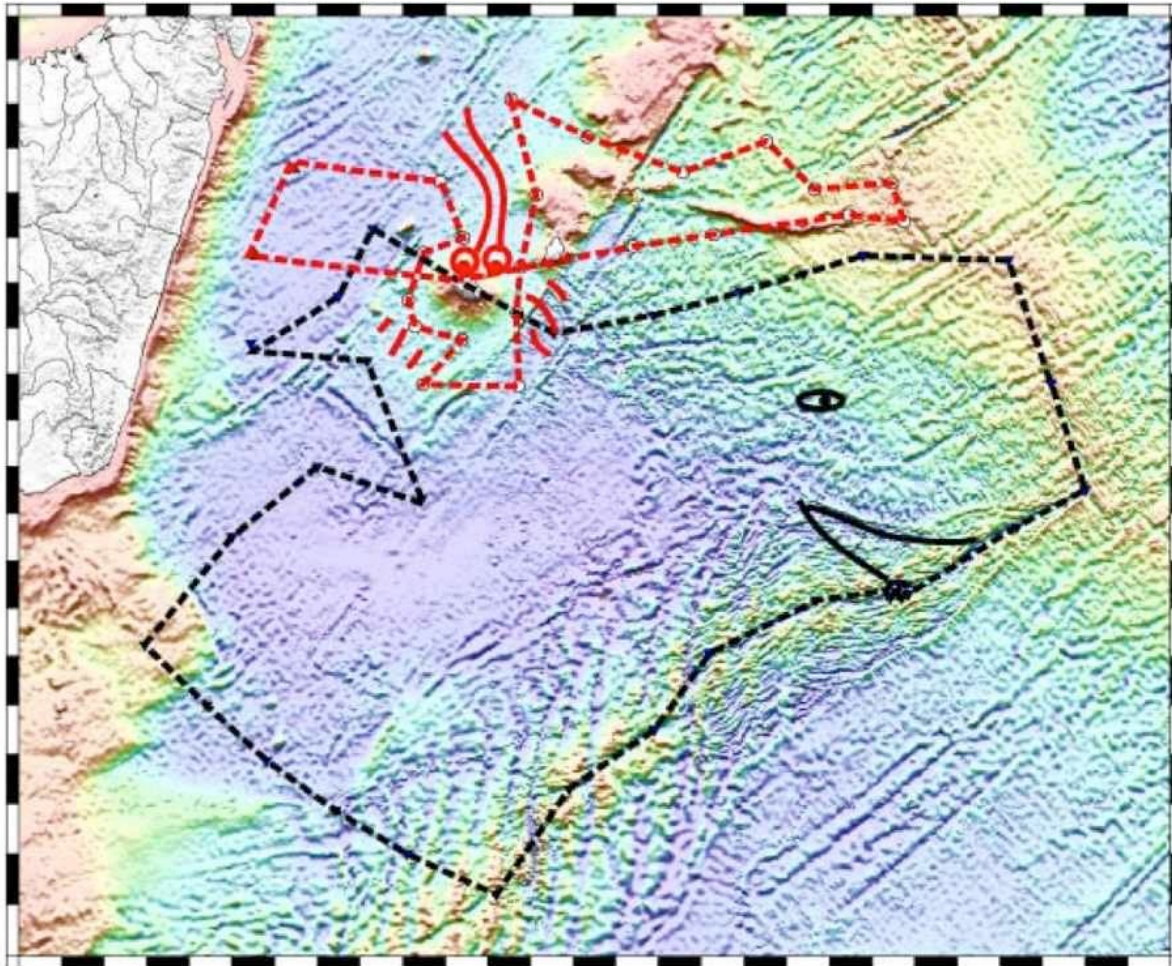
Rhum-Rum Projekt

- 6000 km lange Reiseroute, entlang zweier mittelozean. Rücken
- 2013: 24 Wissenschaftler 10 Knoten Durchschnittsgeschwindigkeit



