

**DIE NORDCHILENISCHE KÜSTENKORDILLERE BEI TALTAL:  
SCHERZONEN UND FOREARC-SLIVER  
IM JURASSISCHEN UND UNTERKRETAZISCHEN MAGMATISCHEN BOGEN**

**von**

**DETLEF KURTH**

**Berlin**



**Dissertation an der Freien Universität Berlin, Fachbereich Geowissenschaften, Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik**

**Datum der Disputation: 20.04.2000**

**1. Gutachter: Prof. Dr. K.-J. Reutter      2. Gutachter: Priv.-Doz. Dr. E. Scheuber**

---

<b>1 EINFÜHRUNG UND ARBEITSANSATZ.....</b>	<b>1</b>
1.1 VORWORT.....	1
1.2 GEOLOGISCHER RAHMEN.....	1
1.3 ARBEITSANSATZ.....	8
1.4 ARBEITSGRUNDLAGEN UND METHODIK.....	12
1.5 GEOGRAPHIE DES ARBEITSGEBIETES.....	13
1.5.1 Taltal / Infrastruktur .....	13
1.5.2 Morphologie .....	15
1.5.3 Klima .....	15
1.5.4 Tiere und Pflanzen.....	16
<b>2 GEOLOGIE .....</b>	<b>17</b>
2.1 SEDIMENTÄRE UND VULKANISCHE FORMATIONEN.....	17
2.1.1 Formación Las Tórtolas (Devon - Karbon) .....	17
2.1.2 Formación Cifuncho (Obertrias) .....	21
2.1.3 Formación Pan de Azucar (Hettangium - Sinemurium) .....	28
2.1.4 Formación Posada de los Hidalgo (Hettangium - Sinemurium) .....	32
2.1.5 Formación La Negra (Toarcium - Bathonium) .....	34
2.1.6 Formación Aeropuerto (Unterkreide) .....	37
2.1.7 Gravas de Atacama (Oligozän - Miozän) .....	44
2.1.8 Quartäre Ablagerungen.....	44
2.2 PLUTONISCHE UND SUBVULKANISCHE INTRUSIONEN.....	46
2.2.1 Grupo Plutónico Cifuncho (Permo-Karbon) .....	46
2.2.2 Grupo Plutónico Matancilla (Jura) - Überblick .....	47
2.2.3 Grupo Plutónico Matancilla: Altersverteilung im Arbeitsgebiet .....	50
2.2.4 Grupo Plutónico Cerro del Pingo (Unterkreide) .....	51
2.3 GÄNGE UND STÖCKE .....	53
2.3.1 Jurassische Lagergänge und Stöcke in der Formación Cifuncho.....	53
2.3.2 Jurassische dykes .....	55
<b>3 STRUKTUREN.....</b>	<b>56</b>
3.1 DIE ATACAMA-STÖRUNGSZONE .....	58
3.1.1 Verlauf der Atacama-Störung und Störungsgesteine .....	58
3.1.2 Schersinnindikatoren entlang der Atacama-Störungszone .....	62
3.1.3 Alter der Bewegung an der Atacama-Störungszone .....	62
3.1.4 Druckindikatoren an Intrusivgesteinen im Bereich der Atacama-Störungszone.....	66
3.2 DAS LAS-LUCES-LINEAMENT.....	67
3.3 N- BIS NW-STREICHENDE STÖRUNGEN AN TEILBLOCKGRENZEN.....	71
3.3.1 Störungssystem in der Quebrada Buena Esperanza .....	71

