

PACOMAR 3

**Geowissenschaftliche Untersuchungen in pazifischen Seegebieten vor
Costa Rica und Nicaragua -
ein Beitrag zum Verständnis eines aktiven Kontinentalrandes**

ABSCHLUßBERICHT

- 03G0107A -

Berichtszeitraum: 1. Dezember 1995 bis 31. Dezember 1998

***Flüh, E. R., von Huene R., Walther Ch., Stehr G., Weinrebe W.,
Ranero C., Hojka, A., Hoernle, K., Werner, R.***

GEOMAR

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

Dezember 1998

Schlußbericht

1. Aufgabenstellung

Mit der Durchführung und Interpretation von geophysikalischen Messungen an den Pazifikküsten vor Costa Rica und Nicaragua soll ein Beitrag zum Verständnis des ostpazifischen Kontinentalrandes geleistet werden. Mit den im April 1996 auf der 107. Fahrt des Forschungsschiffes SONNE gewonnenen Daten der bathymetrischen, magnetischen und seismischen Messungen soll ein Bild von der konvergenten Plattengrenze, wo die ozeanische Cocos-Platte unter die karibische Platte taucht, gezeichnet werden. Die starke morphologische Gliederung der Cocos-Platte bewirkt auch deutliche laterale Unterschiede in der Subduktionszone und dem Inselbogenvulkanismus, sowohl heute als auch in der Vergangenheit. Mit den neu zu gewinnenden Daten sollen Fragen zur Entwicklung der Cocos-Platte mit magnetischen Messungen und Altersdatierungen untersucht werden. Bathymetrische Messungen können auch Aufschluß über das Volumen der Rutschmassen bei den vor Nicaragua beobachteten Tsunamis erbringen. Auch sollen weitere Einzelheiten der geodynamischen Entwicklung dieses Gebietes entschlüsselt und ein Verständnis für die mit der Subduktion einhergehende Erdbeben-tätigkeit entwickelt werden.

Hauptziel der vulkanologisch-geochemischen Untersuchungen an den Seamounts, Plateaus und Rücken auf der Cocosplatte vor Costa Rica war die Rekonstruktion der petrogenetischen Entwicklung dieser Strukturen sowie die Charakterisierung von deren genetischen Beziehungen zum Galapagos-Hotspot einerseits und zu den Terranes an der Pazifikküste Costa Ricas andererseits. Damit sollte ein Beitrag zum besseren Verständnis der geodynamischen Entwicklung des Galapagos-Hotspot bzw. von Mantelplumes generell geleistet werden. Weiterhin sollten die geochemisch-vulkanologischen Arbeiten Basisdaten für landgestützte Forschungsvorhaben (z.B. TICOSECT) liefern. Hierzu wurden Gesteinsproben von verschiedenen Seamounts und dem Cocosrücken untersucht, die während SO 107 beprobt wurden. Dieses Material wurde durch Proben ergänzt, die bei den Ausfahrten SO 76 und SO 81 (PACOMAR 1 und 2) gewonnen wurden. Die im Antrag formulierten Aufgabenstellungen waren dabei im einzelnen:

- 1) Mantelquellen sowie die Petrogenese der Gesteinsserien mit geochemischen Methoden (hier: Analytik der Verhältnisse radiogener Isotopen) zu charakterisieren,
- 2) das Paläoenvironment zum Zeitpunkt der Eruption der Vulkanite mit geochemischen (Volatilanalytik) und vulkanologischen Methoden zu rekonstruieren und
- 3) das Alter und die zeitliche Entwicklung der Einheiten durch $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Laserdatierungen von geeigneten Proben zu erfassen.

Gemeinsam mit den anderen am PACOMAR-Projekt beteiligten Wissenschaftlern sollte so auch ein umfassender Datensatz für die bei den SONNE-Fahrten SO 76, SO 81 und SO 107 gewonnenen Proben erstellt werden und, darauf basierend, ein umfassendes Modell zur geodynamischen Entwicklung der Krustensegmente der Cocosplatte im Gebiet vor Costa Rica erarbeitet werden.

2. Voraussetzungen

Das Vorhaben wurde in enger Anlehnung an die Fahrtplanung für FS SONNE durchgeführt. Während der Bearbeitung hat es stets eine enge Kooperation mit folgenden Gruppen gegeben:

Universität Greifswald (Prof. Mrazek)

Instituto Costaricense de Electricidad, ICE, San José, Costa Rica (Dr. G. Alvarado, G. Leandro)

INETER, Managua (Dr. W. Strauch)

INE, Managua (M. Duarte)

ETH Zürich (Prof. E. Kissling)

Universität Tübingen (Dr. M. Meschede)

BGR Hannover (Prof. K. Hinz, Dr. U. Barkhausen)

Universität Santa Cruz (Prof. E. Silver)

Universität Kiel (Dr. D. Garbe-Schönberg)

Universität of California, Santa Barbara (Prof. G. Tilton, J. Bryce)

3. Planung und Ablauf

Die Fahrt fand in zwei Abschnitten, vom 10.3. bis 28.3.1996 und vom 29.3. bis 14.4.1996 statt, Ausgangs- und Endhafen waren Balboa, Panama und San Francisco, USA. Von wenigen Einschränkungen abgesehen konnte das geplante Fahrtprogramm realisiert werden. Die anschließende Aufbereitung und Auswertung der geophysikalischen Daten und Erstellung und Interpretation der vulkanologisch-geochemischen Daten erfolgte an den beteiligten Instituten, wobei gelegentlich nicht eingeplante kleinere Verzögerungen auftraten. Diese waren durch die Komplexität der Daten bedingt, die eine gewisse Mehrarbeit erforderten. Über Zwischenergebnisse wurde auf verschiedenen Tagungen berichtet, auch vor Ort bei Arbeitsbesuchen in Costa Rica und Nicaragua. Ein dreimonatiges DAAD - Stipendium an M. Duarte, INE, Nicaragua, ermöglichte das Einbeziehen von seismischen Daten aus der Kohlenwasserstoffexploration. Diese Ergebnisse konnten in die Interpretation der neuen seismischen Daten mit einfließen und zu einer viel detaillierteren Interpretation beitragen, erhöhten aber den Arbeitsaufwand erheblich.

4. Wissenschaftlich - technischer Stand

Vor Beginn unserer Untersuchungen lag vom nicaraguanischen Kontinentalrand lediglich ein reflexionsseismisches Profil aus den 70er Jahren vor (Crowe und Buffler, 1985). Detaillierte bathymetrische und magnetische Messungen fehlten gänzlich. Ergebnisse aus Arbeiten der Kohlenwasserstoffexploration waren nicht zugänglich. Lediglich aus Schweremodellierungen und Seismizitätsbeobachtungen gab es Hinweise auf die Subduktionszone und die Mächtigkeit des Sandino-Beckens.

