
1 EINFÜHRUNG UND ARBEITSANSATZ

1.1 Vorwort

Die nachfolgende Arbeit entstand unter dem Dach des DFG-Sonderforschungsbereiches 267 "Deformationsprozesse in den Anden" für das Teilprojekt C1 "Strukturbildung im magmatischen Bogen" an der FU Berlin, Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik.

Der SFB 267 ist hervorgegangen aus der zwischen 1984 und 1990 tätigen DFG-Forschergruppe "Mobilität aktiver Kontinentalränder" und führt deren Arbeiten seit 1990 weiter. Entsprechend der im Titel verankerten Zielsetzung steht im Mittelpunkt der Forschung die Kinematik des konvergenten Plattensystems am Westrand Südamerikas. Die Forschungen erstrecken sich innerhalb eines Segmentes von 18°S bis 26°S über das gesamte Anden-Orogen vom Peru-Chile-Graben bis in das argentinische Vorland hinein und umfassen Untersuchungen sowohl der Oberflächengeologie wie auch der Geophysik und der Mineralogie. Das Teilprojekt C1 des SFB 267 widmet sich der tektonischen Entwicklung im jurassisch-unterkretazischen magmatischen Bogen in der Küstenkordillere bei Taltal und Antofagasta und im oberkretazisch-alttertiären Bogen der Präkordillere Nordchiles bei Calama. Es wird geleitet von Prof. Dr. K. - J. Reutter und Priv. Doz. Dr. E. Scheuber. Ziel der Arbeiten ist ein Vergleich der Strukturen in Raum und Zeit des transtensiven Bogens in der Küstenkordillere mit dem transpressiven Bogen in der Präkordillere.

1.2 Geologischer Rahmen

Die Evolution des Westrandes des südamerikanischen Kontinents ist durch drei orogene Zyklen dokumentiert (COIRA et al. 1982): den jungproterozoischen Pampeanischen Zyklus, den paläozoischen Hercynischen Zyklus und den mesozoisch-känozoischen Andinen Zyklus. Diese Zyklen, von denen sich nur die letzten beiden im Arbeitsgebiet vorfinden, können in einzelne Zeiten starker Deformation - tektonischen Phasen entsprechend - untergliedert werden. Der im Kambrium beginnende Hercynische Zyklus¹ teilt sich in die Famatinische Phase (Kambrium - Devon) und die Variscische Phase (Karbon - Perm).

¹ Der Begriff "Hercynisch" wird von den Autoren COIRA et al. (1982) lediglich zur zeitlichen Fixierung benutzt. Eine Interpretation in tektonogenetischer Hinsicht, wie dies für die Anwendung des Begriffes in Europa gilt, wird hiermit nicht verbunden.

Innerhalb des Hercynischen Zyklus können weiterhin zwei Haupt-Deformationsereignisse festgelegt werden, die Ocloyische Orogenese (Grenze Ordovizium zu Silur) und die Chanische Orogenese (Grenze o. Devon zu u. Karbon) (COIRA et al. 1982).

Die südlichen zentralen Anden bildeten seit dem Kambrium einen Sedimentationsraum meist flachmariner, klastischer Sedimente [Grupo Mesón (o. Kambrium), Grupo Sta. Victoria (o. Kambrium-Llanvirn), Puna Turbidit-Komplex (m. Ordovizium)] zwischen dem Arequipa-Massiv im Westen und dem brasilianischen Schild im Osten (KUMPA & SANCHEZ 1988). Eingeschaltet war ein vulkano-sedimentärer Komplex (Arenig), der einem magmatischen Bogen zugerechnet werden kann (BAHLBURG et al. 1990). Mit der Kollision des Arequipa-Massiv-Terranes mit dem brasilianischen Schild (Ocloyische Orogenese) wurde dieser Sedimentationsraum geschlossen und es entstand im Bereich der heutigen Puna ein Hochgebiet, der sog. "Arco Puneño" (SALFITY et al. 1984). Im unteren Devon (famatinische Phase) entwickelte sich westlich des Arco Puneño ein ensialisches Becken, das die Sedimente des Arco Puneño in zwei N-S-streichende Faziesräume aufnahm: Klastische Schelfsedimente, ca. 2700 m mächtig, wurden im Bereich der heutigen Prä- und Westkordillere sedimentiert, während im Bereich der heutigen Küstenkordillere ca. 3600 m mächtige Turbidit-Serien (El-Toco- und Las-Tórtolas-Formation) abgelagert wurden (BAHLBURG 1990). Das Becken war nach Westen hin durch ein weiteres Hochgebiet begrenzt (BAHLBURG 1987a). Im Zuge der chanischen Orogenese im unteren Karbon erfolgten die Einengung des Beckens und die Faltung der paläozoischen Serien. Anschließend kam es zu Intrusionen posttektonischer, permo-karbonischer Granite (Pluton-Komplexe Cifuncho, El Toco, Limon Verde, El Abra / Quebrada Blanca) mit einem S-Typ-Charakter (BERG & BREITKREUZ 1983).

Zwischen oberem Karbon und mittlerer Trias bildete sich im Bereich der heutigen Präkordillere ein weiterer magmatischer Bogen heraus; er ist durch mächtige vulkano-sedimentäre Ablagerungen gekennzeichnet (BREITKREUZ & ZEIL 1984).