## INHALTSVERZEICHNIS

II

---

3.3.2	Störungssystem in der Quebrada del Gritón.....	72
3.3.3	Aguada Jacinto Diaz .....	73
3.4	NE-STREICHENDE STÖRUNGEN .....	73
3.4.1	NE-Versatz in der Quebrada Fuente del Arriero.....	73
3.4.2	NE-Lineament entlang der Quebrada Cifuncho .....	76
3.5	TALTAL-STÖRUNG .....	78
3.6	STRUKTUR-INVENTAR AUSGEWÄHLTER GEBIETE.....	80
3.6.1	Strukturen in den Cerros de Gritón und der Quebrada del Gritón.....	82
3.6.2	Strukturen im Bereich der Quebrada Buena Esperanza.....	86
3.6.3	Strukturen nördlich der Quebrada Tigrillo.....	91
3.6.4	Tektonik in den kretazischen Serien der Mina Unión .....	91
<b>4</b>	<b>ENTWICKLUNG .....</b>	<b>92</b>
4.1	PRÄANDINE ENTWICKLUNG .....	92
4.1.1	Paläozoikum im Cifuncho- und Pingo-Block.....	92
4.1.2	Trias im Cifuncho-Block - Erste andinotype Entwicklungen .....	94
4.2	ANDINE ENTWICKLUNG - DER JURASSISCHE MAGMATISCHE BOGEN.....	99
4.2.1	Das Initialstadium (208-195 Ma) .....	102
4.2.2	Aktiver jurassischer magmatischer Bogen (195-160 Ma) .....	104
4.2.3	Sinistrale Transtension (160-150 Ma).....	109
4.2.4	Transtension und Extension (150-140 Ma) .....	113
4.2.5	Der unterkretazische magmatische Bogen.....	116
4.2.6	Die Atacama-Störungszone (148-123 Ma) .....	117
4.2.7	Zusammenfassung .....	122
4.3	DAS GEBIET ALS FOREARC.....	124
4.3.1	NW-streichende Lineamente und Störungen.....	125
4.3.2	NE-streichende Lineamente und Störungen.....	125
<b>5</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>128</b>
5.1	TERRANE UND FOREARC-SLIVER - EIN VERGLEICH .....	128
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>132</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>140</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Übersicht der Lage des Arbeitsgebietes im Kontext der morpho-strukturellen Einheiten der Andinen Entwicklung.....	4
Abb. 2: Einteilung des Arbeitsgebietes in durch Störungen getrennte Krustenabschnitte .....	9
Abb. 3: Überblick über alle Namen der in dieser Arbeit verwendeten Lokalitäten.....	14
Abb. 4: Verbreitung des Paläozoikums in der Küstenkordillere südlich von Taltal.....	18
Abb. 5: Lithologischer Aufbau der Formación Cifuncho im Cifuncho-Block .....	22
Abb. 6: Konkordanter Kontakt zwischen Formación Las Tórtolas (Paläozoikum) und Formación Cifuncho (Trias) in der Quebrada del Gritón .....	25
Abb. 7: Typlokalität Formación Cifuncho in der Quebrada Buena Esperanza (Cifuncho-Block) .....	25
Abb. 8: Lithologischer Aufbau der Formación Pan de Azúcar und Posada de los Hidalgo.....	29
Abb. 9: Basis der Formación La Negra im Gebiet von Las Bombas: .....	36
Abb. 10: Basis der Formación Aeropuerto im Cifuncho-Block westlich der Quebrada Taltal.....	39
Abb. 11: Marine Serien der Formación Aeropuerto an der Mina Unión im Cifuncho-Block .....	39
Abb. 12: Feinsandstein eines Dünenkörpers innerhalb der Formación Aeropuerto.....	41
Abb. 13: Konglomerat in einer Antiklinale südlich der Mina Unión .....	42
Abb. 14: Übergangsbereich von der Formación Las Tórtolas zur Formación Aeropuerto im Pingo-Block: .....	42
Abb. 15: Grávas de Atacama am Aeropuerto Taltal, Blick nach W .....	45
Abb. 16: Quartäre Schotter an der Mündung der Quebrada Cifuncho in die Bahía Cifuncho.....	45
Abb. 17: Lagergang in der Cifuncho-Trias, ca. 1,5 m mächtig, Blick nach SW .....	54
Abb. 18: Übersicht über die Richtungsgruppen im Arbeitsgebiet .....	57
Abb. 19: Verlauf der Atacama-Störungszone im Arbeitsgebiet .....	59
Abb. 20: Sinistral gescherter δ-Klast aus dem Kernbereich der Atacama-Störungszone am Cerro del Pingo .....	63
Abb. 21: Sinistrale s-c-Gefüge aus dem Kernbereich der Atacama-Störungszone .....	63
Abb. 22: Probenlokationen der Datierungen und Druckbestimmungen an der Atacama-Störung.....	65
Abb. 23: Das Las-Luces-Lineament mit syn- und antithetischen Abschiebungen.....	68
Abb. 24: Hauptabschiebung am Las-Luces-Lineament in den Kalken der Formación Pan de Azucar	69
Abb. 25: Nach West fallende Zweigabschiebung am Las-Luces-Lineament im Übergangsbereich der Formación Pan de Azucar zur Formación La Negra, Blick Richtg N, Abschiebungsbetrag ca. 20 Meter.....	69
Abb. 26: Gestaffelte Abschiebungen im Bereich Las Bombas, Blick Richtung SE.....	70
Abb. 27: Schemazeichnung der gestaffelten Abschiebungen.....	70
Abb. 28: Deformierte Phyllite in der Quebrada del Gritón, Blick Richtung S .....	72
Abb. 29: Aguada Jacinto Diaz: NNW-verlaufende Störungszone, Blick Richtung WNW.....	74
Abb. 30: Aguada Jacinto Diaz: Detail der "fault gauge", Blick Richtung ENE .....	74
Abb. 31: Quebrada Fuente de Arriero: NE-Versatz eines Tuffbandes mit Falte im Paläozoikum und der Trias.....	75
Abb. 32: Quebrada Fuente de Arriero: Harnischfläche des Tuffbandes.....	75
Abb. 33: Quebrada Cifuncho: Aufnahme von Nordwest, Apollo-7-Mission 1970 .....	77