Der pazifische Kontinentalrand Costa Ricas ist dagegen durch eine Reihe von modernen Untersuchungen aus den 90er Jahren sehr viel besser untersucht, dazu gehören auch die SONNE - Fahrten SO76 und SO81. Die Lage der Grenze auf der Cocos-Platte, an der Kruste vom

Ostpazifischen Rücken gegen solche vom Galapagos Spreading Center stößt, war jedoch sehr umstritten. Ebenso lagen kaum Ergebnisse aus dem Bereich des Cocos-Rückens vor, der die Subduktionszone im Süden Costa Ricas beeinflusst, wie auch aus der rezenten Hebung der Osa-Halbinsel hervorgeht.

Während der rezente Galapagosarchipel und der umliegende Meeresboden vulkanologisch-geochemisch gut untersucht sind (z.B. Morgan 1978, Heath & v. Andel 1973, Hey 1977, Hey et al. 1977, Christie et al. 1992, Schilling et al. 1982, Geist et al. 1988, White et al. 1993, Graham et al. 1993, Feighner und Richards 1994, Wilson und Hey 1995, Ito und Lin 1995, Sinton et al. 1996), fehlten derartige Daten für den Großteil der älteren marinen Gebiete zwischen Galapagos und Mittel- bzw. Südamerika. Genauere Informationen lagen hier, abgesehen von den Ergebnissen einiger DSDP/ODP-Legs (z.B. Yeats et al. 1973, Heath & v. Andel 1973, Cann et al. 1983, Becker et al. 1989), nur durch PACOMAR 1 und 2 über die grabennahen Gebiete vor Costa Rica (z.B. v. Huene & Flüh 1994, Mrazek et al. 1994, v. Huene et al. 1995, Hinz et al. 1996, Ye et al. 1996) vor. Nach unserem Kenntnisstand existierten jedoch aus diesen Gebieten, mit Ausnahme von einer Arbeit über einige junge Seamounts auf dem Cocosrücken (Castillo 1987, Castillo et al. 1988), keine Isotopendaten. Auch waren uns keinerlei Angaben über wichtige magmatische Volatile wie z.B. SO₂ und kaum Daten zum Paläoenvironment der Vulkanite bekannt. Allerdings postulieren Marzek et al. (1994) explosivem Vulkanismus im Bereich des Queposplateaus, Hekinian (1982) beschreibt hochblasige Basalte vom Cocosrücken und nach Christie et al. (1992) waren wenigstens einige der Seamounts auf dem Carnegierücken, einer dem Cocosrücken vergleichbaren Struktur auf der Nazca-Platte, ehemals Inselvulkane. Bezüglich der Alter dieser Strukturen lagen bisher auch nur wenige und unvollständige Angaben vor, die sich zudem fast ausschließlich auf den Cocosrücken bezogen (Heath & van Andel 1973, Hey 1977, Bellon et al., 1983). Von den Seamounts und Plateaus vor der Pazifikküste Costa Ricas war uns lediglich eine Altersabschätzung auf Grundlage von K-Ar-Gesamtgesteinskartierungen für den Fisher Seamount von etwa 10 Ma bekannt (v. Huene, mündl. Mitt.). Somit fehlten vor PACOMAR 3 die meisten wichtigen vulkanologischen und geochemischen Daten sowie radiometrische Altersbestimmungen aus dem zu beprobenden Gebiet und damit die Grundlage für die Rekonstruktion der mittleren (miozänen) Geschichte des Galapagosarchipels und Hotspots.

Über die für PACOMAR 3 relevanten Strukturen in Mittel- und Südamerika existierte dagegen ein relativ umfangreicher Datensatz (s.u., z.B. Duncan & Hargraves 1984, Sinton & Duncan 1992, Appel et al. 1994, Hauff et al. 1997 uvm.). Hinsichtlich der frühen Geschichte des Galapagos-Hotspot haben Untersuchungen im Rahmen von TICOSECT gezeigt, daß das magmatische Basement der costa-ricanischen Terranes Nicoya, Herradura und Burica vermutlich die Initialphase des Galapagosplume vor 94-80 Ma repräsentiert (Hauff et al 1997, Hauff et al. in prep). Die Komplexe Quepos und Osa werden hingegen als akkretierte Terranes der frühen Galapagos-Hotspotspur (59-65 Ma) interpretiert. Weiterhin wurden bei Erkundungsstudien auf den Sona- und Azuero- Halbinseln in Panama Ozeaninsel- und Seamountkomplexe gefunden, die möglicherweise oligozäne oder eozäne Relikte der Galapagos-Hotspotspur sind (Hoernle et al. 1998) und deren detaillierte Analyse damit nach TICOSECT und PACOMAR noch bestehende Lücken bei der Rekonstruktion der geodynamischen Entwicklung eines Hotspotsystems über 90 Ma füllen kann.