Die Trias gilt als Übergangsstadium zwischen dem Hercynischen und Andinen Zyklus. In den südlichen zentralen Anden ist die Trias generell durch ein Extensionsregime gekennzeichnet. Damit kam es im Bereich zwischen der heutigen Küsten- und Präkordillere zur Sedimentation terrestrischer und mariner Serien in lokal begrenzte Becken (Cifuncho-, Profeta-, San Felix-, Cuyo-Becken). In die Sedimente können Vulkanite eingeschaltet sein, deren Geochemie teilweise eine Subduktionssignatur aufweisen. Mit dem Einsetzen der Subduktion in der oberen Trias beginnt der Andine Zyklus.

Der Andine Zyklus kann in einzelne Abschnitte untergliedert werden, die sich an den Hauptzeiten der magmatischen Aktivität orientieren. Insgesamt bildeten sich zwischen oberer Trias und dem Holozän vier magmatische Bögen heraus, deren jüngster noch rezent aktiv ist. Die durch die Subduktion der Phoenix- bzw. Farallon-Platte induzierte tektonische Erosion (STERN 1991) bedingte eine Verlagerung der Achsen der Aktivität der magmatischen Bögen von West nach Ost - seit der oberen Trias bis rezent -, so daß die Gesteine der vier magmatischen Bögen heute nebeneinander aufgeschlossen sind. Die südlichen zentralen Anden sind somit in N-S-streichende morphostrukturelle Einheiten (s. Tabelle 1) unterteilt, die mit den Gesteinen der magmatischen Bögen korrelieren (s. Abb. 1, S. 4).

Morphologische Einheit	Magmatischer Bogen	Aktives Störungssystem	Tektonische Phasen
Küstenkordillere	Jura	Las-Luces-Störung	Araucanische Ph. 153 und 143 Ma
	Unterkreide	Atacama-Störungszone	Unterkretazische Ph. 126-125 Ma
Längstal	mittlere Kreide		Peruanische Ph. 90-80 Ma
Präkordillere	oberkretazisch - alttertiär	West-fissure	Incaische Ph. 39-35 Ma
Westkordillere	miozän		Pehuenche-Ph. 25-23 Ma
			Quechua-Ph. 10 Ma
	- rezent -		Diaguita-Ph. 4-2 Ma

Tabelle 1: Übersicht über die Korrelation der magmatischen Bögen und ihrer Störungssysteme mit den morphologischen Einheiten und den tektonischen Phasen

