

SO199-CHRISP: 1. Wochenbericht

Am Sonntag, dem 3. August, lief die „Sonne“ um 16:00 Uhr aus dem Hafen Merak auf Java (Indonesien) aus (Abb. 1). Das erste Ziel war das nördliche Ende des Investigatorrückens auf der indo-australischen Platte im Süden von Sumatra (Indonesien). Auf dem Weg durch die Sundastraße, die Java von Sumatra trennt, haben wir am späten Abend den zur Zeit aktiven Vulkan Krakatau in einigen Seemeilen (sm) Entfernung passiert. Mit Restlicht-verstärkenden Ferngläsern war es dabei möglich, etwa 100 – 200 m hohe Lavafontänen am Anak Krakatoa („Kind des Krakatau“) zu beobachten. Anak Krakatoa ist ein junger Vulkankegel, der sich in der Mitte des Kraters des Krakatau gebildet hat, der während des katastrophalen Ausbruchs im Jahr 1883 entstand.

Am 5. August erreichten wir das nördliche Ende des Investigatorrückens, das sich direkt südlich der indonesischen Wirtschafts- bzw. 200 sm-Zone befindet. In diesem Bereich ist der Rücken sehr flach und konnte dort daher nicht beprobt werden. Stattdessen wurde ein ovaler Seamount (ca. 15 x 20 km an der Basis), der sich etwa 2 km über den Meeresboden erhebt (von ca. 5.100 auf ca. 3.200 m), kartiert und erfolgreich beprobt. Der erste Dredgezug von SO199 erbrachte eine volle Dredge mit Klinopyroxen-Plagioklas-Olivin-führenden basaltischen Gesteinen, die aus Pillow- und Schichtlavaströmen herausgebrochen wurden – ein gutes Omen für den Rest der Reise (Abb. 2). Die frischen Glasränder der Pillowlaven eignen sich hervorragend für geochemische Analysen, während die Plagioklas-Phänokristalle und die grobkörnige Grundmasse der Gesteine Altersdatierungen ermöglichen werden.

Am 6. August wurden auf der Fahrt von dem Seamount zurück zum Investigatorrücken Testläufe mit verschiedenen Geräten durchgeführt und ein 60 sm langes Magnetikprofil in südöstlicher Richtung vermessen. Dieses Profil diente dazu, das Magnetometer und die Datenaufnahmesysteme zu testen, lieferte aber gleichzeitig ein erstes Puzzlestück für die plattentektonischen Altersrekonstruktionen, die zu den Fragestellungen dieser Forschungsfahrt gehören.

Anschließend begannen wir mit bathymetrischen Kartierungen mit dem SIMRAD EM120 Fächerecholot sowie Dredgebeprobungen am Investigatorrücken. Der ca. 1.800 km lange Investigatorrücken erstreckt sich vom Sundagraben bei 2°S bis etwa 18°S fast exakt in nordsüdlicher Richtung (zwischen 98° und 99,5° Ost). Inzwischen haben wir den Rücken im Bereich zwischen ca. 6°S und 13°S auf 800 km Länge fast komplett kartiert und systematisch beprobt. Bisher wurde basierend auf Magnetikdaten angenommen, dass dieser Rücken eine Störungszone repräsentiert, an der ein Paläo-mittelozeanischer Rücken um etwa 900 km versetzt ist. Unsere Fächerecholotkartierungen zeigen, dass die Rücken in der Breite zwischen etwa 10 und 25 km variiert und seine Höhe von ca. 600 m im Norden auf ca. 2.500 m im Süden des bisher kartierten Gebietes ansteigt. Im Norden wird die Investigator-Störungszone von zwei parallelen Rücken gebildet, die durch ein Tal getrennt sind, wobei der östliche Rücken durch einen sehr steilen Westhang gekennzeichnet ist. Weiter südlich ist das Tal, das wir als längs zum Rücken verlaufende Störung ansehen, nicht mehr so ausgeprägt. Hier ist der östliche Rückenteil höher als der Westliche und durch einen sehr steilen Westhang gekennzeichnet. Diese morphologische Merkmal des zentralen Investigatorrückens deutet darauf hin, dass der westliche Teil des Rückens gegenüber dem Östlichen versetzt ist und könnte mit einer rezenten Reaktivierung der Störungszone erklärt werden, die mit dem Auseinanderbrechen der indo-australischen Platte in Verbindung steht. Während die nach Norden gerichtete Bewegung des indischen Teils dieser Platte (d.h. westlich des Ninety-East-Ridge) durch die Kollision von Indien mit Asien gestoppt worden ist, bewegt