Zitierte Literatur

- Appel H, Wörner G, Alvarado GE, Rundle C & Kussmaul S (1994) Age relations in igneous rocks from Costa Rica. *Profil 7*: 63 - 69
- Becker K, Sakai H et al. (1989) Proc ODP Sci Res 111. College Station TX (Ocean Drilling Program), 344p
- Bellon H, Saenz R & Tournon J (1983) K-Ar radiometric ages of lavas from Cocos island (eastern Pazific). *Marine Geology* 54: 17 - 23
- Cann JR, Langseth MG, Honnorez J, Herzen RPv, White SM et al. (1983) Init Repts DSDP 69. Washington (US Govt Printing Office), 864p
- Castillo PR (1987) Origin of young seamounts on the aseismic Cocos Ridge; Sr, Nd and Pb isotope constrains. *International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), XIX, Vancouver, IUGG (19-2)* 421
- Castillo PR, Batiza R, Vanko D, Malavassi E, Barquero J & Fernandez E (1988) Anomalously young volcanoes on old hot-spot traces: I. Geology and petrology of Cocos Island. *Geol Soc Am Bull* 100: 1400 - 1414
- Christie DM, Duncan RA, McBirney AR, Richards MA, White WM, Harpp KS & Fox CG (1992) Drowned islands downstream from the Galápagos hotspot imply extended speciation times. *Nature* 355: 246 - 248
- Crowe JC, and Buffler R (1985) Multichannel seismic records across the Middle America Trench and Costa Rica-Nicaragua convergent margin, NCY-7 and NCI-1. In: *Middle America Trench off western Central America, Ocean Drilling Program, Regional Data Synthesis Series*, edited by J. W. Ladd and R. T. Buffler, Atlas 7, 11p, Marine Science Int., Woodshole, Mas.
- Duncan R, Hargraves R (1984) Plate-tectonic evolution of the Caribbean region in the mantle reference frame. In: Bonini W, Hargraves R, Shangani R (eds) *The Caribbean: South American plate boundary and regional tectonics*. *Geol Soc Am Mem, Boulder/Colorado*, 162, 81 - 93
- Feighner MA, Richards MA (1994) Lithospheric structure and compensation mechanisms of the Galápagos archipelago. *J Geophys Res* 99, no. B4: 6711 - 6729
- Geist DJ, White WM & McBirney AR (1988) Plume-asthenosphere mixing beneath the Galápagos archipelago. *Nature* 333: 657 - 660
- Graham DW, Christie DM, Harpp KS, Lupton JE (1993) Mantle plume helium in submarine basalts from the Galápagos platform. *Science* 262: 2023 - 2026
- Hauff F, Hoernle K, Schmincke H-U, Werner R (1997) A Mid Cretaceous Origin for the Galápagos Hotspot: Volcanological, Petrological, and Geochemical Evidence from Costa Rican Oceanic Crustal Segments. *Geol Rdsch* 86: 141-155
- Hauff F, Hoernle K, Boogard v.d. P, Alvarado GE, Garbe-Schönberg D (in prep) Age and Geochemistry of Basaltic Complexes in Western Costa Rica: Contributions to the Geotectonic Evolution of Central America. *J Geophys Res*
- Heath GR & Andel THv (1973) Tectonics and Sedimentation in the Panamá Basin: Geologic results of Leg 16, Deep Sea Drilling Project. In: Andel THv & Heath GR (eds) *Init Repts DSDP*. US Government Printing Office, Washington, 16, 899 - 913
- Hekinian R (1982) *Petrology of the ocean floor*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York, 393p
- Hey R (1977) Tectonic evolution of the Cocos-Nazca spreading center. *Geol Soc Am Bull* 88: 1404 - 1420
- Hey R, Johnson GL, Lowrie A (1977) Recent plate motions in the Galápagos area. *Geol Soc Am Bull* 88: 1385 - 1403
- Hinz K, von Huene R, Ranero C & PACOMAR Working Group (1996) Tectonic structure of converging Pacific margin offshore Costa Rica from multichannel reflection seismic data SO 81. *Tectonics* 15: 54-66
- Hoernle K, Schweikert U, Werner R, Bogaard Pvd (1998) The Caribbean flood basalt event and the missing link to the Galápagos hotspot: Preliminary results from Panama. *Terra Nostra* 98/5: 69
- Huene Rv, Bialas E, Flüh ER, Cropp B, Csernok T, Fabel E, Hoffmann J, Emeis K, Holler P, Jeschke G, Leandro C, Pérez Fernández I, Chavarria S, Florez A, Escobedo Z, León R & Barrios O (1995) Morphotectonics of the Pacific convergent margin of Costa Rica. In: Mann P (ed) *Geologic and tectonic development of the Caribbean plate boundary in southern central America*. Geological Society of America, Boulder, Special paper 295, 291 - 307
- Huene Rv & Flüh ER (1994) A review of marine geophysical studies along the Middle America Trench off Costa Rica and the problematic seaward terminus of continental crust. In: Seyfried H & Hellmann W (eds) *Geology of an evolving island arc*. Institut für Geologie und Paläontologie Universität Stuttgart, Stuttgart, *Profil 7*, 143 - 169
- Ito GT & Lin J (1995) Mantle temperature anomalies along the present and paleoaxes of the Galápagos spreading center as inferred from gravity analyses. *J Geophys Res* 100 No. B3: 3733 - 3745
- Morgan WJ (1978) A second type of hotspot island. *J Geophys Res* 83: 5355 - 5360
- Mrazek J, Korich D, Haupt U & Röber B (1994) Untersuchungen zum Stoffbestand der ozeanischen Kruste und auflagernder Oberflächenbildungen (Sedimente, Tephra, Manganvererzungen) im Bereich der Subduktionszone vor Costa Rica (Forschungsfahrt SO 81). *Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, Abschlußbericht*, 210p
- Sinton CW & Duncan RA (1992) Temporal evolution of the Caribbean Cretaceous basalt province: Results of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating. *EOS* 73: 532
- Sinton CW, Christie DM, Duncan RA (1996) Geochronology of Galápagos seamounts. *J Geophys Res* 101, no. B6: 13.689 - 13.700
- Schilling JG, Kingsley RH, Devine JD (1982) Galápagos hot spot-spreading center system, 1, Spatial petrological and geochemical variations (83°W-101°W). *J Geophys Res* 87: 5593 - 5610
- White WM, McBirney AR & Duncan RA (1993) Petrology and geochemistry of the Galápagos Islands: Portrait of a pathological mantle plume. *J Geophys Res* 98, No B11: 19.533 - 19.563

- Wilson DS & Hey RN (1995) History of rift propagation and magnetization intensity for the Cocos-Nazca spreading center. *J Geophys Res* 100, No B7: 10.041-10.056
- Ye S, Bialas J, Flüh ER, Stavenhagen A & von Huene R (1996) Crustal structure of the Middle American Trench off Costa Rica from wide-angle seismic data. *Tectonics* 15: 1006-1021
- Yeats RS, Forbes WC, Heath GR & Scheidegger KF (1973) Petrology and geochemistry of DSDP Leg 16 basalts, eastern equatorial Pacific. In: van Andel TH, Heath GR & Shipboard Scientific Party (eds) *Init Repts DSDP 16*. US Government Printing Office, Washington, 617 - 649

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Während der Laufzeit des Projektes, aber auch darüber hinaus, gab es eine stetige und fruchtbare Zusammenarbeit mit vielen anderen interessierten Kollegen, namentlich den unter 2. genannten Personen und Instituten. Ein reflexionsseismisches Profil über den Kontinentalrand Costa Ricas wurde uns von Shell Int. zur Verfügung gestellt (Stavenhagen et al., 1998). Die stetige und schnelle Präsentation der Ergebnisse auf nationalen und internationalen Tagungen führte zu einer intensiven Diskussion mit einem weiten Interessentenkreis. In die vulkanologisch-geochemischen Untersuchungen wurde Probenmaterial aus DSDP-Bohrungen der Legs 84, 155, 157 und 158 mit einbezogen, das von F. Hauff (Geomar, Abt. Vulkanologie & Petrologie) im Rahmen eines TICOSECT-Teilprojektes beschafft und analysiert wurde.

6. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die wissenschaftlich technischen Ergebnisse sind in eine Reihe von Publikationen eingeflossen, die zum Teil noch in der Begutachtung sind. Dabei sind auch die Daten der früheren SONNE - Ausfahrten SO76 und SO81 und Ergebnisse der DFG - und EU - geförderten Projekte, an denen die Antragsteller beteiligt waren, berücksichtigt. Die enge Verknüpfung der wissenschaftlichen Ziele und Interpretation der unterschiedlichen Projekte erlaubt keine strikte Trennung der erzielten Ergebnisse. Es werden hier jedoch nur die Publikationen vorgestellt, die überwiegend auf Daten der Fahrt SO107 aufbauen. Eine Aufstellung aller in den letzten Jahren von den Verfassern veröffentlichten Arbeiten steht am Ende des Kapitels.

