

Der Tabar-Feni-Inselbogen und sein plattentektonisches Regime

oder

Wie entsteht ein Inselbogen ohne eine aktive Subduktionszone

Dissertation
zur Erlangung des
Doktorgrades der Naturwissenschaften

im Fachbereich Geowissenschaften
der Universität Bremen

Vorgelegt von
Hans-Hermann Gennerich
Bremen, im Feb. 2001

Berichte aus der Geowissenschaft

Hans-Hermann Gennerich

**Der Tabar-Feni-Inselbogen und
sein plattentektonisches Regime**

oder

Wie entsteht ein Inselbogen
ohne eine aktive Subduktionszone

D 46 (Diss. Universität Bremen)

Shaker Verlag
Aachen 2002

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Gennerich, Hans-Hermann:

Der Tabar-Feni-Inselbogen und sein plattentektonisches Regime oder
Wie entsteht ein Inselbogen ohne eine aktive Subduktionszone /

Hans-Hermann Gennerich. Aachen : Shaker, 2002

(Berichte aus der Geowissenschaft)

Zugl.: Bremen, Univ., Diss., 2001

ISBN 3-8265-9719-2

Copyright Shaker Verlag 2002

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-9719-2

ISSN 0945-0777

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	3
2 Geologisches Umfeld des New Irelandbeckens	5
2.1 Heutige regionale plattentektonische Situation	5
2.2 Regionale plattentektonische Geschichte	10
2.3 Definition des New Irelandbeckens	12
2.3.1 Entwicklung der seismostratigraphischen Sequenzen im New Irelandbecken	12
2.3.2 Störungssysteme des New Irelandbeckens	15
2.3.3 Der Tabar-Feni-Inselbogen	16
3 Frühere marine geophysikalische Forschungsfahrten	19
4 Bathymetrische Untersuchungen im Tabar-Feni-Inselbogen	21
4.1 Einführung	21
4.2 Datenbearbeitung und Darstellung	22
4.3 Ergebnisse	22
4.3.1 Tabar	24
4.3.2 Lihir	25
4.3.3 Tanga	29
4.3.4 Feni	31
4.4 Schlußfolgerungen	31
5 Reflexionsseismische Untersuchungen im New Irelandbecken	33
5.1 Einführung	33
5.2 Reflexionsseismische Apparatur der Reise SO-94	33
5.3 Konfiguration der reflexionsseismischen Aufzeichnungseinheit	33
5.4 Datenbearbeitung	34
5.5 Reflexionsseismische Profile (Lage, technische Daten)	36
5.6 Interpretation der Reflexionsseismik	36
5.6.1 Beschreibung und Interpretation der reflexionsseismischen Profile der Fahrt SO-94	41
5.6.2 Seismische Profile früherer Erkundungen	64
5.7 Zusammenfassende Folgerungen aus den reflexionsseismischen Linien für die Tektonik im New Irelandbecken	65
6 Das thermische Regime im New Irelandbecken	73
6.1 Marine Wärmestromdichte	73
6.1.1 Krustenalter	73
6.1.2 Vulkanismus und hydrothermale Zirkulation	73
6.1.3 Oberflächeneinflüsse	75
6.1.4 Asthenosphäreneinflüsse	76
6.2 Wärmestromdichtemessungen im New Irelandbecken	76
6.2.1 Das Meßverfahren	76
6.2.2 Lage der Meßpunkte und unkorrigierte Ergebnisse	78
6.2.3 Korrekturen	82
6.2.4 Interpretation der Wärmestromdichtemessungen	86
6.2.5 Zusammenfassung Wärmestromdichtemessungen	88