sich deren östlicher Teil (d.h. östlich des Ninety-East-Ridge) mit Australien kontinuierlich weiter nach Norden. Dies führt dazu, dass Nord-Süd-streichende Strukturen in der ozeanischen Lithosphäre als linkslaterale Störungen reaktiviert werden. Die Beprobung entlang des Investigatorrückens erfolgt in Abständen von ungefähr 100 km, wobei bisher sieben von acht Dredgezügen erfolgreich waren. Dabei kam eine spektakuläre Vielfalt von Gesteinstypen zu Tage, die einen kompletten Querschnitt durch die Ozeankruste bis in den oberen Mantel repräsentieren. Darunter sind Proben von Pillowlaven, "sheeted dikes", eine große Spannbreite an mafischen und felsischen Intrusivgesteinen, geschichtete Kummulate und verschiedene Serpentinite. Nahezu alle diese Gesteine wurde sogar in einzelnen Dredgen gefunden.

Von neun geologischen Dredgen erbrachten sieben auch Sediment in den eingebauten Sedimentfallen. Das Sediment wird in den nächsten Wochen auszentrifugiert und die Meiofauna vorsortiert. Die Makrofauna beschränkt sich bisher auf sehr kleine Vertreter der Schwämme, Nesseltiere, Bortsenwürmer und Moostierchen. Auf einigen Steinen wurde die interessante, fleischfressende Schwammgattung *Asbestopluma* entdeckt. Beobachtungen mit dem TV-Greifer zeigten einen dichten Bewuchs mit Hornkorallen auf dem Kamm des Investigatorrückens. Als ein weiterer Vertreter der Makrofauna begleitete eines Morgens ein kleiner Wal für fast eine Stunde die „Sonne“. Ausserdem wurden morgens häufig fliegende Fische und Kalmare an Bord der „Sonne“ gefunden (Abb. 3).

Alle an Bord sind wohlauf, arbeiten viel um die vollen Dredgen, die in regelmäßigen Abständen an Bord kommen, abzuarbeiten und genießen aber auch das warme, angenehme Wetter. Unsere nächsten Ziele sind die Flanken der weiter westlich gelegenen Keeling (Cocos) Inseln und des Muirfield Seamounts sowie der südliche Teil des Investigatorrückens.

Kaj Hoernle (Fahrtleiter SO199 Leg 1)

Abbildung 1: Blick von der „Sonne“ auf den Hafen Merak auf Java (Indonesien).

Abbildung 2.: Die erste vieler erfolgreicher Dredgen.

Abbildung 3.: Einer von etwa einem Dutzend fliegender Fische, die eines Morgens an Bord der „Sonne“ gefunden wurden.

SO199-CHRISP: 1. Weekly Report

At 16:00 o'clock on Sunday August 3, the Sonne departed from Merak/Cigading port on Java, Indonesia (Photo 1) and headed for the northern end of the Investigator Ridge on the India-Australia Plate south of Sumatra, Indonesia. On the way out of the Sunda Straits, we passed Krakatoa Volcano in the late evening. With light enhancing binoculars, it was possible to see lava fountaining (~100-200 m high) on Anak (child of) Krakatoa, the new volcanic cone growing in the center of the Krakatoa Crater formed during the catastrophic eruption of 1883.

After a two day transit, we reached the northern end of the Investigator Ridge, just south of the Indonesian 200 mile exclusive economic zone on August 5. Although the ridge was too flat to sample, we mapped a small seamount (~15 by 20 km), rising approximately 2 km above the surrounding seafloor (~5100-3200 m). The first dredge haul of the cruise recovered a full dredge of clinopyroxene-plagioclase-olivine-bearing basaltic rocks (fragments of pillows and sheet flows) – a good omen for the rest of the cruise (Photo 2). The pillow rinds contained abundant fresh glass for geochemical analyses, whereas the plagioclase phenocrysts and coarse groundmass look promising for age dating.

On August 6, we carried out winch and TV grab tests, followed by a 60 nm magnetic profile. This profile served to test the magnetometer and data recording systems, but also provides a first piece of the puzzle of plate tectonic age reconstructions that are part of this cruise's agenda.