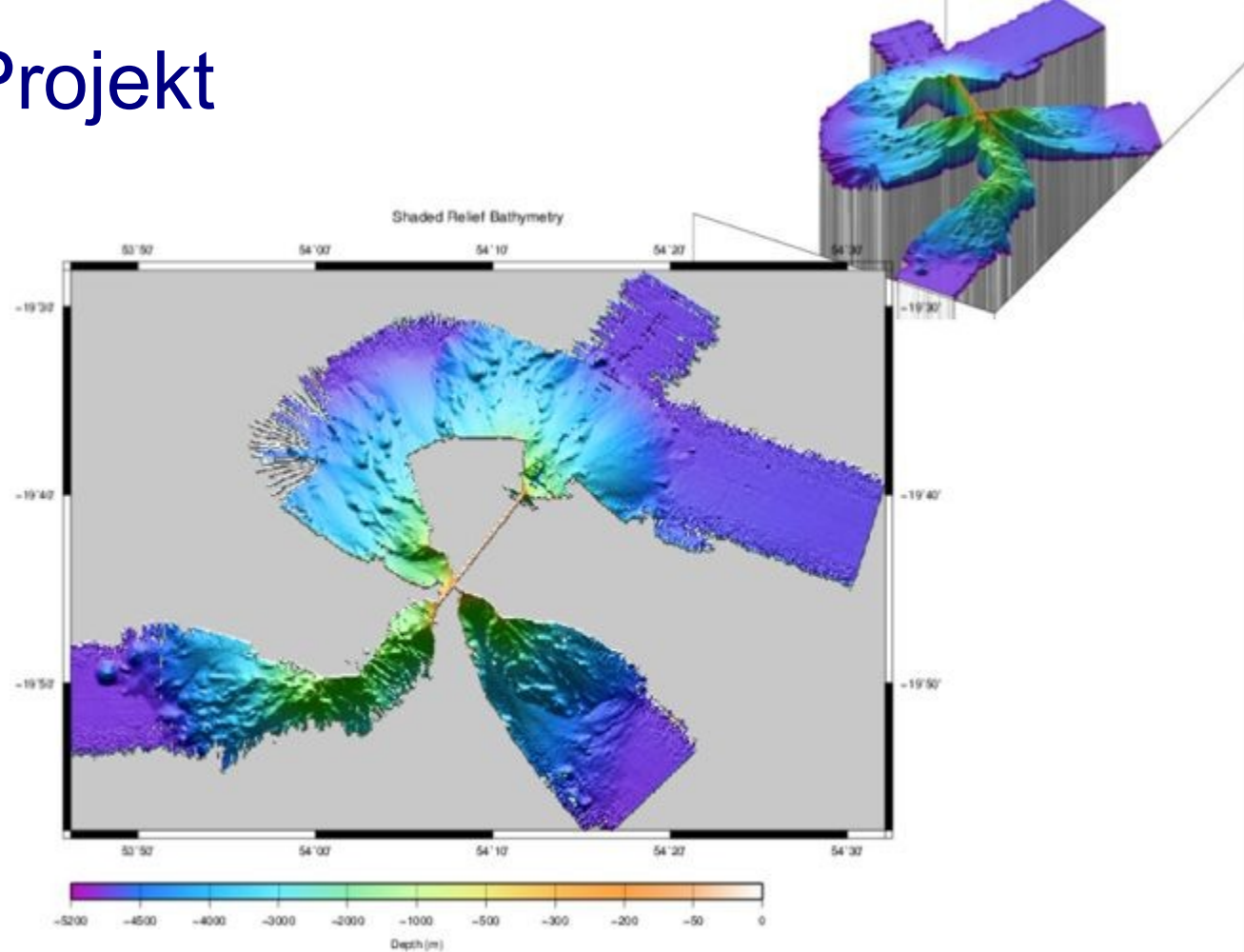
Rhum-Rum Projekt

- 6000 km lange Reiseroute, entlang zweier mittelozean. Rücken
- 2013: 24 Wissenschaftler 10 Knoten Durchschnittsgeschwindigkeit



Rhum-Rum Projekt

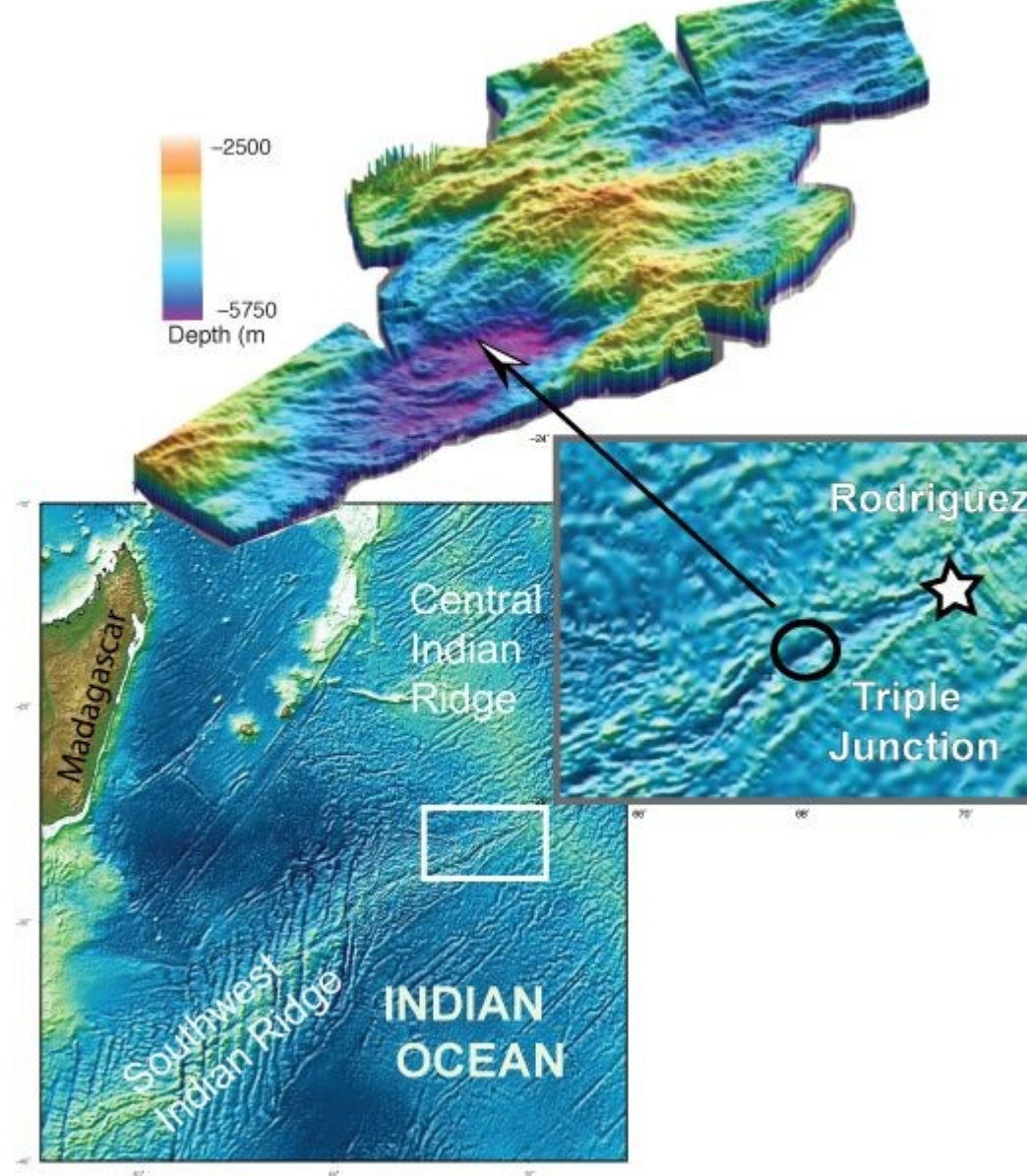
Bathymetric data acquired
on La Pérouse seamount,
rendered by Carmen Gaina