6.1 Anlage 1, Preprint der Arbeit:

Ranero, C. R., von Huene, R., Flueh, E. R., Duarte, M., Baca, D., McIntosh, K.,: A cross section of the convergent Pacific margin of Nicaragua; submitted to *Tectonics*

* Zusammenfassung der Arbeit:

In dieser Arbeit wird das erste hochwertige reflexionsseismische Profil über den Mittelamerika-Graben und das Sandino-Becken vor Nicaragua vorgestellt. Die Daten stammen aus verschiedenen Quellen und wurden bis zur Tiefenmigration vollständig neu bearbeitet. Der Kontinentalhang kann in drei Segmente, den oberen, mittleren und unteren Abschnitt, unterteilt werden. Die seismische Stratigraphie zeigt an, daß Sedimentablagerungen seit der unteren Kreide erfolgten. Die heutige Konfiguration hat sich in der unteren Kreide/Paläozän ausgebildet und ist seither stabil. Die Hebung des äußeren Hochs ging mit der Absenkung des Sandino Beckens einher. Sei dem oberen Oligozän wird eine generelle Absenkung des gesamten Kontinentalabhanges beobachtet. Strike Slip - Bewegungen entlang küstenparalleler Störungen haben insbesondere im Miozän zu Inversionsstrukturen und lokalen Hebungen geführt.

6.2 Anlage 2, Preprint der Arbeit:

Walther, Ch. H. E., Flueh, E. R., and Strauch, W.; Seismic investigations at the Pacific margin of Nicaragua; to be submitted to *Geophys. J. Int.*

* Zusammenfassung der Arbeit:

Diese Arbeit stellt die abschließenden Ergebnisse der 107. SONNE-Fahrt vor, bei der weitwinkelseismische Messungen vor Nicaragua im Mittelpunkt stehen. Zusammen mit der vorgenommenen bathymetrischen Erkundung, der Analyse von Erdbebendaten, Schwereberechnungen und dem Vergleich mit überdeckenden reflexionsseismischen Profilen wird ein Lithosphärenmodell des konvergenten Kontinentalrandes entwickelt. Die zentrale Stellung nimmt ein Krustenblock am seewärtigen Ende des Kontinentalkeils ein, der ein starkes Widerlager für die subduzierende Kruste darstellt und sie unter starker Flexur abrupt in die Tiefe zwingt. Wegen seiner hohen Geschwindigkeiten und Dichten wird dieser Block als ophiolithische Kruste interpretiert, wie sie auch im benachbarten Costa Rica und Guatemala vorgefunden wird. Der Körper kann landwärts bis 50 km vor die Küste verfolgt werden, wo er unter die mehr als 10 km mächtigen Sedimente des Sandino Beckens abtaucht. Unter dem Ophiolithkörper weisen Geschwindigkeiten um 8 km/s Mantelmaterial aus, das als Relikt einer in der Kreidezeit aktiven Subduktionszone gedeutet wird.

6.3. Anlage 3, Preprint der Arbeit:

Werner R, Hoernle K, Bogaard Pvd, Ranero C, Huene Rv, Korich D: A drowned 14 Ma old Galápagos archipelago off the coast of Costa Rica: implications for evolutionary and plate tectonic models. *Geology* (in review)

* Zusammenfassung der Arbeit:

Diese Arbeit befasst sich schwerpunktmässig mit der geologischen Entwicklung und dem absoluten Alter der bei SO 107 (und SO 81) beprobten Strukturen. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Laserdatierungen und die chemische Zusammensetzung (Haupt- und Spurenelemente sowie Sr-Nd-Pb-Isotopenverhältnisse) der Gesteine des Cocosrückens, des Queposplateaus und aller auf SO 107 beprobten Seamounts mit Ausnahme des "Fisherrückens" vor der Halbinsel Nicoya belegen, daß sie vor 13 bis 14.5 Ma am Galápagos-Hotspot entstanden. Morphologie, Geophysik, Vulkanologie, Volatilgehalte und geochemische Signaturen dieser Strukturen zeigen eindeutig, daß sie, obwohl heute im mehr als 1000m Wassertiefe befindlich, einst einen Archipel bildeten, der in seiner Morphologie dem heutigen Galapagosarchipel auffallend ähnelt. Als sich dieser miozäne Archipel mit der Plattenbewegung vom Hotspot wegbewegte, führten wahrscheinlich die zunehmende Abkühlung der Lithosphäre und der abnehmende Auftrieb durch den Galapagosplume zum Absinken des Archipels.

Die Existenz eines miozänen Galapagosarchipels könnte auch eine große Bedeutung für die Evolutionsforschung haben, da sie den Zeitraum beträchtlich erweitert, in dem sich die berühmte endemische Fauna auf Galapagos entwickelt hat. Das Mindestalter des Archipels von ca. 14.5 Ma Jahren entspricht z.B. in etwa dem Zeitraum, den die dort lebenden Meer- und Landechsen für ihre Entwicklung aus einer Art benötigten. Die Entwicklung dieser Echsen war bisher ungeklärt, da man davon ausging, daß die Galapagosinseln erst einige Ma alt waren und in Süd- oder Mittelamerika keine entsprechenden Populationen gefunden wurden.

Die Alter von an verschiedenen Stellen des Fisherrückens gedredgeten Proben liegen zwischen 19 und 30 Mill. Jahren. Aufgrund seiner Lage, Morphologie und MORB-ähnlichen Haupt-, Spurenelement- und Isotopensignatur wird der Fisherrücken als aufgehobene ozeanische Kruste interpretiert.

6.4. Anlage 4, Preprint der Arbeit:

Hoernle K, Werner R, Morgan JP, Bryce J, Mrazek J: Existence of complex zonation in the Galapagos plume for at least 14.5. Ma. submitted to *Nature*

* Zusammenfassung der Arbeit:

In dieser Arbeit werden speziell die Ergebnisse der Sr-Nd-Pb-Isotopenanalytik an bei SO 107 gedredgeden Proben diskutiert und mit den Isotopensignaturen des rezenten Galapagosarchipel verglichen. Geochemisch zeigen die rezenten Galapagosinseln markante geographische Variationen, wobei angereichertes Plumematerial hufeisenförmig eine chemisch verarmte, mittelozeanische Rücken- (MORB-) ähnliche Region im Osten des Archipels umschließt. Das angereicherte, hufeisenförmige Gebiet kann dabei wiederum in 3 geochemisch unterschiedliche Bereiche unterteilt werden. Diese 3 Bereiche können in derselben relativen Position wie bei Galapagos auch entlang der

bei SO 107 beprobten Strukturen nachgewiesen werden. Diese bemerkenswerte Ähnlichkeit in Zusammensetzung und Geographie von geochemisch angereicherten Domänen bei Galapagos und den miozänen Strukturen vor Costa Rica weist darauf hin, daß die komplexe asymmetrische Zonierung des Galapagoshotspot und damit auch die asymmetrische, "streifenartige" Zonierung des Plumes seit mindestens 14.5 Ma besteht. Dies Ergebnis zeigt, daß Heterogenitäten innerhalb von Mantelplumes wahrscheinlich über lange Zeiträume kontinuierlich existieren können und liefert damit möglicherweise wichtige neue Erkenntnisse über die Struktur von Mantelplumes.