Thereafter, we began bathymetric mapping (with Simrad EM120) and dredge sampling of the Investigator Ridge which stretches from the Sunda Trench ~1800 km (~2-18°S latitudes) almost due south (between 98.0-99.5°E longitudes). Thus far we have mapped almost all of the ridge between ~6-13°S (~800 km). The ridge has been interpreted to represent a fracture zone formed at the southern end of a transform fault, offsetting a paleo-mid-ocean ridge by ~900 km based on the published magnetic data. Simrad mapping revealed that the Investigator ridge varies in width between ~10-25 km and in height from ~600 m in the north to ~2500 m in some areas in the southern part of the mapped area. In the north, the Investigator Fracture Zone is divided into two ridges by a valley with a steep west-facing scarp on the eastern ridge. Further south the higher eastern part of the ridge is separated from the lower western part by a steep westward-facing scarp. We interpret the steep west-facing scarp along much of the central portion of the Investigator Ridge to represent recent reactivation of the fracture zone, related to the breaking apart of the India-Australia Plate. Whereas the northern movement of the Indian half of the plate (west of the Ninety-east Ridge) has been stopped by the collision of India with Asia, the eastern half (east of the Ninety-east Ridge) of the plate with Australia on it is continuing to move northward reactivating north-south striking features in the oceanic lithosphere as left-lateral faults. Recovery of samples approximately every 100 km along the Investigator ridge (with seven out of eight dredge hauls being successful) has revealed a spectacular array of rock types representing a full cross section through the entire ocean crust into the upper mantle. These include samples of pillow basalts, sheeted dikes, a wide variety of mafic and felsic intrusives, layered cumulates and diverse serpentinites. Nearly the full range of samples has even been recovered in single dredges.

Out of nine geological dredges, seven successfully recovered sediments in the sediment traps in the dredges. The sediment will be centrifuged and the inhabiting meiofauna will be pre-sorted during the next weeks. Macrofaunal elements on the dredged rocks are so far restricted to minute specimens of sponges, cnidarians,

polychaetes and bryozoans in low abundances. The samples revealed some individuals of the interesting carnivore sponge genus *Asbestopluma*. TV grab observations on top of the Investigator ridge showed a diverse fauna of octocorals. Further macrofauna included flying fish (Photo 3) and squids found on board the ship on many mornings. In addition, a small whale escorted the Sonne for nearly an hour one morning.

Every one on board is doing well, working very hard to keep up with the filled dredges repeatedly coming on board, and enjoying the warm, balmy weather. Our next goals are the flanks of the Cocos/Keeling Islands and Murfield Seamount west of the Investigator Ridge.

Kaj Hoernle (Chief Scientist SO199 Leg 1)

Photo 1. A view of Merak/Cigading port on Java, Indonesia from the Sonne.

Photo 2. The first of many successful dredges.

Photo 3. One of the almost dozen flying fish found on board the Sonne one morning.





SO199-CHRISP: 2. Wochenbericht

Der Morgen des 11. August bot uns während der Kartierung der Basis des Cocos/Keeling Atolls (Australien) einen wundervollen Blick auf diese dicht Palmen bewachsenen Inseln und deren lange weiße Strände (Abb. 1). Die Inseln bilden in etwa ein Oval mit 10 bis 15 km Durchmesser, in dessen Mitte sich eine Lagune befindet. Ein Dredgezug an einem Rücken, der sich von den Inseln nach Nordwesten erstreckt, erbrachte verschiedene vulkanische Proben. Südwestlich des Cocos/Keeling Atolls konnten trotz recht rauer See (Abb. 2) fünf Seamounts erfolgreich beprobt werden. Der größte dieser Seamounts, der Muirfield Seamount, erhebt sich so dicht an die Wasseroberfläche, dass sein Gipfel im klaren Wasser sichtbar ist. Er wurde nach einem Schiff benannt, das dort durch eine Grundberührung beschädigt wurde. Die Proben von diesen Vulkanen reichen von mafischen Olivinbasalten bis zu ziemlich entwickelten Laven. Ähnlich wie im nördlichen Teil des Investigatorrückens wurde auch an seinem südlichen Teil mit Dredgen ein weites Spektrum an Gesteinen der oberen Ozeankruste (Laven), der unteren Ozeankruste (verschiedene mafische und felsische Intrusivgesteine und mafische Kummulate) und des oberen Mantels (Serpentinite) gewonnen (Abb. 3). Von den bisher 21 auf dieser Reise durchgeführten Dredgezügen erbrachten 20 Vulkanite, Intrusiva und/oder Serpentine.