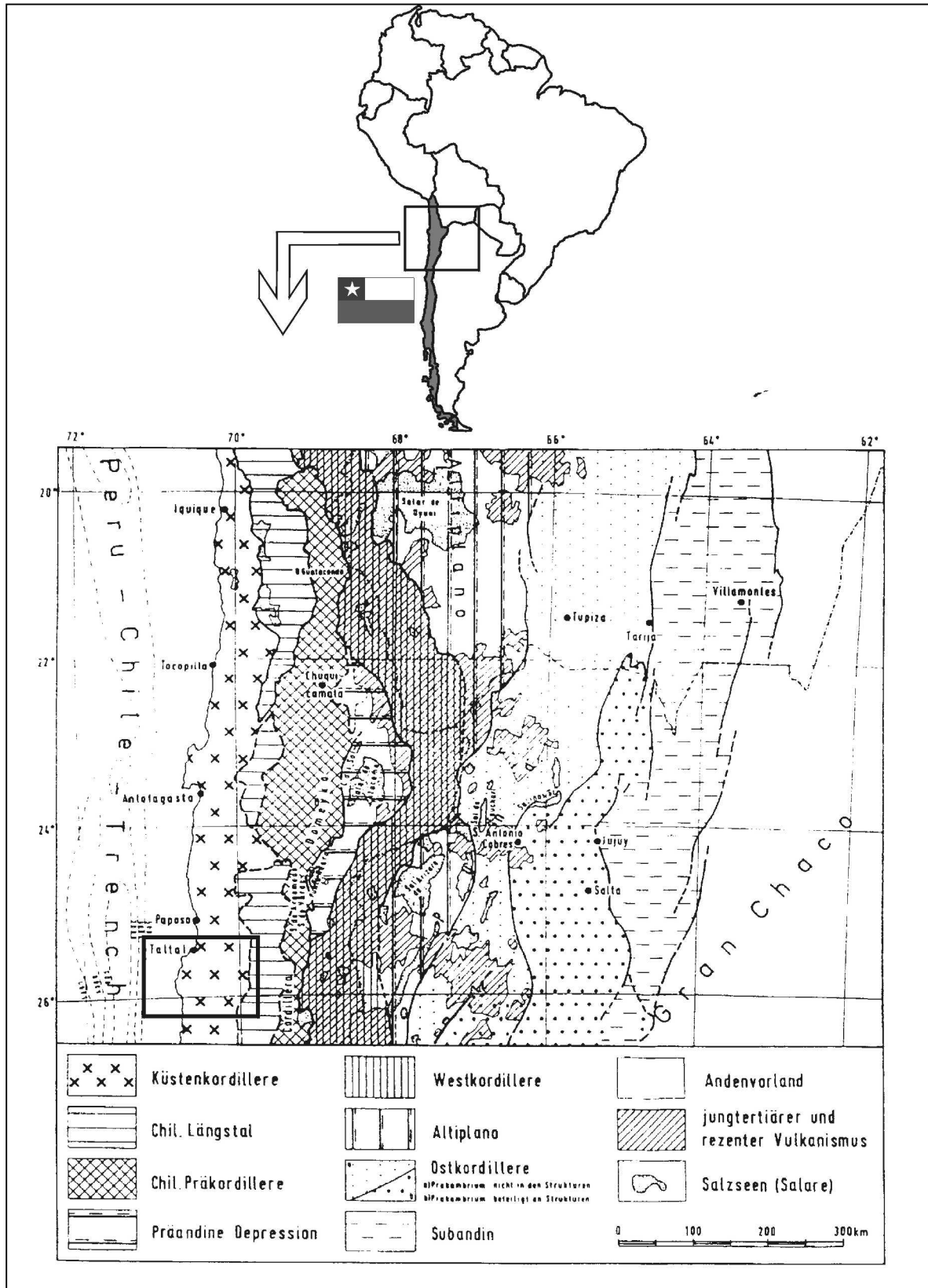


Abb. 1: Übersicht der Lage des Arbeitsgebietes im Kontext der morpho-strukturellen Einheiten der Andinen Entwicklung (nach SCHEUBER 1993)

Alle vier Bögen zeigen eine enge Abhängigkeit ihres tektonischen Baustils und der Art ihrer Magmen von den Konvergenzparametern zwischen der subduzierten, ozeanischen Kruste und der kontinentalen Kruste Südamerikas bzw. Gondwanas (SCHEUBER & REUTTER 1992). Die wesentlichsten dieser Parameter sind Konvergenz-Geschwindigkeit (OTSUKI 1989, OTSUKI et al. 1990), Konvergenz-Winkel (SCHEUBER et al. 1994), Abtauchwinkel der subduzierten Platte und die Rauigkeit ihrer Oberfläche (DALY 1989).

Der erste magmatische Bogen ("magmatic arc") des Andinen Zyklus war zwischen dem unteren und oberen Jura aktiv, bei einer nach SE-gerichteten Subduktion der Phoenix-Platte und einer Konvergenzschiefe von $>45^\circ$. Dementsprechend kam es vorwiegend zu sinistral-transtensionalen arc-parallelen Bewegungen (Araucanische Phase) in der kontinentalen Kruste. Dabei wurden erhebliche Mengen basischer bis intermediärer Laven (Formación La Negra) gefördert und es intrudierten sowohl Plutone (Grupo plutónico Matancilla) sowie diverse kleinere Stöcke und Gänge. Die ältesten Magmatite dieses Zyklus waren noch Tholeiite ohne Subduktionssignatur (PICHOWIAK 1994), später gingen sie zu einem kalkalkalinen Trend mit einer Subduktionssignatur über; es blieb jedoch bei der Herkunft der Schmelze aus dem Mantel (ROGERS & HAWKESWORTH 1989). Wichtigstes Strukturelement dieses magmatischen Bogens ist das heute über etwa 1.000 km Länge von Iquique bis La Serena aufgeschlossene Atacama-Störungssystem. Es wird in drei schwach bogenförmige, nach W konkave Segmente unterteilt: Salar del Carmen, Paposo und El Salado (ARABASZ 1971). Während der magmatischen Aktivität im Bereich dieses Störungssystems wurden duktile Scherzonen ausgebildet (SCHEUBER & ANDRIESEN 1990). Im Osten des Bogens war ein "backarc"-Becken auf kontinentaler Kruste angelegt, in dem kalkige, marine Sedimente mit reicher Fauna entstanden.

Das Zentrum des unter- bis mittelkretazischen Bogens lag in jenem "backarc"-Bereich des jurassisch-unterkretazischen Bogens. Im Gebiet S' und SE' von der Ortschaft Taltal setzt die magmatische Aktivität bereits in der Unterkreide ein. Ob sie zeitlich die Oberkreide erreicht, ist fraglich (Formación Aeropuerto, NARANJO & PUIG 1984).

Die mittelkretazischen Laven ähneln stark den jurassischen; es wurden andesitische, kalkalkaline Laven auf Meeresebene abgelagert, jedoch mit einer zunehmenden Einlagerung dazitischer Brekzien (MAKSAEV 1990). Auch die Plutone zeigen einen kalkalkalinen Trend und Mantelherkunft (niedrige $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Initialwerte). Ein "backarc-Becken" östlich dieses Bogens fehlt; der Bogen wurde durch ein Abtragungsgebiet begrenzt (BOGDANIC 1990). Die sogenannte Peruanische Phase (STEINMANN 1929) um 90 Ma beendete die Aktivität des zweiten magmatischen Bogens. Etwa zur gleichen Zeit wanderte die "spreading-Achse" zwischen Phoenix- und Farallon-Platte nach SSE.

Daraus resultierte die Umstellung des Plattensystems zu einer ENE-gerichteten Subduktion der Farallon-Platte mit einer Konvergenzschiefe von $<30^\circ$. Waren die bis dahin in der Oberplatte induzierten Bewegungen sinistral, so änderten sie sich jetzt auf dextral. Dieses Subduktionsregime induzierte dann die einengenden Bewegungen der Peruanischen Phase.

Der oberkretazisch-alttertiäre magmatische Bogen kann in zwei Phasen, Maastricht bis Unter-Eozän und Mittel- bis Ober-Eozän, unterteilt werden (SCHEUBER 1993). Zwischen Maastricht und Paläozän war tektonische Ruhe mit leichter Extension zu verzeichnen. In dieser Phase geförderte Vulkanite bestehen aus basaltischen und rhyolithischen Laven sowie sauren Tuffen und Ignimbriten (Formación Chile-Alemania). Diorite und Granodiorite bilden den Schwerpunkt bei den Plutoniten. Ihre Zusammensetzung ist wiederum kalkalkalin und die Magmen stammen aus dem oberen Mantel (ROGERS & HAWKESWORTH 1989, DÖBEL et al. 1992).

