

PAGANINI

PAnama Basin and GAlápagos "Plume" -

New INvestigations of Intraplate Magmatism

SO144

Abschlußbericht 2002

- 03G144A -

Berichtszeitraum: 1. Juli 1999 bis 31. Dezember 2001

***E. R. Flüh, Ch. Walther, J. Bialas, K. Hoernle, G. Bohrmann,
I. Schaffer, W. Weinrebe, R. Werner***

GEOMAR

Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Wischhofstraße 1 - 3
24148 Kiel

April 2002

Schlußbericht

1. Aufgabenstellung

Das interdisziplinäre Forschungsvorhaben umfaßte umfangreiche geophysikalische, geochronologische, geochemische und vulkanologische Untersuchungen im Bereich der Cocos-, Carnegie-, Malpelo-, und Coibarücken auf der Cocosplatte sowie der Ozeankruste und des Kontinentalschelfs vor Costa Rica und Nicaragua. Über die folgenden vier ineinandergreifenden Hauptziele soll ein besseres Verständnis geodynamischer Prozesse in diesem von Intraplattenvulkanismus, Spreizungszentren und Subduktion geprägten Bereich erreicht werden:

1. Durch die Rekonstruktion der zeitlich-räumlichen und magmatischen Entwicklung des Galápagos - Plumesystems soll ein Beitrag zum besseren Verständnis von Mantelplumes und "Large Igneous Provinces (LIP)" geleistet werden.
2. Anhand der Charakterisierung der komplexen plattentektonischen Prozesse im Bereich des Panamábeckens sollen Informationen über die Zeit-Raum-Evolution des "Galápagos Vulkanischen Systems" (GVS) während des Känozoikums gewonnen werden.
3. Mit der Rekonstruktion der langzeitlichen tektonisch-magmatischen Evolution der mittelamerikanisch/kolumbianischen Subduktionszone sollen die Beziehungen zwischen der Subduktion von normalen und anomal verdickten ozeanischen Krustensegmenten des GVS und der seismischen und vulkanischen Aktivität des Kontinentalrandes charakterisiert und damit die Abschätzung von Gefahrenpotentialen durch Erdbeben oder Vulkanismus in diesem Bereich optimiert werden.
4. Am Kontinentalrand vor Costa Rica sollen Voruntersuchungen zu einem rezenten Destabilisierungsprozeß von Gashydraten durchgeführt werden, welcher durch die Subduktion von Seamounts verursacht wird. Durch den aktiven Kollisionsprozeß an der Plattengrenze kommt es lokal zu Hebungen von mit Gashydraten gefüllten Sedimenten, welche an aktiven Hangabbruchflächen freigelegt werden und möglicherweise zu massiven Gasemissionen in die Wassersäule führen.

Die äußerst komplexe känozoische Entwicklung des nördlichen Süd- und Mittelamerikas ist geprägt durch eine ständige Kollision anomaler ozeanischer Krustenteile, die vermutlich alle ihren Ursprung in der Nähe des heutigen Galápagos - Hotspots hatten bzw. dort überprägt wurden. Dies ist durch die fast überall am Ostrand des Pazifiks zwischen Ecuador und Costa Rica aufgeschlossenen ophiolitischen Gesteine unterschiedlichsten Alters dokumentiert.

2. Voraussetzungen

Die für das Vorhaben notwendigen Daten wurden auf den 4 Fahrtabschnitten der Sonne Fahrt SO144 gewonnen.

3. Planung und Ablauf

Insgesamt wurden im Rahmen der SONNE-Expedition SO144 1.530 Profilkilometer refraktions- und reflexionsseismisch vermessen, wobei 162 Ozean-Boden-Hydrophon- (OBH) und Seismometer- (OBS) Stationen erfolgreich eingesetzt und wieder geborgen wurden. Zusätzlich kam ein Dreikanal-Ministreamer zum Einsatz. Längs dieser Linien sowie weiteren ca. 11.779 Profilkilometern wurde das Magnetfeld der Erde vermessen sowie die Meeresbodentopographie (20.749 Profilkilometer) kartiert. 950 Profilkilometer wurden mit dem TOBI-System kartiert.

Insgesamt wurden Daten guter bis sehr guter Qualität von OBH- und OBS-Stationen bearbeitet und für die 2D-Laufzeitmodellierung herangezogen.

Des Weiteren wurde ein seismologisches Netz aus 14 Stationen sowie 7 zusätzlichen Flowmetern ausgesetzt und wieder geborgen, die die Grundlage einer Untersuchung der Prozesse in der seismogenen Zone um eine geplante ODP-Bohrung liefern.

Zur Hartgesteinsbeprobung wurden im Bereich der Malpelo-, Coiba-, Carnegie- und Cocosrücken und an mit den Rücken assoziierten Seamounts insgesamt 96 Dredgezüge und 15 TV-Greifereinsätze durchgeführt, wobei kein Gerät verloren ging. Die Beprobung verlief an 85% der insgesamt 87 Stationen erfolgreich. Es wurden dabei 1225 Gesteinsproben gewonnen, die u.a. ein breites Spektrum an Laven (z.B. verschiedene Basalte, Trachyte), subvulkanische und plutonische Gesteine (z.B. Gabbros, Peridotite), vulkaniklastische Gesteine (z.B. Hyaloklastite, Schlacken, Bimse) und Sedimente (z.B. Ton-, Silt- und Kalksteine, Konglomerate, Turbidite) umfassen. Zusätzlich konnten von Biologen aus den petrologischen Probenahmegeräten 1300 Organismen zur weiteren wissenschaftlichen Bearbeitung fixiert werden sowie an 72 Stationen zusätzlich aus den in den Dredgen installierten Sedimentfallen mehrere hundert Individuen der Meiofauna (=mikroskopische Tiere) extrahiert werden. Das auf der Expedition gewonnene Probenmaterial bildete eine hervorragende Grundlage für die verschiedenen weiterführenden, im Antrag umfassend dargestellten Laborarbeiten, aus denen die unten vorgestellten Ergebnisse resultierten.