- Sonarvermessungen: Seeberge (“Seamounts”)
- Reflektierte Sonarsignale geben Auskunft über Topographie, Oberflächenbeschaffenheit

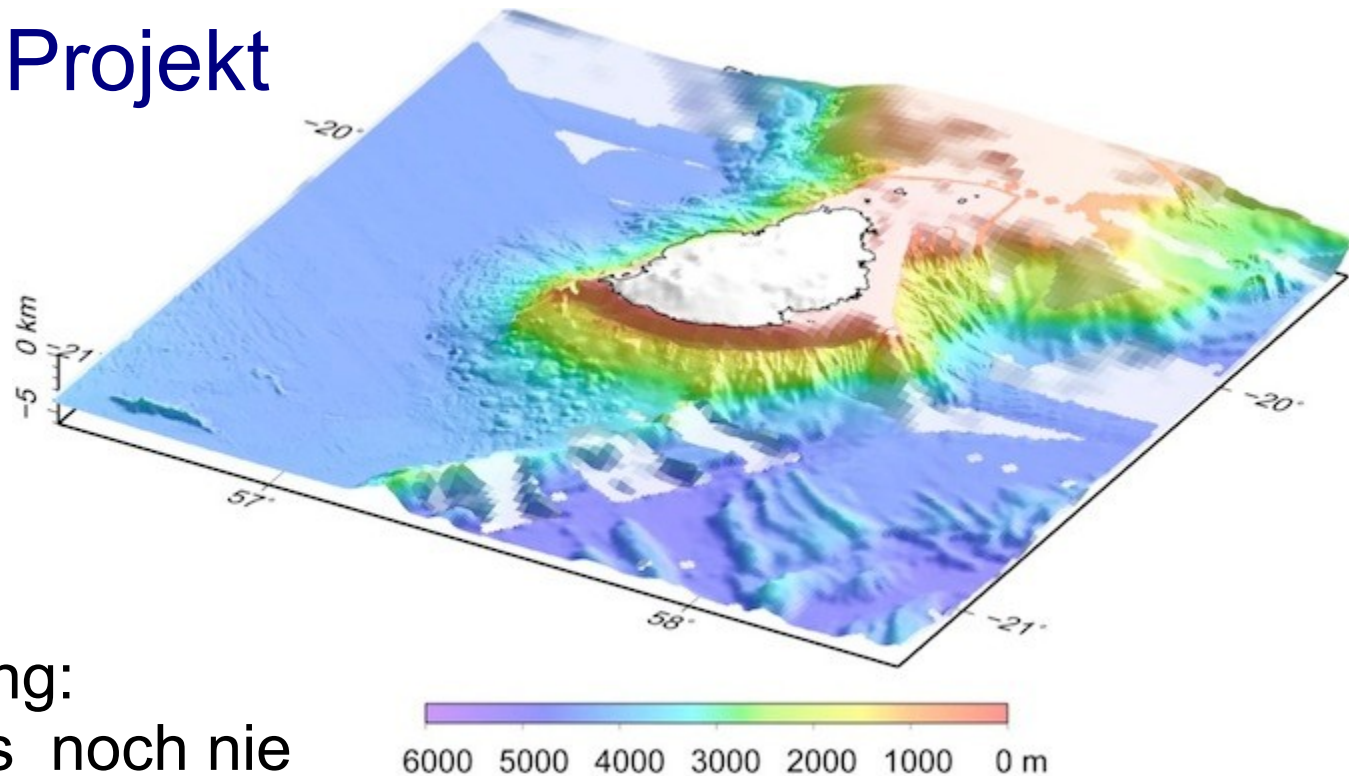
Rhum-Rum Projekt

- Sonarvermessung:
Südwestl. Indischer
Rücken
- “Löcher in der Erdkruste”
5500m unter
Meeresspiegel berandet
von 2500m hohen Klippen
- 1 Mio. J. junges Gestein
- Fenster durch ozean.
Kruste direkt in den
Mantel



Seafloor depths at three different scales of zoom. Arrow points at a deep depression of -5500 m, even though the area is nominally located on an underwater mountain chain, the Southwest Indian spreading ridge. Carmen Gaina