Im oberen Eozän kam es zu einem Kontraktionsstadium (Incaische Phase, STEINMANN 1929, NOBLE et al. 1979), mit der Ausbildung von etwa arc-parallelen Antiklinalzügen in der Präkordillere ab etwa 38 Ma und unter Entwicklung dextraler, N-S-streichender Seitenverschiebungen (REUTTER et al. 1991), ähnlich der Atacama-Störungszone im Jura. Die bedeutendsten Kupferlagerstätten Chiles (Chuquicamata, La Escondida und El Salvador) liegen an diesem Präkordilleren-Störungssystem, der sogenannten "west-fissure".

Im Miozän wurde der heute noch aktive magmatische Bogen installiert, der die Westkordillere aufbaut. Subduziert wird derzeit die im Oligozän aus der Farallon-Platte hervorgegangene Nazca-Platte in Richtung ENE. In diesem Zeitabschnitt können insgesamt drei tektonische Phasen unterschieden werden: die Pehuenche-Phase (ca. 23 Ma), die Quechua-Phase (ca. 10 Ma) und die Diaguita-Phase (ca. 3 Ma) im Pliozän. Die Pehuenche-Phase ist mit Faltungen und Überschiebungen vor allem auf dem bolivianischen Altiplano und in der Westkordillere Nordchiles präsent. Während der Quechua-Phase kam es zwischen präandiner Depression und dem Subandin zu einer Krustenverkürzung um etwa 40 km. In der Diaguita-Phase wird das Subandin in die Deformationen einbezogen (KLEY & REINHARDT 1994). Es bildete sich ein Falten- und Überschiebungsgürtel mit Verkürzungsbeträgen von 250-310 km.

Miozäne Bewegungen werden auch in der Küstenkordillere registriert, dem rezenten "forearc"-Gebiet. Die Atacama-Störungszone wurde als steile, nach Osten fallende Abschiebung reaktiviert (HERVÉ 1987b). In der Küstenkordillere kommt es im Pliozän-Quartär wieder zu Lateralversätzen, die z. B. an der Atacama-Störungszone wiederum einen sinistralen Schersinn (entgegen der Konvergenzrichtung ENE) zeigen (ARMIJO & THIELE 1990).

Das System des konvergenten Plattenrandes, wie es im Bereich der zentralen Anden in Nordchile aufgeschlossen ist, weist somit drei grundlegende Prozesse des Materialumsatzes auf: Durch Magmatismus kommt es zu einer Neubildung von Krustenmaterial, durch tektonische Erosion zu einem Verlust, und die Induzierung von tiefreichenden Scherzonen ermöglicht einen lateralen Transport von Krustenmaterial ohne bedeutenden Zuwachs bzw. Verlust.

Derartige, tiefreichende Scherzonen mit Blattverschiebungscharakter und zeitlicher Varianz des Bewegungssinnes sind in den in Nordchile aufgeschlossenen magmatischen Bögen also ein wichtiges strukturelles Merkmal.

Im Bereich der aus dem jurassischen und unterkretazischen magmatischen Bogen aufgebauten Küstenkordillere sind Blattverschiebungen im Raum Taltal besonders gut aufgeschlossen und differenziert entwickelt. Außerdem ist mit den paläozoischen Gesteinen ganz im Westen an der Küste der tektonischen Erosion durch die abtauchende Nazca-Platte ein Krustensegment entgangen, welches wertvolle Informationen über laterale Transportvorgänge liefern kann. Ziel dieser Arbeit ist es, die Kinematik und die zeitliche Abfolge der Strukturen in diesem Gebiet darzustellen und deren Entwicklung besser zu verstehen.

1.3 Arbeitsansatz

Das Untersuchungsgebiet bei der Ortschaft Taltal, direkt am Pazifik gelegen ($25^{\circ}24'50''\text{S}$ / $70^{\circ}29'00''\text{W}$), umfaßt als einer der wenigen Abschnitte der nordchilenischen Küstenkordillere neben den Gesteinen des ältesten magmatischen Bogens des Andinen Zyklus auch Formationen des Hercynischen Zyklus. Das wichtigste Strukturelement des Untersuchungsgebietes, die Atacama-Störungszone, verläuft in einem nach Osten konkaven, N-S-orientierten Bogen in etwa 50 km Entfernung von der Küstenlinie durch das Gebiet (s. Abb. 2, S. 9). Sie wird als tiefreichende, grabengebundene Seitenverschiebung ("trench-linked strike-slip-fault") definiert, an der es im oberen Jura und in der unteren Kreide zu sinistralen Bewegungen gekommen ist (NARANJO & PUIG 1984, SCHEUBER 1987, SCHEUBER & ANDRIESSEN 1990).

Im Arbeitsgebiet trennt die Atacama-Störungszone innerhalb des jurassisch-unterkretazischen magmatischen Bogens zwei Gebiete mit einem signifikant verschiedenen lithologischen Aufbau (s. Anhang 1 - Geologische Karte). Von der Atacama-Störungszone ist nach Westen hin bis zur Küste ein fast vollständiges Profil von Kreide über Jura, Trias und Permo-Karbon bis hin zum Devon aufgeschlossen. Im östlich gelegenen Teil fehlen die triassischen und jurassischen Struktureinheiten völlig; hier folgt auf die devonischen Serien direkt die Kreide.