Fächerecholotkartierungen lieferten neue Erkenntnisse über die Morphologie des Ozeanbodens zwischen dem Investigatorrücken und dem Cocos/Keeling Atoll, der den bisher publizierten magnetischen Daten zufolge wahrscheinlich während der Kreidezeit gebildet wurde. Etwa 35 bis 50 km westlich des Investigatorrückens befindet sich bei 13° S ein etwa 15 km breiter Trog mit einem steilen Westhang. Solch eine Struktur wurde im früheren Verlauf von SO199 auch schon bei 6°30'S kartiert. In den auf Satellitenaltimetrie basierenden bathymetrischen Karten scheint dieser Trog subparallel zum Investigatorrücken entlang seiner gesamten Länge zu verlaufen. Die steile westliche Seite des Trogs repräsentiert möglicherweise eine Störungszone. Die drastischen Unterschiede in der Morphologie dieser beiden in etwa Nord-Süd verlaufenden, subparallelen Strukturen (Rücken und Trog) und die ungewöhnliche Morphologie des Investigatorrückens mit seinem fast überall sehr steilen Westhang deuten auf eine relativ rezente Reaktivierung dieser alten Störungszone hin. Diese Reaktivierung hängt vermutlich mit der "diffusen" Plattengrenze zwischen Indien und Australien zusammen. Die Fächerecholotkartierungen zeigen ferner etwa 1 bis 10 km breite Streifen zwischen den Störungszone, die jeweils in ihrer Tiefe um mehrere 100 m versetzt sind. Diese Streifen verlaufen in etwa Ost-West (ca. 80° Streichrichtung) bzw. ungefähr senkrecht zu den Störungszone. Sie reflektieren wahrscheinlich die ursprüngliche Morphologie des Ozeanbodens, wobei die Streifenbildung durch unterschiedliche Spreizungsraten verursacht worden sein könnte.

In der Umgebung des Cocos/Keeling Atolls wurden drei Magnetikprofile gefahren. Die Muster der magnetischen Anomalien zeigen klare Parallelen zur Morphologie des Meeresbodens. Die Anomalien über den Seamounts, die vom Schiffskurs gekreuzt wurden, unterscheiden sich deutlich von denen der darunter liegenden Kruste. Das ist typisch für Strukturen vulkanischen Ursprungs, die erst lange nach der Bildung der ozeanischen Kruste entstanden sind. Die generelle Ost-West-Streichrichtung der Seafloor-Spreading-Anomalien wird an der westlichen Flanke des oben beschriebenen Troges scharf unterbrochen. Damit bestätigen sie die Vermutung, dass es sich bei dem Trog um eine bisher unbekannte Bruchzone handelt. Die Streichrichtung der magnetischen Anomalien auf beiden Seiten der Bruchzone unterscheidet sich um ~10°. Das ist ungewöhnlich und könnte auf einen großen Verschiebungsbetrag entlang der Bruchzone hinweisen. In den kommenden Tagen werden systematische Magnetik-Profilfahrten durchgeführt werden mit dem Ziel, die Messungen so zu erweitern, dass aus ihnen eine zuverlässige Altersbestimmung der ozeanischen Kruste im Messgebiet abgeleitet werden kann.

18 von 21 geologischen Dredgen erbrachten Sediment aus den Sedimentfallen. Zusätzliches Sediment zur Meiofauna-Analyse wurde mit einem TV-Greifer- und zwei

Multicorerereinsätzen gewonnen. Aus diesen Proben konnten bereits 420 Meiofauna-Organismen nach Großgruppe geordnet herausortiert werden

Die Steine aus den geologischen Dredgen sind nur selten mit Tieren bewachsen. Zwar finden sich die üblichen, winzigen Vertreter der Schwämme, Nesseltiere, Borstenwürmer, Moostierchen und manchmal auch Manteltiere, aber die Steine haben häufig eine glatte Oberfläche ohne Bewuchs. Möglicherweise stammen sie des öfteren aus Hangschuttfächern, die durch ständige Bewegung eine dauerhafte Besiedlung durch wirbellose Tiere nicht ermöglichen. Ein solches Szenario ist konsistent mit relativ junger tektonischer Aktivität und einer Reaktivierung der Investigator-Störungszone. Der Windendraht transportierte auch zwei kleinere Exemplare der Portugiesischen Galeere (*Physalia physalis*) an Bord, die für weitere Untersuchungen konserviert wurden. Im Gegensatz zur Tiefsee-Fauna nimmt die Makrofauna über dem Schiff ständig zu, seit wir an dem Cocos/Keeling Atoll vorbeigefahren sind: Fregattvögel, Sturmvögel, Seeschwalben und Tölpel können häufig beobachtet werden.

Unsere nächsten Ziele sind eine Biologiestation im Osten des Investigatorrückens und von dort aus ein 420 sm langes, parallel zum Rücken verlaufendes Magnetikprofil.

Kaj Hoernle (Fahrtleiter SO199 Leg 1)

Abbildung 1: Das zu Australien gehörende Cocos/Keeling Atoll.



Abbildung 2: Der die hohe Dünung durchschneidende Bug der "Sonne"



Abbildung 3: Frohe Wissenschaftler, die auf SO199 Gesteinsproben beschreiben und für petrographische und geochemische Untersuchungen sowie Alterdatierungen in Deutschland vorbereiten.



Abbildung 4: Abendstimmung auf der „Sonne“.