Rhum-Rum Projekt



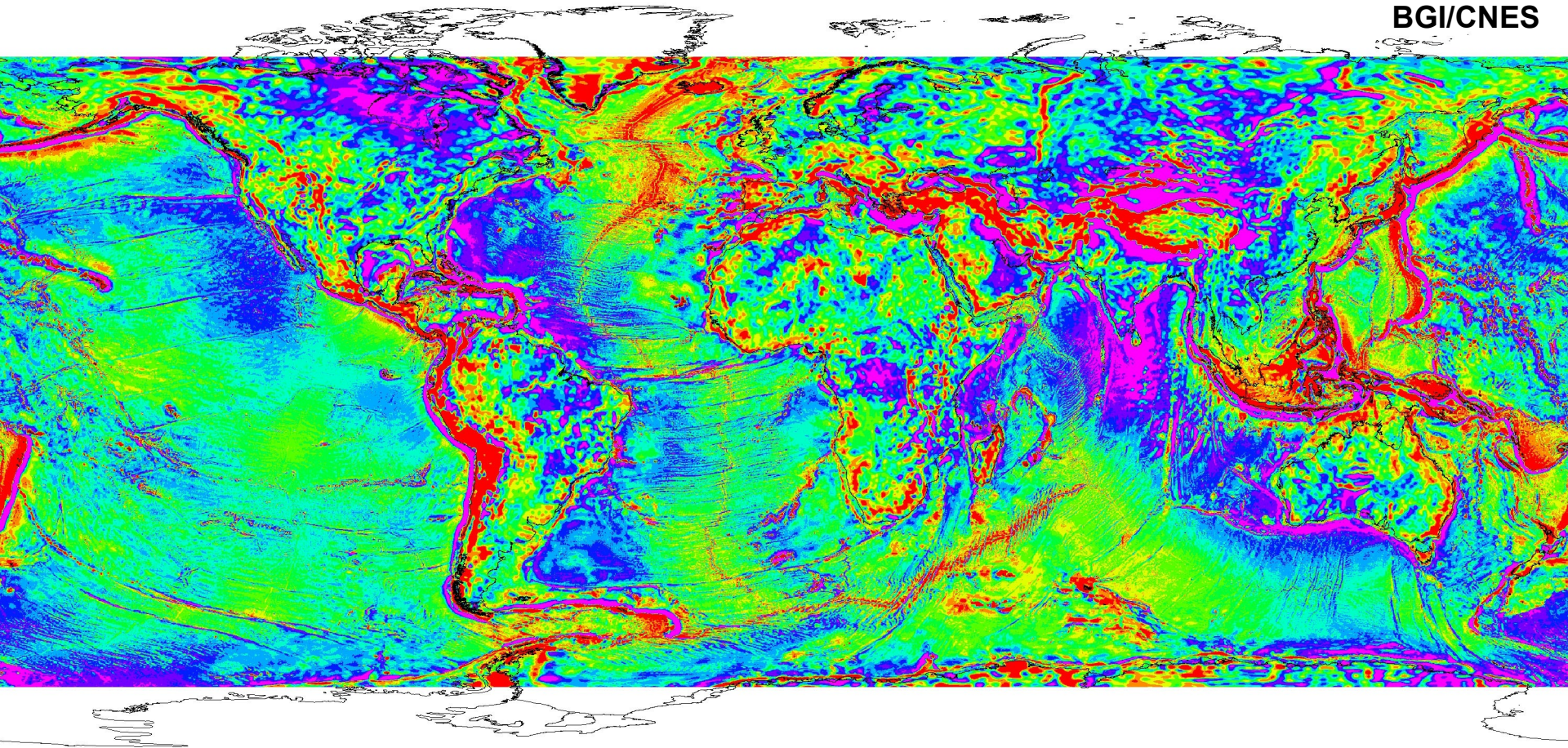
- Sonarvermessung:
Mauritius, wie es noch nie
jemand gesehen hat
- Unterseeische Vulkane,
Erosion, Sedimente...

Perspective views of Mauritius from azimuths 150°E (top) and 250°E (bottom), elevation 30°, and vertical exaggeration 2.5. Different bathymetric data show various resolutions: the largest, pale colored pixels correspond to bathymetry derived from satellite altimetry (Smith and Sandwell, Science, 1997), whereas the bright colored pixels correspond to multibeam bathymetry of different resolutions (Magofond 2 (1998), Gimnaut (2000), Forever (2006), Knox11rr (2007), Rhum-Rum 1 (2012), Rhum-Rum 2 (2013))