6.5. Anlage 5, Preprint der Arbeit:

Barckhausen, U., Ranero, C., von Huene, R., and Meschede, M.: Revised tectonic boundaries in the Cocos Plate off Costa Rica and analogous segmentation of the continent; submitted to *Tectonics*

* Zusammenfassung der Arbeit:

In dieser Arbeit wird die Grenze zwischen den beiden Krustensegmenten der Cocoplatte, die vom Galapagos-Spreadingzentrum und von Ostpazifischen Rücken gebildet wurden, neu festgelegt. Die eigentliche Grenze verläuft demnach nördlich der ursprünglich angenommenen Position, die mit der rough-smooth boundary koinzidierte. Die nun angenommene Lage basiert auf der Analyse magnetischer und bathymetrischer Daten und kann viel besser als früher die Segmentierung des Hinterlandes erklären. Aus den Ergebnissen folgt auch, daß das Cocos-Nazca-Spreadingzentrum erstmals vor 22.8 Ma aktiv wurde.

Anlage 6, Reprint der Arbeit:

Stavenhagen, A. U., Flueh, E. R. Ranero, C. McIntosh, K. D. Shipley, T. Leandro, G. Schulze, A., and Dañobeitia, J. J., 1998: Seismic wide-angle investigations in Costa Rica - a crustal velocity model from the Pacific to the Caribbean coast; *Zbl. Geol. Paläont*, Teil1, 1997 (3-6), 393-408.

* Zusammenfassung der Arbeit:

In dieser Arbeit wird erstmals ein kompletter Krustenschnitt von der Cocos Platte über die mittelamerikanische Landbrücke bis zur Karibik vorgestellt. Basierend auf refraktionsseismischen Land- und Seemessungen und ergänzt durch die Bathymetrie und ein von Shell Int. zur Verfügung gestelltes Reflexionsprofil besteht eine solide Datenbasis. Deutlich ist die Verdickung der ozeanischen Kruste an der Flanke des Cocosrückens zu sehen, der hier nahezu 12 km Mächtigkeit erreicht. Wie auch in anderen Teilen Costa Ricas wird ophiolitisches Material bis an den Fuß des Kontinentalrandes beobachtet. Die abtauchende Cocosplatte kann bis in 35 km Tiefe seismisch verfolgt werden. Eine ausgeprägte Geschwindigkeitsinversion oberhalb der abtauchenden Platte wird durch subduzierte und größtenteils vom Kontinentalrand erodierter Sedimente und Basementanteile erklärt. Der Isthmus zeichnet sich durch überwiegend sehr hohe Durchschnittsgeschwindigkeiten aus, die eine Entstehung als Plume Head des Galapagos Hot Spots nahelegen.

6.7 Zusammenstellung aller weiteren wissenschaftlichen Beiträge der Verfasser im Umfeld des Vorhabens:

- Barckhausen U, Roeser H., and von Huene R (1998) New insights into the structure of the Cocos Plate offshore Costa Rica from seamagnetic measurements; *Zbl. Geol. Paläont*, Teil1, 1997 (3-6), 385-391.
- Barckhausen U, Roeser HA, and von Huene R (1998) Magnetic signature of upper plate structures and subducting seamounts at the convergent margin off Costa Rica. *J. Geophys. Res.*, 103, 7079-7093.
- Christeson G., McIntosh KD, Shipley T H, Flueh ER, Goedde H (submitted) Structure of the Costa Rica convergent Margin, offshore Nicoya Peninsula. *J. Geophys. Res.*
- Hauff F, Hoernle K, Schmincke HU, Werner R (1997) A Mid Cretaceous Origin for the Galapagos Hotspot: Volcanological, Petrological, and Geochemical Evidence from Costa Rican Oceanic Crustal Segments. *Geol Rdsch* 86: 141-155
- Hauff F, Hoernle K, Tilton G, Graham D, Kerr AC (in review) Large Volume Recycling of Oceanic Lithosphere: Geochemical Evidence from the Caribbean Large Igneous Province. *Earth Planet Sci Lett.*
- Hauff F, Hoernle K, Boogard v.d. P, Alvarado GE, Garbe-Schönberg D (in prep) Age and Geochemistry of Basaltic Complexes in Western Costa Rica: Contributions to the Geotectonic Evolution of Central America. *J Geophys Res.*

- Hinz K, von Huene R, Ranero CR, and PACOMAR Working Group (1996) Tectonic structure of the convergent Pacific margin offshore Costa Rica from multichannel seismic reflection data. *Tectonics*, 15, 1, 54-66.
- Huene R von und Flueh ER (1994) A review of geophysical studies along the Middle America Trench off Costa Rica and the problematic seaward terminus of continental crust. In: H. Seyfried and W. Hellmann (Eds.): *Geology of an Evolving Island Arc - The Isthmus of Southern Nicaragua, Costa Rica, and Western Panama.*, *Profil 7, Stuttgart*, 143-159.
- Huene R von, Bialas J, Flueh E, Cropp B, Csernok T, Fabel E, Hoffmann J, Emeis K, Holler P, Jeschke G, Leandro MC, Perez Fernandez I, Chavarria SJ, Florez HA, Escobedo ZD, Leon R and Barrios LO (1995) Morphotectonics of the Pacific convergent margin of Costa Rica; In: Mann, P., Ed., *Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America. Geol. Soc. Am. Spec. Paper 295*, Boulder, Colorado, 291-307.
- McIntosh K, Akbar F, Calderon C, Stoffa P, Operto S, Christeson G, Nakamura Y, Shipley T, Flueh E, Stavenhagen A and Leandro G (submitted) Large Aperture Seismic Imaging at a convergent margin: techniques and results from the Costa Rica seismogenic zone. *Mar. Geophys. Res.*
- Meschede M and Flügel ER (1995) Das TICOSECT-Projekt in Costa Rica. *Nachr. Dt. Geol. Ges.*, 55, 104-110.
- Pecher IA, Ranero CR, Huene vR, Minshull TA and Singh SC (1998) The nature and distribution of bottom simulating reflectors at the Costa Rican convergent margin. *Geophys. J. Int.*, 133, 219-229.
- Ranero CR, Pecher I., von Huene R. (in prep) Heat flux and crustal structure along the Pacific Margin off Costa Rica
- Sallarès V, Dañoibeitia JJ, Flueh ER, and Leandro G (in press) Wide-angle seismic velocity structure across the Middle American Trench in Northern Costa Rica. *J. Geodynamics*, in press.
- Weinrebe W und Heeren F (1997) Hochauflösende Bathymetrie - Basis mariner geowissenschaftlicher Arbeiten. *Geowissenschaften* 15, Heft 9: 278-281.
- Ye S, Bialas J, Flueh ER, Stavenhagen A, von Huene R, Leandro G, and Hinz, K (1996) Crustal structure of the Middle American Trench off Costa Rica from wide-angle seismic data; *Tectonics*, 15, 5, 1006-1021.