---

Abb. 34: Taltal-Störung, Blick Richtung NNW .....	79
Abb. 35: Taltal-Störung in den Vulkaniten der Formación Aeropuerto südlich der Panamericana .....	79
Abb. 36: Luftbildausschnitt der Cerros de Gritón.....	81
Abb. 37: Quebrada del Gritón: Falte im Jura, Blick Richtung SE .....	83
Abb. 38: Quebrada del Gritón: Überschiebung in den jurassischen Serien ausgangs der Quebrada Portillo.....	83
Abb. 39: Gesamtansicht der Überschiebung an der Mündung der Quebrada Portillo in die Quebrada del Gritón.....	85
Abb. 40: Tektonisches Inventar der Quebrada Buena Esperanza.....	87
Abb. 41: Faltenscharnier der roten Trias, Blick Richtung SW .....	88
Abb. 42: Faltenscharnier der bunten Trias, Blick Richtung NE .....	88
Abb. 43: Steilgestellte Jura-Serien.....	90
Abb. 44: Süd-südost-gerichtete Überschiebung bei Mantos Overos .....	90
Abb. 45: Aufschlüsse der Formación Las Tórtolas und Formación El Toco.....	92
Abb. 46: Verteilung triassischer Aufschlüsse im Arbeitsgebiet und im regionalen Umfeld.....	95
Abb. 47: Blockbild der paläogeographischen Entwicklung in der oberen Trias.....	98
Abb. 48: Einfluß der Konvergenzschiefe auf das Deformationsregime im magmatischen Bogen ....	101
Abb. 49: Plattenkonfiguration im unteren Jura (nach SCHEUBER 1993) .....	102
Abb. 50: Blockbild der paläogeographischen Entwicklung im unteren Jura.....	104
Abb. 51: Blockbilder der paläogeographischen Entwicklung im unteren Jura: .....	108
Abb. 52: Kinematik und Elemente der sinistralen Transtension im mittleren Jura im Arbeitsgebiet..	110
Abb. 53: Blockbild der Schollenkippung im Arbeitsgebiet während der sinistralen Transtension .....	111
Abb. 54: Kinematik und Elemente der Intrusion zweier Ganggenerationen im mittleren Jura.....	114
Abb. 55: Blockbild der Paläogeographie während der Intrusion der NE- und NW-Gänge .....	115
Abb. 56: Übersicht der Bewegungen an der Atacama-Störungszone:.....	118
Abb. 57: Kinematik und Elemente der Bewegungen der Atacama-Störungszone .....	121
Abb. 58: Blockbild der paläogeographischen Entwicklung in der unteren Kreide: .....	123
Abb. 59: NW- und NE-streichende Störungssysteme .....	126

---

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Übersicht über die Korrelation der magmatischen Bögen und ihrer Störungssysteme mit den morphologischen Einheiten und den tektonischen Phasen.....	3
Tabelle 2:	Übersicht über die Blöcke, Teilblöcke und die an der Oberfläche aufgeschlossenen Formationen.....	10
Tabelle 3:	Übersicht von Datierungen an Gesteinen der Matancilla-Pluonit-Gruppe .....	50
Tabelle 4:	Datierungen granitoider Gesteine (Mineralsparate) des Cerro-del-Pingo-Granodiorits ....	52
Tabelle 5:	Datierungen am Nebengestein (Formación Las Tórtolas) .....	53
Tabelle 6:	Datierungen jurassischer Lagergänge .....	54
Tabelle 7:	Datierungen eines jurassischen Diorits, der durch Bewegungen an der Atacama-Störungszone mylonitiert wurde.....	64
Tabelle 8:	Druckbestimmungen an Intrusiv-Gesteinen (Al-in-Hbl-Methode indikativ für das Intrusionsniveau) aus dem Bereich der Atacama-Störungszone.....	66
Tabelle 9:	Übersicht zur internen Kinematik .....	80
Tabelle 10:	Rahmenbedingungen der Deformation in einem Subduktionsregime .....	99
Tabelle 11:	Übersicht über mögliche Stress-Regime im magmatischen Bogen und daraus resultierende Deformationen.....	100

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Untersuchungsgebiet in der Küstenkordillere Nord-Chiles bei der Ortschaft Taltal ( $25^{\circ}24'50''$  S /  $70^{\circ}29'00''$  W) umfaßt neben dem jurassischen und unterkretazischen magmatischen Bogen des Andinen Zyklus auch - ganz im Westen - paläozoische Gesteine. Die als tiefreichende, orogenparallele Seitenverschiebung entwickelte Atacama-Störungszone trennt das Untersuchungsgebiet in zwei Gebiete - in dieser Arbeit als Blöcke bezeichnet - mit einem signifikant verschiedenen Aufbau: Von der Atacama-Störungszone nach Westen hin ist bis zur Küste ein fast vollständiges Profil von der Kreide über Jura, Trias und Permo-Karbon bis hin zum Devon aufgeschlossen - der Cifuncho-Block -; im östlich der Atacama-Störungszone gelegenen Teil - dem Pingo-Block - fehlen die triassischen und jurassischen Einheiten völlig; hier folgt auf die devonischen Serien direkt die Kreide.