Rhum-Rum Projekt

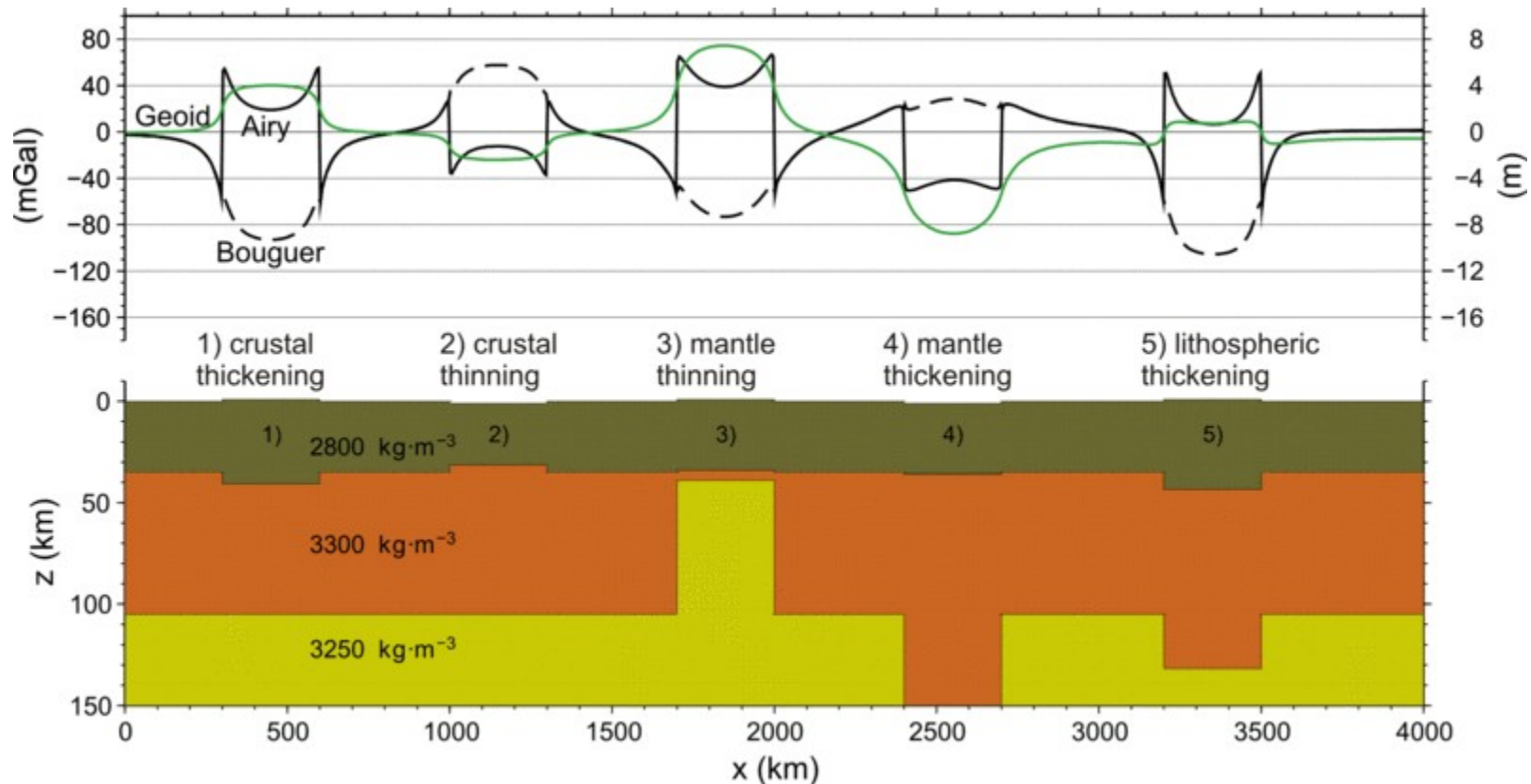
- Gravitationsanomalien: lokale Abweichung der Schwerebeschleunigung von Referenzellipsoid
→ Dichte und Ausdehnung der Kruste

BGI/CNES



Rhum-Rum Projekt

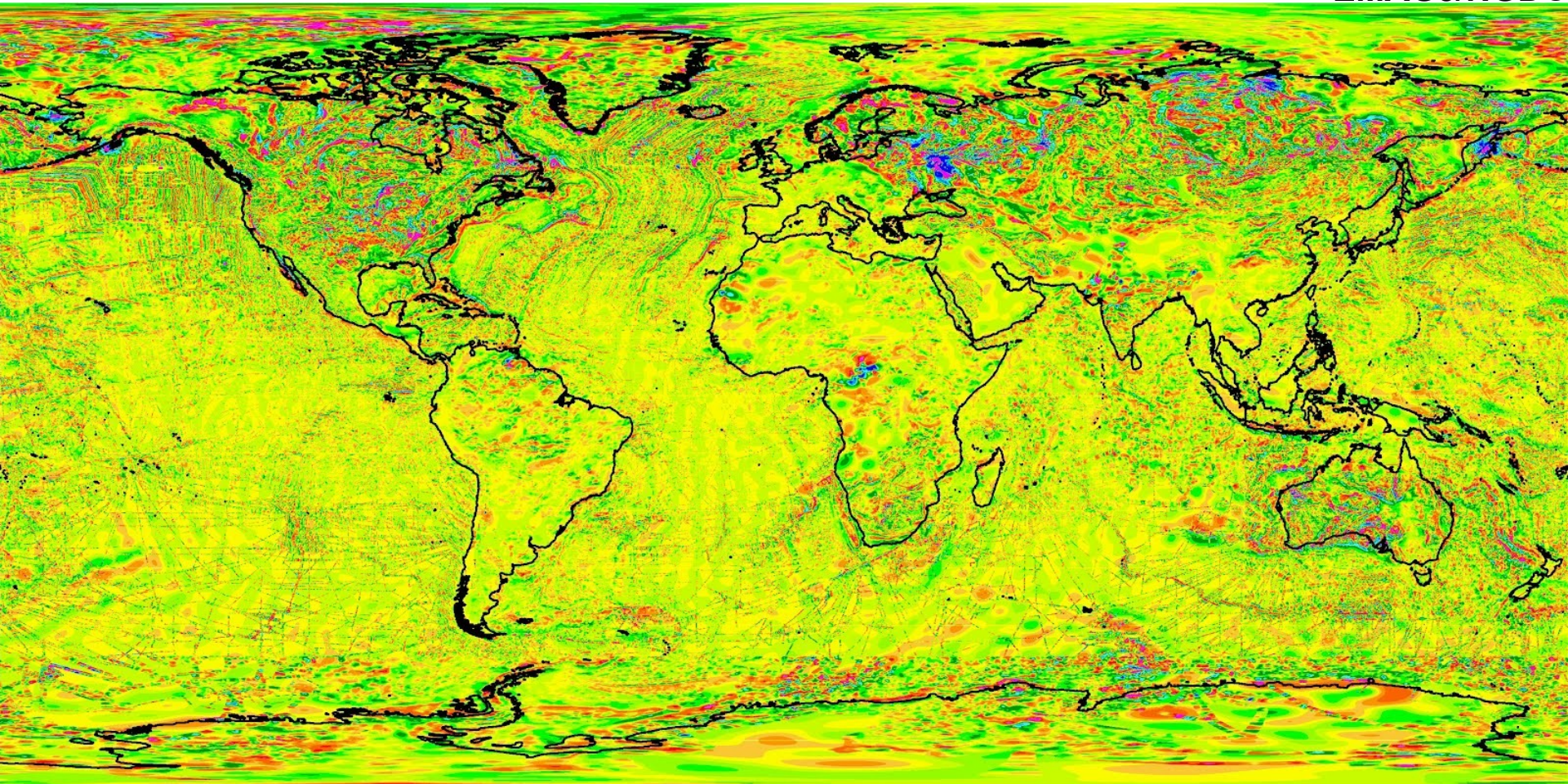
- Gravitationsanomalien: lokale Abweichung der Schwerebeschleunigung von Referenzellipsoid
→ Dichte und Ausdehnung der Kruste