6.3	BSR am Inselsockel von Feni-Inland	89
6.3.1	Einführung in BSR	89
6.3.2	Ursprung des Methans	89
6.3.3	Bestimmung des Wärmestroms aus dem BSR	93
6.3.4	Diskussion der Ergebnisse aus dem BSR	100
6.3.5	Zusammenfassung BSR am Inselsockel von Feni-Inland	101
6.4	Schlußfolgerungen	102
7	Seismologie	103
7.1	Neuere Studien der Seismizität im östlichen Papua New Guinea	103
7.2	Seismizität von Subduktionszonen	105
7.2.1	Stress in den Platten an Subduktionszonen	105
7.3	Seismologische Datenbasis dieser Arbeit	109
7.3.1	Hypozentren des International Seismological Center (ISC)	109
7.3.2	Momententensoren nach der CMT Methode	110
7.4	Darstellung der Daten	111
7.4.1	Verteilung der Seismizität	111
7.4.2	Herdmechanismen	111
7.4.3	Spannungssituation in der Kruste	111
7.5	Interpretation der Daten	112
7.5.1	Subduktion am New Britaingraben	112
7.5.2	Flachseismische Aktivität ohne direkten Zusammenhang mit Subduktion	128
7.6	Zusammengefaßte Ergebnisse aus der Analyse der Erdbeben	130
8	Geophysikalische Untersuchungen in den Southeastern Rifts im Manus Becken	133
8.1	Einführung	133
8.2	Das tektonische Umfeld der Southeastern Rifts	134
8.3	Explorationsgeschichte des Manusbeckens	135
8.4	Während der Reise SO-94 im Manusbecken gewonnene Daten	136
8.4.1	Ergebnisse	137
8.4.2	Zusammengefaßte Interpretation der neu gewonnenen Daten	148
8.5	Interpretation veröffentlichter geophysikalischer Daten	149
8.5.1	Erdbeben	149
8.5.2	Morphologie der Southeastern Rifts	154
8.5.3	Magnetik	154
8.5.4	Schwere	156
8.6	Synthese	158
8.7	Fazit	159
9	Das Queen Emmabecken	161
9.1	Einführung	161
9.2	Lage und bisherige Arbeiten	161
9.3	Bathymetrie und seismische Profile im Queen Emmabecken	166
9.3	Seismologie des Queen Emmabeckens	166
9.4	Zusammengefaßte Interpretation	169
10	Zusammenfassung und tektonisches Modell	173
11	Ausblick	179
12	Literatur	181

1 Einführung

Ziel dieser Arbeit ist es, mit geophysikalischen Untersuchungen das tektonische Umfeld zu untersuchen, in dem sich der Tabar-Feni-Inselbogen gebildet hat. Dieser hat insbesondere durch die weltweit jüngste und extrem große hydrothermale Gold-Lagerstätte auf Lihir - das „Ladolam Gold Deposit“ - Aufsehen erregt.

Das plattentektonische Regime und die Ursachen der Entstehung des Tabar-Feni-Inselbogens waren bislang ungeklärt. Die Inselkette verläuft parallel zum Kilinailaugraben und erscheint auf den ersten Blick als typischer vulkanischer Inselbogen hinter einer Subduktionszone. Bei genauem Hinsehen zeigt sich jedoch, daß ein weiteres typisches Charakteristikum von Subduktionszonen fehlt - die Wadati Benioffzone, die ausgehend von der Subduktionsrinne den Verlauf der abtauchenden Platte in die Tiefe anhand von Beben nachzeichnet. Weder Kilinailaugraben noch Manusgraben weisen eine signifikante und geschweige denn eine tiefe Seismizität auf. In anderen Studien wurden diese morphologischen Merkmale als Relikt der ehemaligen Subduktionsrinne der Pazifischen Platte interpretiert, deren Absinken jedoch schon vor 10 Mio. Jahren mit der Ankunft des Ontong Java Plateaus gestoppt wurde. Selbst die ältesten vulkanischen Gesteine, die in der Tabar-Feni-Inselkette gefunden wurden, sind jedoch bei weitem jünger. Sie stammen von der Tabargruppe und wurden auf ein Alter von 3,6 Mio Jahre datiert, während die jüngsten auf Feni mit einem Alter von sogar nur 2300 Jahren angetroffen werden. Sie alle wurden also in einer Zeitspanne eruptiert, in der die Subduktion längst inaktiv war und sind somit nicht in typischer Weise mit dieser verknüpft.