Innerhalb des Arbeitsgebietes sind heute somit - durch Störungen voneinander getrennt - drei verschiedene Krustenabschnitte auf einem gemeinsamen Niveau nebeneinander aufgeschlossen: Ganz im Westen befindet sich ein paläozoisches Grundgebirge (C1 in Abb. 2, S. 9), nach Osten folgt ein Abschnitt einer mesozoischen Beckenentwicklung, die in einen vulkanischen Bogen überleitet (C2 und C3 in Abb. 2, S. 9), und östlich der Atacama-Störung findet sich ein Abschnitt, innerhalb dessen das paläozoische Grundgebirge direkt von mesozoischen Vulkaniten überlagert wird ("P" in Abb. 2, S. 9).

Diese Konfiguration ist offenbar ein Ergebnis der Bewegungskinetik unter den Rahmenbedingungen eines magmatischen Bogens und wird im folgenden näher dargestellt und erläutert.

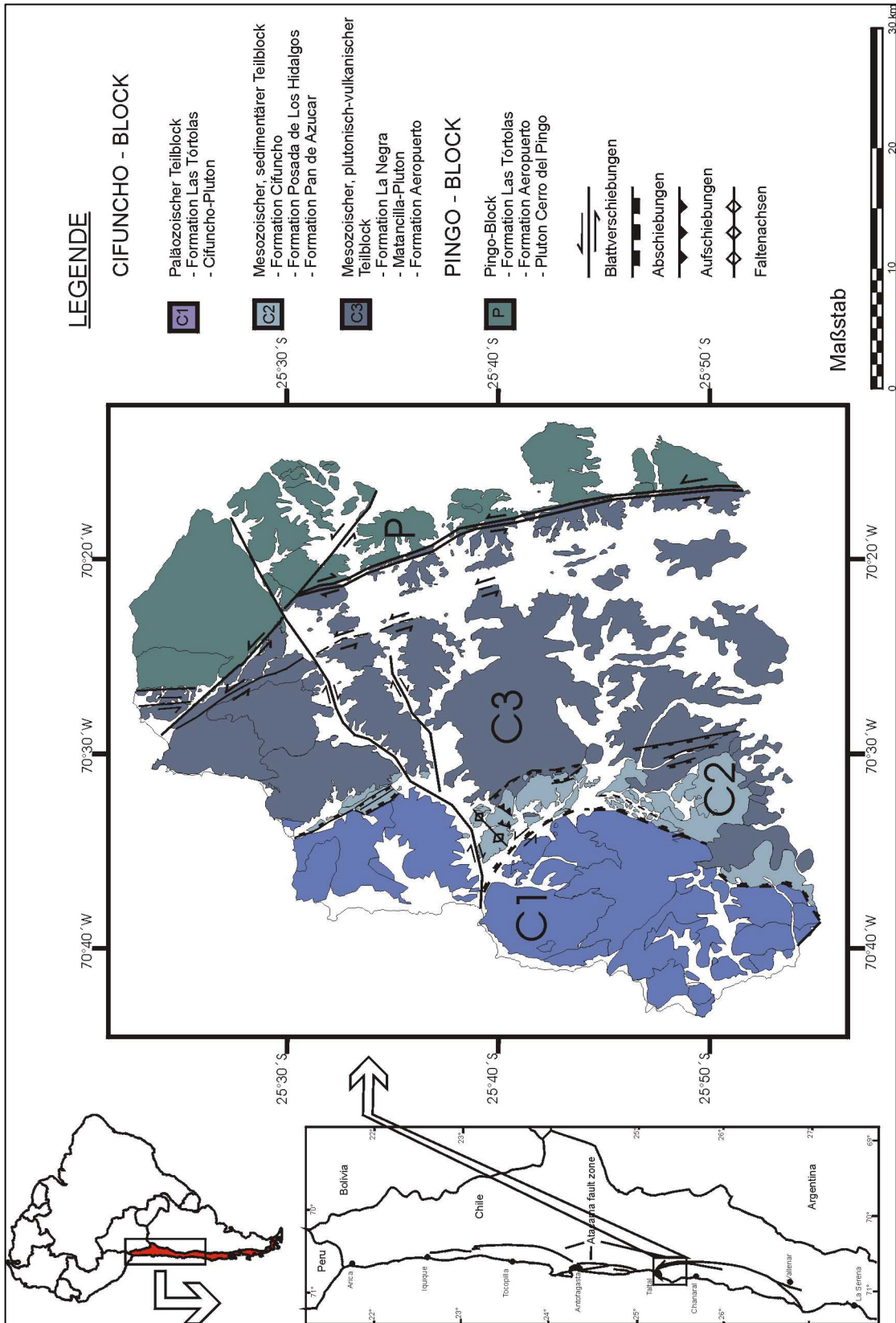


Abb. 2: Einteilung des Arbeitsgebietes in durch Störungen getrennte Krustenabschnitte (als Arbeitsbegriff mit "Blöcke" bezeichnet) als Ansatz zur Bearbeitung der Bewegungskinetik

Werden einzelne Krustenabschnitte durch tiefreichende, annähernd vertikale Störungen voneinander getrennt, können sie als Störungsblöcke bezeichnet werden. Diese "fault-blocks" genannten Einheiten der kontinentalen Kruste verhalten sich bei tektonischen Bewegungen, die sich an ihren Grenzen konzentrieren, relativ starr (LAPIDUS & WINSTANLEY 1990).