4. Wissenschaftlich-technischer Stand

Der wissenschaftlich-technische Stand war im Antrag zu dem Vorhaben ausführlich beschrieben.

5. Zusammenarbeit

Während der Laufzeit des Projektes gab es eine stetige und fruchtbare Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut UMR Géosciences Azur in Villefranche, Frankreich, die auch darüber hinaus fortgesetzt werden wird.

Erfolgreich zusammengearbeitet wurde und wird weiterhin mit Dr. G.E. Alvarado (ICE, Costa Rica), Prof. K. Harpp (Colgate University, U.S.A.) sowie Dr. B. Hanan und Dr. G. Geldmacher (San Diego State University, U.S.A.).

6. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die wissenschaftlich-technischen Ergebnisse sind in eine Reihe von Publikationen eingeflossen, die bereits erschienen sind bzw. zur Publikation eingereicht wurden. Darüberhinaus wird noch an einigen Teilaspekten der Daten gearbeitet, weitere Publikationen sind in Vorbereitung (siehe 6.5). Auf mehreren Tagungen wurde über erste Ergebnisse und Zwischenresultate berichtet (siehe 8). Es besteht ein großes Interesse an unseren Ergebnissen, wie durch viele Nachfragen nach Vorabkopien der Publikationen belegt.

6.1 Anlage 1, Reprint der Arbeit:

Walther, C.: The crustal structure of the Cocos Ridge off Costa Rica, eingereicht bei *J. Geophys. Res.*, 2001.

In dieser Publikation werden die Weitwinkeldaten zweier 2D-Auslagen über den submarinen Cocosrücken im Gebiet vor der Osa Halbinsel vorgestellt und die Krustenstruktur des Cocos-Rückens beschrieben.

6.2 Anlage 2, Reprint der Arbeit:

Walther, C.: Crustal structure of the Cocos Ridge northeast of Cocos Island, Panamá Basin, eingereicht bei *Geophys. Res. Lett.*, 2001.

In dieser Publikation wird ein weiteres Weitwinkeldatenprofil über den Cocosrücken vorgestellt, das nordöstlich der Cocosinsel verläuft.

6.3 Anlage 3, Reprint der Arbeit:

Trummer, I., Flüh, E. R., and the PAGANINI Working Group: Seismic constraints on the crustal structure of Cocos Ridge off the coast of Costa Rica. Accepted, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, im Druck.

In dieser Publikation werden Weitwinkeldaten einer 3D-Auslage des Kontinentalrandes im Gebiet der Osa Halbinsel vorgestellt und die Krustenstruktur des Cocos Rückens beschrieben.

6.4 Anlage 4, Reprint der Arbeit:

Walther, C., Flueh, E. R.: Remnant of the ancient Farallon Plate breakup: A low-velocity body in the lower oceanic crust off Nicoya Peninsula, Costa Rica - evidence from wide-angle seismics, in Vorbereitung.

In dieser Publikation werden die Weitwinkeldaten einer 2D-Auslage auf der ozeanischen Kruste vor der Nicoya-Halbinsel, Costa Rica, vorgestellt. Das Profil befindet sich an der postulierten Nahtstelle, wo unterschiedliche ozeanische Krusten, am ostpazifischen Rücken und am Galápagos Spreizungszentrum gebildet, aneinandergrenzen.

6.5 Anlage 5, Reprint der Arbeit:

Barckhausen, U., Ranero, C.R., von Huene, R., Cande, S.C., and Roeser, H.A., 2001: Revised tectonic boundaries in the Cocos Plate off Costa Rica: Implications for the segmentation of the convergent margin and for plate tectonic models, *J. Geophys. Res.*, 106 (B9), 19,207-19220.

In dieser Publikation werden die auf der Expedition gewonnenen magnetischen Daten zusammen mit älteren Daten vorgestellt um daraus die Entwicklung des Panama-Beckens zu rekonstruieren.

6.6 Anlage 6, Reprint der Arbeit:

von Huene, R., Ranero, C., Weinrebe, W., and Hinz, K., 2000: Quaternary convergent margin tectonics of Costa Rica, segmentation of the Cocos Plate, and Central American volcanism, *Tectonics*, 19, 314-334.

In dieser Publikation werden die auf der Expedition gewonnenen bathymetrischen Daten zusammen mit älteren Daten vorgestellt um daraus den Einfluß der Rauigkeit der ozeanischen Platte auf das Subduktionsregime abzuleiten.

6.7 Anlage 7, Preprint der Arbeit:

Bohrmann, G., Heeschen, K., Jung, C., Weinrebe, W., Baranov, B., Cailleux, B., Heath, R., Hühnerbach, V., Hort, M., Masson, D., and Schaffer, I. (in press) Widespread fluid expulsion along the seafloor of Costa Rica convergent margin. *Terra Nova*.

6.8 Anlage 8, Preprint der Arbeit:

Werner, R., Hoernle, K., Barckhausen, U., and Hauff, F.: The geodynamic evolution of the Galápagos system (Central East Pacific) over the past 20 m.y.: Constraints from morphology, geochemistry, and magnetics. *Journal of Geophysical Research*, in Vorbereitung.