Das Ziel der Untersuchungen ist die Erstellung eines Modells der räumlichen und zeitlichen Entwicklung der Blöcke und Teilblöcke der Küstenkordillere. Im ausgewählten Arbeitsgebiet können sowohl Strukturen zweier magmatischer Bögen (Jura und Unterkreide) wie auch Strukturen der aus diesen Arcs hervorgegangenen Forearcs studiert werden. Besonderes Augenmerk lag auf der Klärung der durch die Subduktion induzierten Bewegungen sowie der Frage, ob der Cifuncho-Block wegen seiner distinkt anderen Geologie eventuell ein Terran darstellt.

Nach den Arbeitsergebnissen kann im Untersuchungsgebiet zwischen einer intra-arc-Störung des jurassischen magmatischen Bogens - der Las Luces-Störung - und einer intra-arc-Störung des unterkretazischen magmatischen Bogens - der Atacama-Störungszone unterschieden werden. Es konnte weiterhin gezeigt werden, daß die Entwicklung des Cifuncho-Blocks mit der Entwicklung am nordchilenischen Kontinentalrand korreliert und eine Bewegung des Cifuncho-Blocks erst dann erfolgte, als die Festigkeit der Lithosphäre durch den intensiven Arc-Magmatismus soweit geschwächt war, daß eine Entkopplung von der Oberplatte möglich wurde. Die Bewegung erfolgte den Subduktionsparametern entsprechend nach Süden. Die Atacama-Störungszone, die ältere Seitenverschiebungen nachzeichnet, bildet damit über ihre Funktion als intra-arc-Störung hinaus eine Sutur zwischen dem südamerikanischen Kontinent - dem „Pingo-Block“ und einem forearc-sliver, dem Cifuncho-Block.

Mit den Ergebnissen dieser Arbeit wird die Funktion des aktiven magmatischen Bogens als Schwächezone der kontinentalen Kruste, in der die durch die Subduktion induzierte Deformation konzentriert wird, belegt.

**ABSTRACT**

The investigated area is located in the coastal cordillera of Northern Chile, south of the village named „Taltal“ ( $25^{\circ}24'50''$  S /  $70^{\circ}29'00''$  W). The geology comprises palaeozoic basement as well as rocks of the jurassic and lower cretaceous magmatic arc, the latter belonging to the Andine phase of the western South American orogenesis. The Atacama fault zone (AFZ) as a deeply plunging, orogen parallel strike slip zone divides the area into two different units. These units, classified in this thesis as crustal blocks, represent a distinct different geological evolution: The crustal block west of the AFZ - the Cifuncho block - exhibits a nearly complete stratigraphic record from Devonian and Permo-Carbon rocks, followed by Triassic and Jurassic rocks up to lower Cretaceous rocks. In the Pingo-Block the Triassic and Jurassic are lacking; the Cretaceous rocks following directly upon the paleozoic basement.

The target of the presented investigations is the reconstruction of the evolution of the different crustal blocks (and subblocks) in space and time. The selected area exhibits structures of two magmatic arcs (Jurassic and lower Ceataceous) as well as the structures of both forearcs. Special interest was focussed both on movements, which were induced by subduction, and if the Cifuncho block due to its stratigraphic record could be defined as a terrane.

As a result of the investigations it can be seen that the two magmatic arcs are affected by two intra-arc-faults. In the Jurassic magmatic arc one is represented by the „Las-Luces-fault“; in the lower Cretaceous magmatic arc it is represented by the AFZ. The tectonic evolution of the Cifuncho block correlates with the evolution of the Northern Chilean continental margin at that period. Furthermore it was worked out, that a movement of the Cifuncho block was possible only at that moment, that weakening of the lithosphere by intense arc magmatism was so intense, that a decoupling of upper and lower crust was possible. The following movement of the Cifuncho block was directed southwards, due to the subduction parameters at that time.

Therefore the AFZ represents a complex system of elder strike-slip-faults and an intra arc fault leading into a sutur zone between the South american continental margin (the „Pingo-block“) and a forearc-sliver, the Cifuncho-block. The results of this thesis prove the presence of an active magmatic arc as a weak zone of the continental crust, in which the subduction induced deformation is focussed.