Das durch die Atacama-Störungszone und weitere Störungen und Lineamente segmentierte Arbeitsgebiet läßt sich nach Luft- und Satellitenbildern in Blöcke und Teilblöcke untergliedern. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden folgende Bezeichnungen als **Arbeitsbegriffe** verwendet:

Der Abschnitt der Küstenkordillere westlich der Atacama-Störungszone wird als "**Cifuncho-Block**", derjenige östlich als "**Pingo-Block**" bezeichnet (s. Abb. 2, S. 9).

Der **Cifuncho-Block** beinhaltet wiederum durch Störungen voneinander abgegrenzte Teilblöcke (s. Abb. 2, S. 9). Die knapp gewählte Bezeichnung der Teilblöcke entspricht den an der Oberfläche aufgeschlossenen Gesteinen und ist nicht zu verstehen als eine Definition des gesamten Teilblocks zur Tiefe hin.

ZEIT	CIFUNCHO-BLOCK			PINGO-BLOCK
	C 1	C 2	C 3	
	Paläozoischer Teilblock	Mesozoischer, sedimentärer Teilblock	Mesozoischer, plut.-vulkan. Teilblock	
u. Kreide			Formación Aeropuerto	Formación Aeropuerto
m. - o. Jura		Formación Posada de los Hidalgo	Formación La Negra	Schichtlücke
u. - m. Jura		Formación Pan de Azucar	Matancilla-Pluton	Matancilla-Pluton
o. Trias		Formación Cifuncho		Schichtlücke
Permo-Karbon	Cifuncho-Pluton			Cifuncho-Pluton
u. Devon / Karbon	Formación Las Tórtolas			Formación Las Tórtolas

Tabelle 2: Übersicht über die Blöcke, Teilblöcke und die an der Oberfläche aufgeschlossenen Formationen

Zieldefinition 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 aktiver magmatischer Bögen (Jura und Unterkreide) als auch Strukturen der forearcs studiert werden, die aus diesen arcs hervorgegangen sind.

Folgende Fragen sollten dabei besondere Beachtung finden, um die Beziehungen zwischen Subduktion, tektonischer Erosion, Stressübertragung im magmatischen Bogen und Deformation in der Oberplatte zu klären:

- Repräsentieren die oben definierten Blöcke und Teilblöcke eine gemeinsame Entwicklung?
- Wurden die Blöcke und Teilblöcke gemeinsam oder getrennt bewegt?
- Ist die Atacama-Störungszone lediglich ein sowohl zeitlich wie räumlich internes Strukturelement der magmatischen Bögen in Jura und Unterkreide oder ist sie - zumindest in der Unterkreide - eine Suture zwischen Kontinent (Pingo-Block) und einem forearc-sliver (sensu JARRARD 1986), dem Cifuncho-Block?
- Ist der Cifuncho-Block ein ehemals mobiler Teil der Kruste gewesen, und wenn ja, kann er dann als terrane oder forearc-sliver definiert werden?
- Welche Wechselwirkungen bestehen zwischen Magmatismus und der Kinematik von forearc-slivern?

1.4 Arbeitsgrundlagen und Methodik

Die geologischen Grundinformationen dieser Arbeit wurden aus Detailkartierungen bestimmter Abschnitte der Küstenkordillere gewonnen, die über die Auflösung der bislang publizierten geologischen Karte ("Carta Geológica de Chile, Hojas Taltal y Chañaral", Nos. 62-63, Maßstab 1:250.000 in der Bearbeitung von NARANJO & PUIG 1984) hinausgehen, und sind der erarbeiteten geologischen Karte in Anhang 1 "Die Geologie der Küstenkordillere südlich Taltal" zu entnehmen.

- Topographische Informationen wurden den Karten des Instituto Geográfico Militar (IGM), Santiago, im Maßstab 1:50.000 und 1:100.000 entnommen. Mit Hilfe dieser Karten wurden auch die Namen der in der Arbeit verwendeten Bezeichnungen für einzelne Lokalitäten festgelegt. Die verwendeten Blätter sind im Anhang aufgeführt.
- Für die Detailkartierung und zur Analyse der lokalen Strukturgeologie wurden s/w-Luftbilder des "Servicio Aerofotogramico de Chile" (SAF) im Maßstab von ca. 1:65.000 aus den achtziger Jahren sowie s/w-Luftbilder des IGM im Maßstab von ca. 1:55.000 aus Mitte der fünfziger Jahre verwendet. Die Kennungen der Photos sind im Anhang aufgeführt.
- Zur Festlegung der regionalen Lineamente und zur Erfassung der großdimensionalen Strukturgeologie wurden verschiedene Abspielungen der LANDSAT TM Szenen 001-78 und 001-77 (Anhang 2) genutzt.
- Zur Festlegung des Alters der Bewegungen an der Atacama-Störungszone wurden 23 $^{40}\text{K}/^{38}\text{Ar}$ -Analysen durch das kommerzielle Labor Krueger Enterprises, Massachusetts USA, durchgeführt.
- Für die Bestimmung der Al-in-Hornblende-Barometrie wurden 15 Dünnschliffe am Institut für Mineralogie der FU Berlin ausgewertet.
- Die petrographische und strukturgeologische Bearbeitung erfolgte an ca. 300 Dünnschliffen.