Rhum-Rum Projekt

- Magnetische Anomalien: Chemische/Magnetische Gesteinseigenschaften
- Polaritätswechsel des Erdmagnetfelds → Alter der Kruste

EMAG3/NGDC



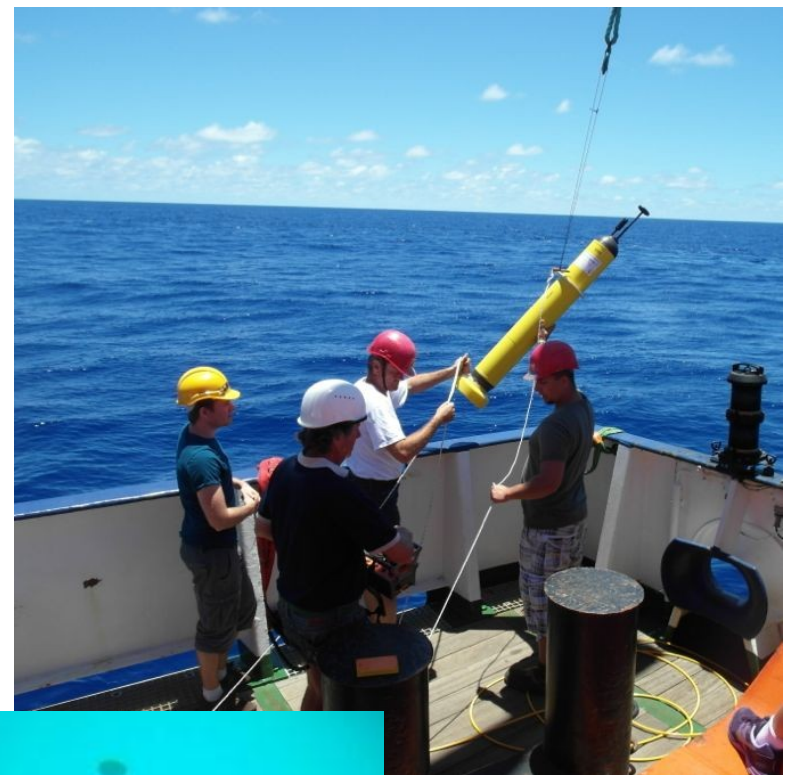
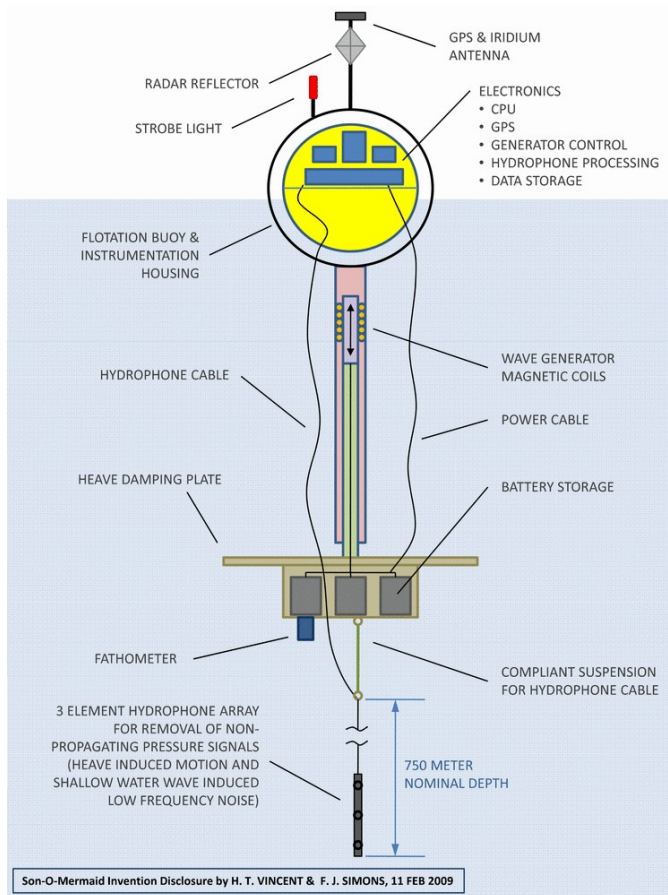
Rhum-Rum Projekt

- Magnetometer an 250m langem Kabel (Echtzeitdatenübertrag)
- “Eingefrorene” Magnetisierung der ozean. Kruste aus ihrer Entstehungszeit