Werner R, Hoernle K, Garbe-Schönberg D und andere bereiten zur Zeit eine weitere Arbeit vor, in der schwerpunktmäßig die Haupt- und Spurenelementsignaturen (EMS-, RFA- und ICP-MS-Analytik) der bei SO 107 beprobten Strukturen diskutiert werden. Diese Arbeit soll 1999 bei der Zeitschrift "Contributions to Mineralogy and Petrology" eingereicht werden.

Flueh, E. R., von Huene, R., and Ranero, C. bereiten für den Sonderband des 16. Lateinamerika - Kolloquiums in Bayreuth noch einen Beitrag über die Erosion des costa-ricanischen Kontinentalrandes vor.

von Huene, R., Ranero, C., and Alvarado, G. bereiten eine Arbeit über die Beziehungen zwischen der Bathymetrie und den Epizentren am costa-ricanischen Kontinentalrand vor.

7. Voraussichtlicher Nutzen

Die ersten erzielten Ergebnisse sind von offensichtlichem Wert für die weiteren Forschungsaktivitäten, wie es durch die vielen Zitate unserer Ergebnisse durch andere belegt wird. Die in Nicaragua geplante Installation eines Tsunami - Frühwarnsystems baut auf unseren Ergebnissen auf, die lokale Seismizitätsbeobachtung wird viel besser verstanden, und mögliche Lokationen für Meeresspiegelmonitoring - Systeme können anhand der Bathymetrie optimal platziert werden. Das Erkennen von alten Riffstrukturen auf dem Outerarc - Hoch hat bei Firmen der Kohlenwasserstoffindustrie große Aufmerksamkeit gefunden. Das seismische Gefahrenpotential im Süden Costa Ricas kann nun viel besser beurteilt werden. Für ein geplantes Staudammprojekt bei Baruca nahe der Osa - Halbinsel wird seit ca. 6 Monaten ein lokales seismisches Netz betrieben, unsere Ergebnisse werden für die Interpretation eine wichtige Hilfe sein. Auch die Konfiguration

dieses neuen Netzwerkes wurde von unseren Resultaten beeinflusst. Einige Ergebnisse haben wie unter Punkt 6.3 dargestellt eine fachübergreifende Bedeutung (z.B. für die Evolutionsforschung). Weitere wissenschaftliche Untersuchungen werden auch durch die Verfasser vorangetrieben. So ist die Fahrt SO 144 - PAGANINI im Herbst 1999 ganz wesentlich aus den bisherigen Ergebnissen entstanden. Durch eine Kombination der Ergebnisse aus PAGANINI, PACOMAR, Untersuchungen der Terranes in Panama (zur Zeit in der Antragsphase) und TICOSECT könnte erstmals die geodynamische Entwicklung des Galapagos-Hotspot-Systems über 90 Ma detailliert rekonstruiert werden und damit wichtige neue Erkenntnisse über die Struktur und Dynamik vom Mantelplumes gewonnen werden. Weiterhin wurde bei ODP ein Bohrvorschlag für eine Bohrung in die seismogene Zone eingereicht. Nach unseren Ergebnissen ist damit erstmals eine Lokation gefunden worden, in der dieses Ziel in geringer Tiefe angetroffen werden kann. Weiterhin ist eine ODP - Bohrung vor Nicaragua vorgeschlagen worden, die ebenfalls durch unsere Erkenntnisse ganz erhebliche Voraussetzungen erfahren hat. Im amerikanischen MARGINS - Programm wurde die seismogene Zone von Costa Rica für eine Pilotstudie vorgeschlagen, auch hier haben unsere Daten eine erhebliche Entscheidungshilfe gebracht. Letztendlich soll auch der gerade von der CAU Kiel bei der DFG vorgelegte Antrag für einen neuen Sonderforschungsbereich erwähnt werden, in welchem das Gebiet von Costa Rica und Nicaragua einen erheblichen Stellenwert einnimmt.

8. Ergebnisse Dritter

Die Ergebnisse der auf SO107 erfolgten geologischen Beprobung durch die Kollegen der Universität Greifswald werden in einem gesonderten Abschlußbericht dargestellt. Im Rahmen des von der DFG geförderten TICOSECT - Projektes wurden eine Reihe von geowissenschaftlichen Untersuchungen in Costa Rica und Panama durchgeführt, wobei es jährliche Workshops zum gemeinsamen Gedankenaustausch und zur Diskussion auch mit den im Offshorebereich arbeitenden Kollegen gegeben hat. Über Fahrten amerikanischer Forschungsschiffe und den Einsatz von Tauchbooten ist in der wissenschaftlichen Literatur ausführlich berichtet worden. Die Bewertung einer seismischen 3D - Fläche, die 1995 von der BGR vermessen wurde und zur Zeit gemeinsam von Kollegen der BGR und des GEOMAR bearbeitet wird, wird in Kürze vorliegen. Wichtige neue Erkenntnisse lassen sich aus den Ergebnissen von ODP - Leg 170 ableiten. Dabei wurde gezeigt, daß heute keine Akkretion von Sedimenten vor der Nicoya-Halbinsel erfolgt und das Basement des Kontinentalabhanges aus ophiolitischem Material besteht.

9. Liste der Vorträge und Veröffentlichungen

9.a Veröffentlichungen:

- Barckhausen U, Roeser HA, and von Huene R (1998) New insights into the structure of the Cocos Plate offshore Costa Rica from seamount magnetic measurements. *Zbl. Geol. Paläont*, Teil1, 1997 (3-6), 385-391.
- Barkhausen U, Ranero C, von Huene R and Meschede M. (submitted) Revised tectonic boundaries in the Cocos Plate off Costa Rica and analogous segmentation of the continent. *Tectonics*
- Hauff F, Hoernle K, Boogard v.d. P, Alvarado GE, Garbe-Schönberg D (in prep) Age and Geochemistry of Basaltic Complexes in Western Costa Rica: Contributions to the Geotectonic Evolution of Central America. *J Geophys Res.*