1.5 Geographie des Arbeitsgebietes

1.5.1 Taltal / Infrastruktur

Die Ortschaft Taltal mit etwa 9.000 Einwohnern befindet sich an der Mündung der NW-SE-verlaufenden Quebrada Taltal im Zentrum einer weitläufigen und geschützten Bucht, der Bahía Taltal. Der Ort war bereits vor dem Eintreffen der Spanier von Atacameños, den Ureinwohnern indianischer Abstammung bewohnt, die Fischfang betrieben. Auf sie geht auch der Quechua-Name "Tal-Tal" zurück, was "Ort der vielen Steine" (Quelle: pers. com. M. Maximino, Bibliothekar im Stadtarchiv Taltal) bedeuten soll, aber auch eine Bezeichnung für die Küstengeier oder auch Robben sein kann. Um die Jahrhundertwende erlebte die Ortschaft eine nie wieder erlangte wirtschaftliche Blüte, als sie Hauptexporthafen für den im Norden Chiles gewonnenen Salpeter und Hauptstadt des gleichnamigen Departements Taltal war. Die vom damaligen lukrativen Handel mit "Salpeter gegen Holz" zeugenden meist zweistöckigen Häuser sind bis auf wenige Ausnahmen den Termiten zum Opfer gefallen, die einst gut organisierte Eisenbahn der Wiederverwertung von Stahl und Holz. Die "planta Fortuna" der Ortschaft mit ihrer Kupfererz-Aufbereitung ist heute zentraler Anlaufpunkt für die zahlreichen Kupfer-Minen in der Umgebung. Neben dem Bergbau sind Fischfang und Kleinhandel Haupterwerbszweig der Bevölkerung. In etwas geringerem Umfang wurde und wird Goldbergbau betrieben, teilweise durch Ein- oder Zwei-Mann-"Betriebe". So zeugen z. B. an der Mündung der Quebrada Tigrillo Cyanid-Krusten in einem ehemaligen Laugungsbecken von der Aktivität einer "planta de oro" - einer Goldaufbereitungsanlage.

Über die Quebrada Taltal ist der Ort mit der Panamericana (Ruta 5 Chile) verbunden. Diese beiden Straßen sind die einzig asphaltierten, alle anderen Wegbarkeiten bestehen aus Schotterpisten. Diese Pisten sind nur dann in gut befahrbarem Zustand, wenn sie durch Wartung einer aktiven Mine instandgehalten werden. Die wichtigste dieser Pisten-Verbindungen, die Ruta B-900, von der Quebrada Taltal zur Bahía Cifuncho, mit Abzweigen nach Norden in die Quebrada del Bronce und in die Quebrada del Gritón. Über einen Abzweig nach Süden wird die "Mina Las Luces" erreicht, ein expandierender Kupferbergbau (BORIC et al. 1990) mit einer eigenen "planta" in der "Sierra Buena Esperanza". Weitere nennenswerte Verbindungen zweigen etwas weiter südlich von der Panamericana ab, nach Westen in die Quebrada de la Cachina (B-980) und nach Osten in das Minengebiet von Altamira (B-950).

Einen Überblick über die Namen der Lokalitäten und Quebradas bietet die folgende Karte (s. Abb. 3, S. 14).