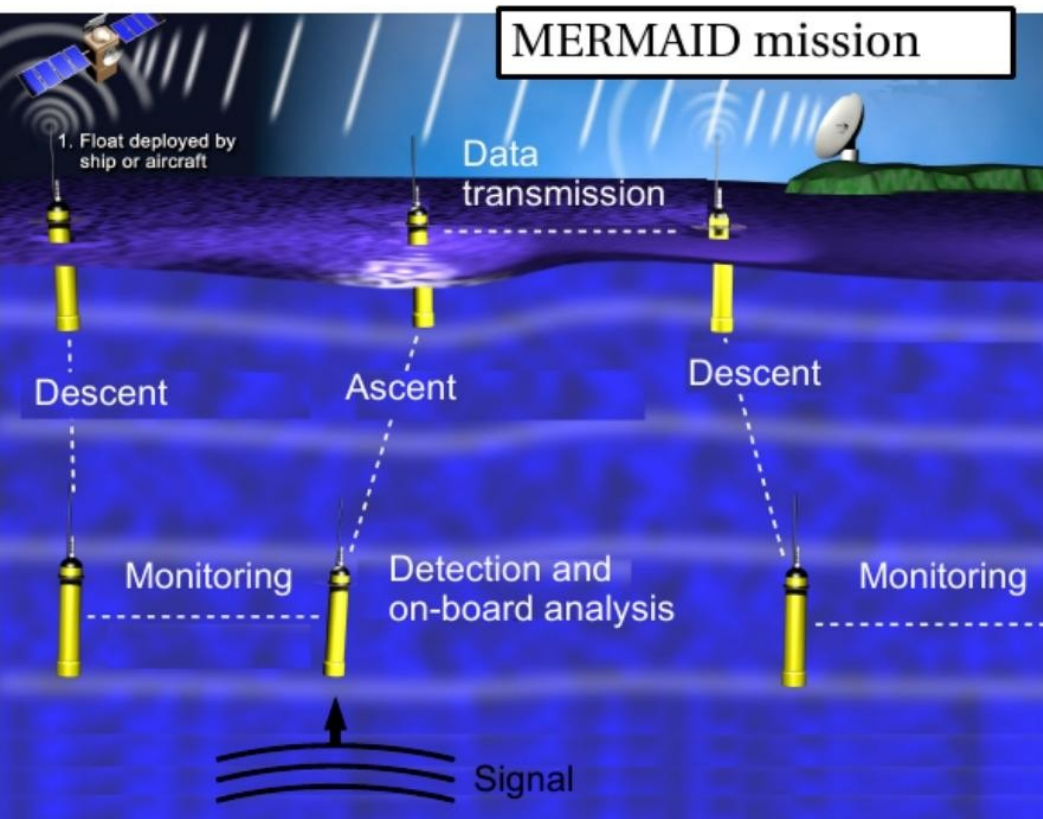
Rhum-Rum Projekt

- MERMAIDS: Prototypen in mehrerer hundert Meter Tiefe schwebender Seismometer der Universität Nizza

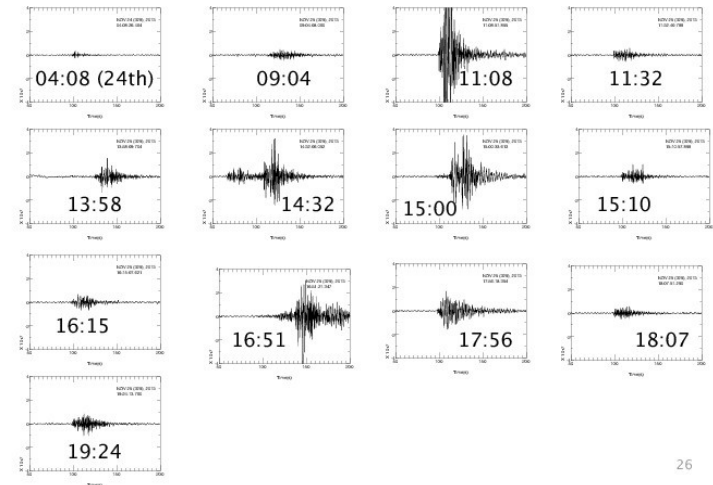


Rhum-Rum Projekt

- MERMAIDS: Prototypen in mehrerer hundert Meter Tiefe schwebender Seismometer der Universität Nizza