- Hoernle K, Werner R, Morgan JP, Bryce J, Mrazek J (submitted) Existence of complex zonation in the Galapagos plume for at least 14.5. Ma. *Nature*
- Pecher IA, Ranero CR, Huene vR, Minshull TA & Singh SC (1998) The nature and distribution of bottom simulating reflectors at the Costa Rican convergent margin. *Geophys. J. Int.*, 133, 219-229.
- Ranero CR, Pecher I, von Huene R. (in prep) Heat flux and crustal structure along the Pacific Margin off Costa Rica
- Ranero CR, von Huene R, Flueh ER, Duarte M, Baca D, McIntosh K, (submitted) A cross section of the convergent Pacific margin of Nicaragua. *Tectonics*
- Sallarès V, Dañobeitia JJ, Flueh ER and Leandro G (in press) Wide-angle seismic velocity structure across the Middle American Trench in Northern Costa Rica. *J. Geodynamics*
- Spangenberg T und Fahrteilnehmer (1997) Fahrtbericht SO107 PACOMAR 3. Universität Greifswald, 165pp.
- Stavenhagen AU, Flueh ER, Ranero C, McIntosh KD Shipley T, Leandro G, Schulze A and Dañobeitia JJ (1998) Seismic wide-angle investigations in Costa Rica - a crustal velocity model from the Pacific to the Caribbean coast. *Zbl. Geol. Paläont*, Teil1, 1997 (3-6), 393-408.
- Werner R, Hoernle K, Bogaard Pvd, Ranero C, Huene Rv, Korich D. A drowned 14 Ma old Galapagos archipelago off the coast of Costa Rica: implications for evolutionary and plate tectonic models. *Geology* (in review)
- Walther Ch, Flueh ER and Strauch W (in prep-) Seismic investigations at the Pacific margin of Nicaragua. *Geophys. J. Int.*.
- Weinrebe W und Heeren F (1997) Hochauflösende Bathymetrie - Basis mariner geowissenschaftlicher Arbeiten. *Geowissenschaften* 15, Heft 9: 278-281.
- Zuleger E, Sachs PM, Hoernle K, Werner R, Lechtenberg F (1997) Isotopen- und Spurenelementuntersuchungen von geologischen Systemen. *Geowissenschaften* 9: 306 - 309

9.b Vorträge

Hamburg: Lateinamerika-Kolloquium, 16. - 18. Oktober 1996

- Mrazek J, Korich D, Werner R, Eidam J: Vortrag: PACOMAR 3 - erste geologisch-petrographische Resultate aus Borduntersuchungen der Forschungsfahrt SONNE 107/96 (Cocosplatte und Kontinentalrand vor Costa Rica). *Terra Nostra* 8: 101
- Stehr G, Heeren F, Weinrebe W, von Huene R: Vortrag und Poster: Magnetische und bathymetrische Untersuchungen am Kontinentalrand von Costa Rica und Nicaragua - Erste Ergebnisse der Forschungsfahrt SO 107
- Walther C, Flüh E, Ranero C, von Huene R: Poster: Seismische Messungen im Bereich des Mittelamerikanischen Grabens vor Nicaragua

Puerto Vallarta: Reunion Anual 1996 de la Union Geofisica Mexicana, November 4 - 8, 1996

- Salarez V, Danobeitia JJ, Flueh E, Stavenhagen A, Leandro G, Redondo C: Vortrag: Sismica de gran angulo a traves de la Peninsula de Nicoya, Costa Rica: Resultados Preliminares.

San Francisco: AGU Fall Meeting, December 15-19, 1996

- Ranero CR, von Huene R, Pecher I: Poster: Heat flow pattern modelled from BSRs along the pacific continental margin of Costa Rica
- Stavenhagen AU, Flüh E, Ranero CR, Shipley T, McIntosh K, Schulze A, Goedde H, Leandro G, Dañobeitia JJ, Sallarès V: Poster: Crustal structure in Southern Costa Rica from seismic wide-angle experiments
- Walther C, Flüh E, Ranero CR, von Huene R: Poster: Seismic investigations offshore Nicaragua.

Toulouse: 2nd International Conference on natural gas hydrates, June 2 - 6, 1996

- Pecher I.A, von Huene R, Ranero C, Kukowski N: Poster: Formation mechanism of free gas beneath the hydrate stability zone at convergent margins - geophysical evidence from bottom simulating reflectors at the Peruvian and Pacific Costa Rica margins

Potsdam: 57. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft (DGG), 3 - 7 März 1997

Walther Ch, Flüh ER, Ranero C, von Huene R: Poster. Seismische Messungen im Bereich des Mittelamerikanischen Grabens vor Nicaragua.

Kiel: Meeresforschung mit FS SONNE - Statusseminar 1997, 19.-21. März 1997

Stehr G, Heeren F, Weinrebe W, von Huene R: Poster: Magnetische und bathymetrische Untersuchungen am Kontinentalrand von Costa Rica (SO-107)

Walther C, Flueh ER, Ranero C, von Huene R: Poster: Seismische Messungen im Bereich des mittelamerikanischen Grabens vor Nicaragua.

Werner R, Hoernle K, Korich D, Eidam J, Mrazek J: Poster: Geochemie von Vulkaniten auf einer Nordwest-Südost Traverse vor der Pazifikküste Costa Ricas (SO 107).

Vienna: EGS XXII European Geophysical Society General Assembly, April 21-25, 1997

Ranero CR, von Huene R and Pecher I: Poster. Tectonic structure and heat flux of the Pacific convergent margin of Costa Rica.

Stavenhagen A, Flueh ER, Christeson G, McIntosh K, Goedde H, Schulze A, Mechi J: Poster: Comparison of the influence of crustal structure during the subduction at the Middle America trench at the Costa Rica Pacific coast from wide-angle seismic modelling.

Walther Ch, Flüh ER, Ranero C, von Huene R: Poster: From Cocos to Caribbean Plate - Seismic Investigations Offshore Nicaragua

Symposium XXV Anniversary of the Earthquake of Managua 1972: 3-5-Dez 1997, Managua, Nicaragua

Walther Ch, Flüh ER, Ranero C, von Huene R: Poster: From Cocos to Caribbean Plate - Geophysical Investigations Offshore Nicaragua

Weinrebe W, Ranero C, Stehr G, von Huene R: Magnetic and bathymetric data collected during cruise So 107 offshore Nicaragua.

Ranero CR, Duarte M, Flueh ER, von Huene R: A cross section of the offshore Sandino Basin Pacific Margin of Nicaragua.

Köln: 75. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, 16. - 19. Dezember 1997

Werner R, Hoernle K, Korich D, Mrazek J.: Vortrag: Cocos Ridge and neighboring seamounts off the coast of Costa Rica: Implications for the evolution of the Galapagos hotspot. Beih Euro J Min 8: 383

San Francisco: American Geophysical Union (AGU) 1997 Fall Meeting, 8. - 12. Dezember

Walther C, Flüh ER, Ranero C, von Huene R, Poster: Seismic Investigations Offshore Nicaragua

Stavenhagen, A.U., Flueh, E.R., Ranero, C.R., Shipley, T., McIntosh, K., Leandro, G, Danobeitia, J.J., Sallares, V., Poster: Crustal structure in southern Costa Rica from seismic wide-angle experiments.

Göttingen: 58. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft (DGG), 30. März - 3. April 1998

Walther Ch, Flüh ER: Poster: Geophysikalische Messungen an der Pazifikküste vor Nicaragua

Ranero, C.R., von Huene, R., Flueh, E., Duarte, M., Baca, D., Poster: Structure of the Sandino Forearc Basin, Pacific Margin of Nicaragua.