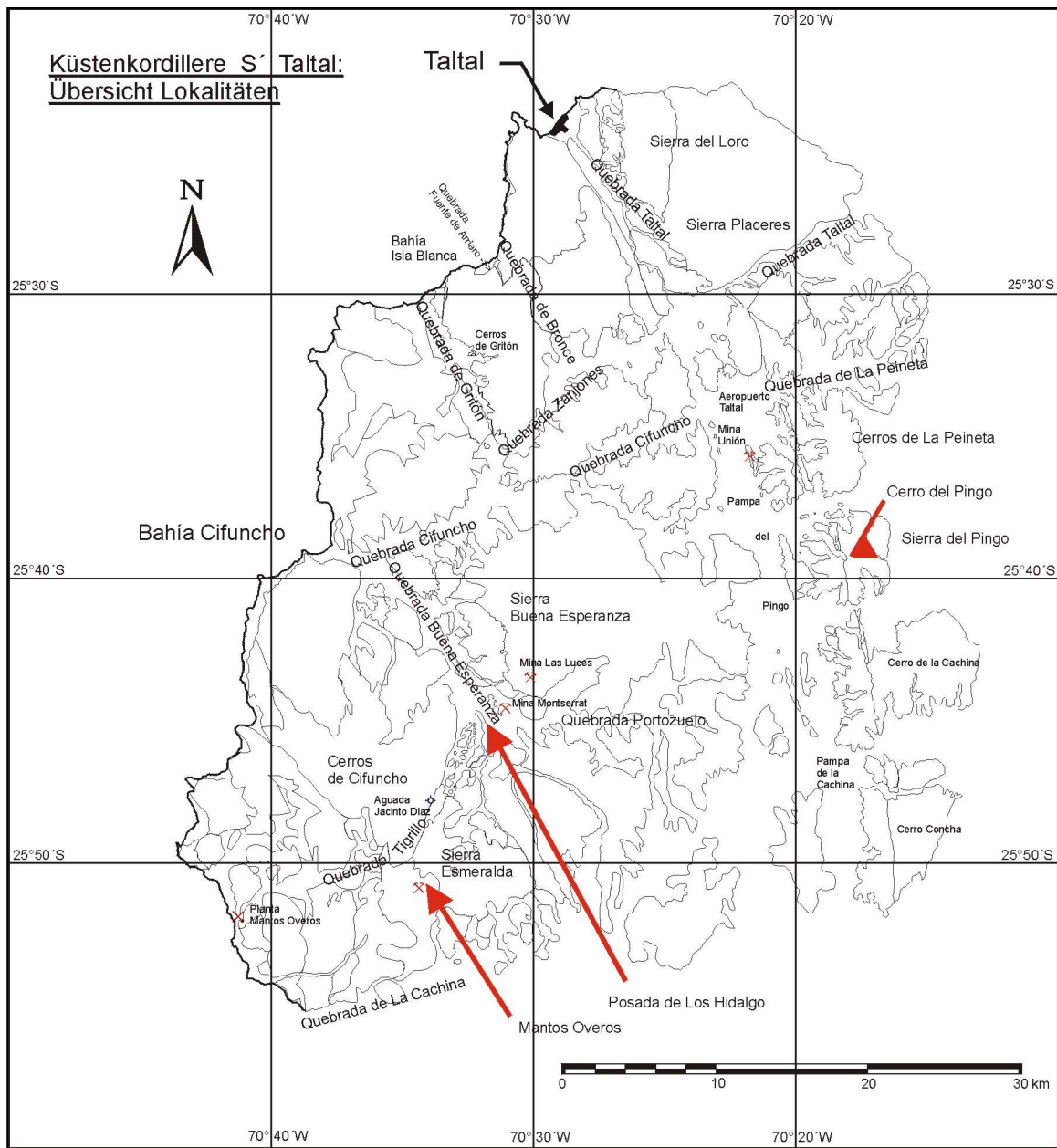


Abb. 3: Überblick über alle Namen der in dieser Arbeit verwendeten Lokalitäten und Quebradas

1.5.2 Morphologie

Typisch für das Gebiet der gesamten Küstenkordillere steigt das Gebirge südlich Taltals von der Küstenlinie her steil zunächst auf 500-600 m üNN an. Mit einem wesentlich geringeren Gradienten folgt nach ungefähr 30 km der Anstieg auf im Mittel 1000-1250 m üNN. Höchste Erhebung im Arbeitsgebiet ist der Cerro del Pingo mit 1650 m üNN. Scharfe, tiefe Quebrada-Einschnitte zeugen von jungen Erosionsprozessen unter ariden Klimabedingungen. Die Anlage der Quebradas folgt den hauptsächlich tektonischen Lineamenten und segmentiert die Küstenkordillere in diverse morphologische Blöcke. Typischerweise bilden sich dabei – abhängig vom lithologischen Aufbau – teilweise plateauartige morphologische Strukturen aus den mächtigen andesitischen La-Negra-Serien oder flächig bis klüftig, wollsackartig verwitterte Strukturen im Bereich von granitoiden Gesteinen.

1.5.3 Klima

Das Untersuchungsgebiet inmitten der Atacama-Wüste, mit durchschnittlich 3-6 mm Niederschlag pro Jahr im Längstal zwischen Arica und Taltal (STOERZ & ERIKSEN 1974), ist eine der trockensten Wüsten der Erde. Das rezente, hyperaride Klima wird durch eine Kombination verschiedener Faktoren stabilisiert. Das subtropische Hoch, an dessen Ostflanke abströmende, kalte Luftmassen das Eindringen von Tiefdruckgebieten erschweren, wird durch den Andenbogen nördlich von Arica in seiner Position fixiert. Gleichzeitig führt der aus der Antarktis stammende Humboldt-Strom sehr kalte Tiefenwässer heran. Durch den NE-Passat werden die warmen Oberflächenwässer nach Westen weggeführt, so daß die kalten Tiefenwässer emporströmen können. Kondensationsvorgänge über diesen Tiefenwässern lassen Morgennebel mit hoher Feuchte entstehen, diese reichen jedoch maximal bis 1000 m üNN Höhe. Innerhalb eines 5-Jahres-Zyklus schwächt sich der Humboldt-Strom einige Monate lang stark ab - das sog. "El Niño"-Ereignis - und es kommt zu verstärkter Niederschlagstätigkeit. Erst die darauffolgenden Starkregenfälle sorgen für einen Transport des Verwitterungsschuttes. Die Grundwasser-Verhältnisse sind komplex. Stellenweise ab fünf Metern Tiefe anzutreffende Grundwässer sind zumeist sehr salzhaltig. Quellaustritte sind selten und auf brackwasserartige Tümpel beschränkt. Vereinzelt angelegte Brunnen zeugen von historischer Nutzung der Grundwasser-Reserven. Heute bezieht Taltal sein Trinkwasser über Rohrleitungen aus der Präkordillere; alle weiteren Einrichtungen wie Minen und Fischerdörfer an der Küste werden über Tankwagen versorgt.

1.5.4 Tiere und Pflanzen

Entsprechend den ariden Bedingungen ist die Besiedelung durch Pflanzen und Tiere karg. Kakteenarten sowie dickfleischige Quellerarten und Dornbüsche sind auf den Küstennebel spezialisiert und siedeln überwiegend in dessen Einzugsgebiet. Der Küstenstreifen wird von Pelikanen, Kormoranen und Meerottern, das Landesinnere von Guanakos, Viscachas (Pampas-Hasen) und Eidechsen bevölkert.

Jedes mehrtägige Zeltlager zieht unweigerlich nachtaktive und hungrige Wüstenfüchse an, übrigens die südamerikanische Unterart mit den kleinen Ohren, die das beschriebene Szenario deshalb noch lange nicht putziger machen. Zudem werden der Fortgang der Geländearbeit sowie die Lebenskraft des Geologen regelmäßig von schwarz gefärbten Küstengeiern kontrolliert.