Seismic crisis 24/25 nov 2013 Indian Ocean triple junction



26

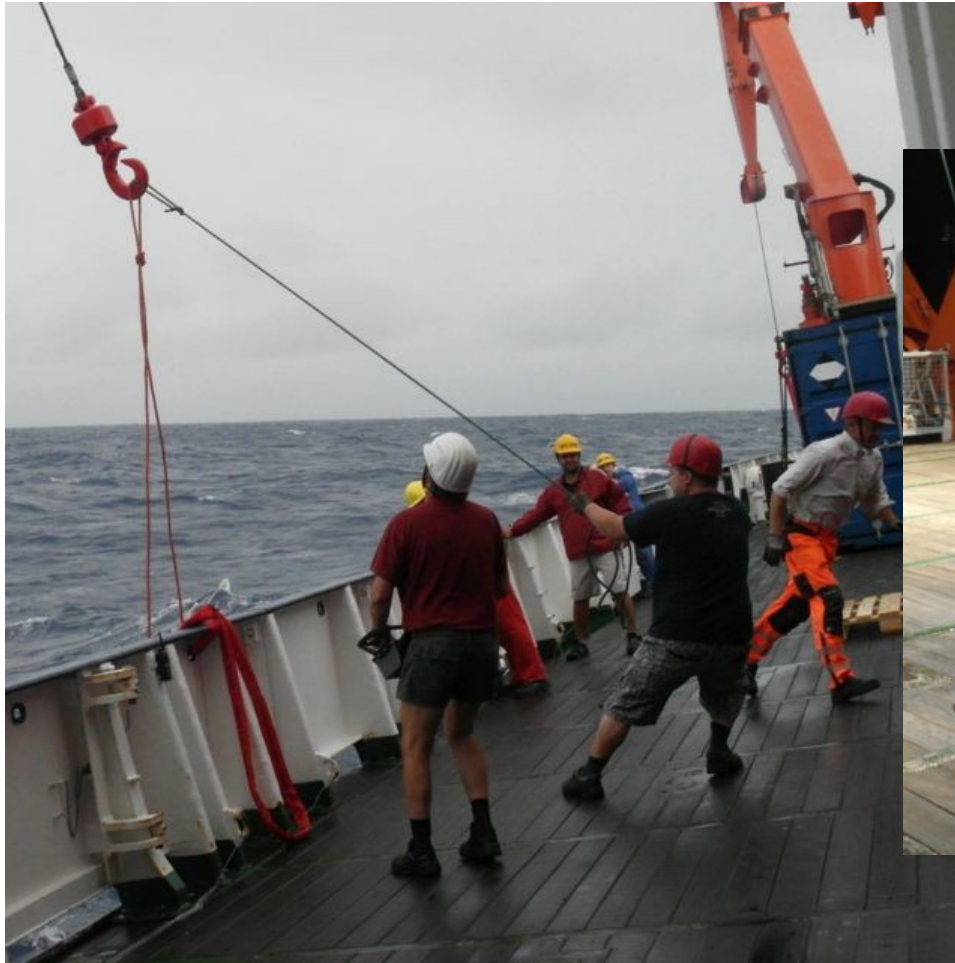
Tuesday, 26 November 2013

Rhum-Rum Projekt - Impressionen

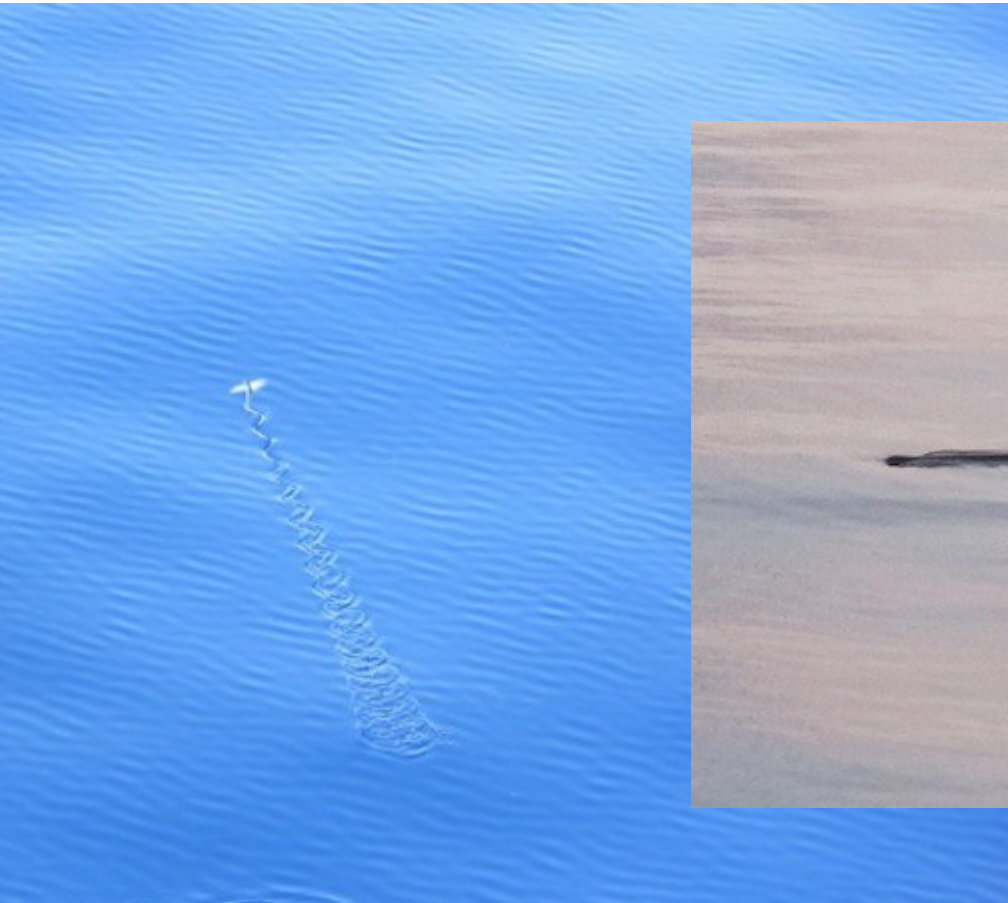


www.rhum-rum.net/en/blog

Rhum-Rum Projekt - Impressionen



Rhum-Rum Projekt - Impressionen



Rhum-Rum Projekt - Impressionen



- **100%** : alle 57 Seismometer geborgen
- Jetzt: Datenkorrektur, -auswertung und -prozessierung, Interpretation

Lesestoff

<http://www.rhum-rum.net/>

<http://www.rhum-rum.net/en/blog/>

<https://www.geoazur.fr/GLOBALSEIS/LatestNews/index.html>

<http://www.mantleplumes.org/>