Nizza: XXIII General Assembly of the European Geophysical Society, 20.-24. April 1998

Walther Ch, Flüh ER: Poster: From Cocos to Caribbean Plate - Geophysical Investigations at the Pacific Coast of Nicaragua

Ranero, C. R., von Huene, R., Flueh, E., Duarte, M. Baca, D., Poster: Structure of the Sandino Forearc Basin, Pacific Margin of Nicaragua.

Pecher, I. A., Ranero, C. R., von Huene, R., Vortrag: BSRs offshore Costa Rica.

Kapstadt: IAVCEI International Volcanological Congress, 11.-16. Juli 1998

Hoernle K, Hauff F, Werner R, van den Bogaard P, Schweikert U and Schmincke HU: Vortrag: Origin and evolution of Galapagos hotspot and Caribbean large igneous province

Barcelona: 8th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents and their Margins, 20.-25. September 1998

Ranero CR, Huene R von, Flüh ER, Duarte M and Baca D: Vortrag: Structure of the continental convergent pacific margin of Nicaragua

Ranero CR, Huene R von, Flüh ER, Duarte M and Baca D: Poster: Structure of the continental convergent pacific margin of Nicaragua

Sallarès V, Dañobeitia JJ, Flüh ER and Leandro G: Poster: Crustal structure of southern Middle American landbridge: New insights from combined seismic profiling and local earthquakes tomography in Costa Rica

Scholl DW, Huene R von, Ranero CR, Vannuci P: Vortrag: Deep reflection imaging and drilling at convergent margins persist in documenting subduction-caused erosion of upper plate lithosphere: New example from Costa Rica and the broader implications for interpreting seismic images of ancient orogenic belts arcs

Bayreuth: 16. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium, 14.-16. Oktober 1998

Flüh ER, Stavenhagen A, Walther C, Huene R von und Ranero CR: Vortrag: Die Krustenstruktur in Costa Rica und Nicaragua aus seismischen Untersuchungen

Hoernle K, Schweikert U, Werner R, Bogaard Pvd: Vortrag: The Caribbean flood basalt event and the missing link to the Galapagos hotspot: Preliminary results from Panama.

Ranero CR, Huene R von, Flüh ER, Duarte M and BACA D: Vortrag: Structure of the continental convergent Pacific margin of Nicaragua

Walther C und Flüh ER: Poster: SONNE-Fahrt SO107 - Ergebnisse geophysikalischer Messungen an der Pazifikküste von Nicaragua

Werner R, Hoernle K, Bogaard Pvd, Hauff F, Korich D, Mrazek J: Vortrag: Cocos Ridge and adjacent seamounts off the coast of Costa Rica: insight into the geodynamic evolution of the Galapagos plume.

Barckhausen U, Ranero CR, Meschede M, von Huene R: Poster: Mapping the trace of the triple junction of the East Pacific Rise and Cocos-Nazca Spreading Center off Costa Rica.

San Francisco: American Geophysical Union (AGU) 1998 Fall Meeting, 6. - 10. Dezember

Christeson GL, McIntosh KD, Shipley TH, Flueh E, Goedde H, Leandro G, TICOSECT Working Group: Poster: Structure of Costa Rica Convergent Margin Offshore Nicoya Peninsula: Constraints From Wide-angle OBS Data.

Huene R von.; Ranero, CR: Poster: Analogous segmentation, ocean crust, continental margin and volcanoes in Costa Rica.

Barckhausen U, Ranero CR; Meschede M, Huene R von: Vortrag: Mapping the trace of the triple junction of the East Pacific Rise and the Cocos Nazca spreading Center off Costa Rica.

Ranero CR, von Huene R., Flueh E, Duarte M, Baca D, McIntosh K: Poster: A cross section of the Pacific convergent margin of Nicaragua.

Danksagung

Wir danken dem BMFT für die gewährte Unterstützung und dem Projektträger BEO-Warnemünde für die unbürokratische administrative Abwicklung. Dem DAAD danken wir für das Stipendium an Herrn M. Duarte. Besonderer Dank gilt Kapitän Kalthoff und der Besatzung des FS SONNE für ihre Kooperation während der Ausfahrt SO107, sowie dem Fahrleiter Prof. J. Mrazek für die umsichtige Fahrplanung.

Erfolgskontrollbericht

1. Beitrag der Ergebnisse zu den förderpolitischen Zielen des Förderprogramms

Das Vorhaben ist eingebettet in das Programm Meeresforschung und Meerestechnik der Bundesregierung und berührt die unter 4.1.1, Geowissenschaftliche Grundlagenforschung, genannten Aufgaben mit dem besonderen Schwerpunkt auf den geologischen Prozessen in Raum und Zeit an Kontinentalrändern und der Grundlagenforschung zu Umweltfragen. Es stellt weiterhin einen wichtigen deutschen Beitrag zur IDNDR (International Decade of Natural Disaster Reduction) dar. Ziel der IDNDR ist es, die negativen Auswirkungen natürlicher Katastrophen zu vermindern. Dazu sind grundlegende Erkenntnisse über die Ursachen dieser Prozesse notwendig, die hier im Rahmen des Vorhabens am pazifischen Kontinentalrand Costa Ricas und Nicaraguas erarbeitet wurden. Das Arbeitsgebiet zeichnet sich durch einen raschen Wechsel wichtiger Kenngrößen innerhalb kurzer Distanzen aus und durch vergleichende Untersuchungen können ihre Ursachen und mögliche Wechselwirkungen besser verstanden werden.

2. Wissenschaftlicher und technischer Erfolg des Vorhabens

Die wissenschaftlichen Erfolge des Projektes sind in den dem Schlußbericht beigelegten sechs Publikationen ausführlich beschrieben. Auf zahlreichen Tagungen wurde über das Projekt berichtet, und weitere Arbeiten, die auf den vorgelegten Ergebnissen aufbauen, wurden bereits initiiert.

3. Finanzierungs- und Zeitplan

Der im Antrag vorgestellte Finanzierungs- und Zeitplan wurde im wesentlichen eingehalten, kleinere Änderungen im Finanzierungsplan wurden nach Rücksprache mit dem Projektträger vereinbart.

4. Verwertbarkeit der Ergebnisse und die Verwertungsmöglichkeiten

Die gewonnenen Ergebnisse stellen die Grundlage für eine Reihe von weiterführenden Programmen dar, mit deren Realisierung teilweise bereits begonnen wurde. Dabei handelt es sich nicht nur um rein wissenschaftliche Zielsetzungen. Zwei geplante Projekte (ein Tsunami-Frühwarnsystem in Nicaragua und ein Staudamm Projekt (Boruca) in Costa Rica) profitieren unmittelbar von den erzielten Resultaten und können diese direkt nutzen.

5. Erfindungen und Schutzrechtsanmeldungen

Diese wurde nicht geltend gemacht.

6. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Die Reichweite und Qualität der eingesetzten seismischen Quellen sind verbesserungsbedürftig. Mit einem abgestimmten Airgunarray, wie es z. B. die BGR betreibt, hätten die seismischen Ergebnisse sicherlich weiter verbessert werden können.