Geochemische und petrologische Analysen der vulkanischen Gesteine in der Tabar-Feni-Inselkette ergaben jedoch, daß deren Zusammensetzung auf eine Anreicherung des Mantels durch subduzierte Kruste hindeutet. Petrologische Modellrechnungen wiesen darauf hin, daß eine adiabatische Aufschmelzung eines subduktionsdotierten oberen Mantels unter Druckentlastung solche Magmen produzieren könnte. Es wurde angenommen, daß die vor mehr als 10 Mio. Jahren am Kilinailaugraben subduzierte Kruste der Pazifischen Platte Quelle dieser Anreicherung ist, und diese unter dem New Irelandbecken erhalten blieb. Aufgrund der bisher unzureichenden geophysikalischen Datenbasis konnten bislang keine Nachweise für Extension im New Irelandbecken erbracht werden und die Ursache für den Vulkanismus blieb weiterhin spekulativ.

Die geophysikalischen Untersuchungen während der Reise SO-94 mit dem Forschungsschiff Sonne im Jahr 1994 lieferten für die Umgebung der Tabar-Feni-Inselkette mit ca. 600 km hochauflösender reflexionsseismischer Profile, kontinuierlich registrierten Fächerecholotdaten von ca. 10000 km² Meeresboden und den ersten marinen Wärmestromdichtemessungen in diesem Becken eine signifikante Erweiterung der geophysikalischen Datenbasis.

Daher wird in dieser Arbeit basierend auf diesen neuen Daten in Verbindung mit der Auswertung teleseismischer Daten und veröffentlichter reflexionsseismischer Daten früherer Übersichtskampagnen aus den Jahren 1973 und 1984 der Fragestellung nach dem plattentektonischen Regime der Entstehung der Tabar-Feni-Inselkette nachgegangen.

Zunächst werden die für diese Studie prozessierten bathymetrischen Daten der Reise SO-94 auf Hinweise auf Störungen wie vertikale Stufen, längliche Formen oder linear angeordnete vulkanische Strukturen untersucht und interpretiert. Diese flächenhafte Betrachtung wird danach anhand von Vertikalschnitten durch reflexionsseismische Profile ergänzt. Zu diesem Zweck wurden die reflexionsseismischen Profile der gleichen Reise prozessiert und im Kontext bereits existierender Profile interpretiert. Das Ausmaß der magmatischen Aktivität wird nun mittels geothermischer Daten, die für diese Untersuchung bearbeitet und interpretiert wurden, bewertet. Um die hieraus entwickelte lokale tektonische Situation im New Irelandbecken in ein plattentektonisches Konzept einbinden zu können, werden im folgenden Kapitel die in Katalogen vorhandenen teleseismischen Parameter im regionalen Maßstab ausgewertet. Eine Deformierung der Wadati-Benioffzone kann Hinweise auf Krustenreste im Mantel von einer erloschenen Subduktion am

Manus-Kilinailaugraben liefern. Weiter bietet die Verteilung flachseismischer Aktivität eine Basis, um spröde Deformation in der Kruste zu lokalisieren und anhand der seismischen Momententensoren die Spannungssituation in der Kruste auszuwerten. Zum Vergleich wird nun die Situation im sich westlich anschließenden Manusbecken untersucht und später auf Übereinstimmungen mit dem New Irelandbecken interpretiert. Die im Manusbecken gut entwickelte flache Seismizität entlang einer Lineation, die für diese Arbeit bearbeiteten seismischen, echografischen und bathymetrischen sowie bereits vorhandene magnetische und gravimetrische Daten erlauben einen guten Zugang zur dortigen tektonischen Situation. Die Plausibilität der insgesamt festgestellten Nordwest-Südost-Extension im New Irelandbecken wird dann anhand seiner Auswirkung auf die Tektonik am Rand des südöstlich benachbarten Queen Emmabeckens überprüft. Abschließend wird ein Modell für die tektonische Situation im New Irelandbecken vorgestellt, in der der Tabar-Feni-Inselbogen entstanden ist.