

3) Datengewinnung

3.1) Das seismologische Experiment PISCO '94

Im Frühjahr 1994 wurde im Rahmen des SFB 267, Teilprojekt C4, von der Freien Universität Berlin und dem GeoForschungsZentrum Potsdam in Kooperation mit der Universidad Católica del Norte und der Universidad de Chile das kombinierte seismologische und seismische Feldexperiment PISCO '94 (*Proyecto de Investigación Sismológica de la Cordillera Occidental*), durchgeführt. Das seismologische Stationsnetz registrierte von Ende Januar bis Mitte Mai 1994, und schloss damit auch die sprengseismischen Beobachtungen zwischen Mitte Februar und Anfang April ein. Das flächendeckende seismologische Stationsnetz mit kontinuierlicher, digitaler 3-Komponenten Registrierung deckte den Bereich der zentralen Anden Nordchiles zwischen der Küste bis zum rezenten magmatischen Bogen ab (Abb. 3.1). Über einen Zeitraum von 100 Tagen standen bis zu 32 Stationen zur Verfügung.

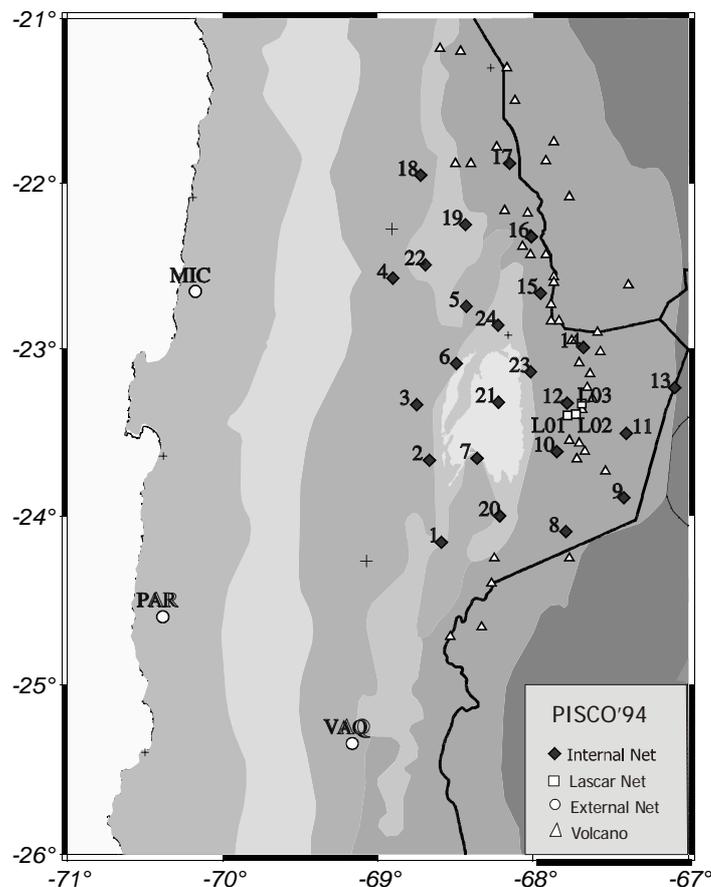


Abbildung 3.1

Verteilung der Stationen bei dem PISCO-Experiment im Frühjahr von 1994.

Distribution of stations at the PISCO-experiment at the beginning of 1994.

Das innere Netz umfasste 24 Stationen (1-24), das äußere Netz 5 Stationen (VAQ, PAR, MIC). Zusätzlich wurde für 6 Wochen ein kleinräumiges Netz auf 4 Stationen (L01, L02, L03) am Vulkan Lascar installiert. Die Mehrzahl der Stationen registrierte mit 100 Hz Abtastrate.

Das innere Stationsnetz (Abb. 3.1), mit dem sich diese Arbeit beschäftigt, wurde flächendeckend auf einer Fläche von 230 km (N-S)x180 km (W-E) mit durchschnittlichen Stationsabständen von 40 bis 50 km aufgebaut. Jede Station bestand aus einem Registriersystem (PDAS-100, Geotech Teledyne) und einem 3-Komponenten Seismometer (24 x Mark L-4A-3D, 5 x Streckeisen STS-2, 4 x Güralp CMT-3T). Die PDAS-Stationen waren mit einer internen Uhr ausgestattet, die wöchentlich mit dem Global Positioning System (GPS) abgeglichen wurde. Die Zeitdrift der einzelnen Stationen konnte durch Vergleich und Driftkorrektur bei den meisten Stationen unter ± 10 ms pro Woche gehalten werden.

Die Stationsbetreuung erfolgte durch zwei bzw. drei Feldgruppen, die alle Stationen im Abstand von 4-5 Tagen in einem regelmäßigen Rhythmus anfahren und die Geräte warteten, Batterien und Festplatten wechselten. In der Feldzentrale (*San Pedro de Atacama*) wurden die Daten eingelesen, gesichtet, und zeitgleiche Datensätze des gesamten Netzes auf CDROM gesichert.

Die Geometrie des seismologischen Stationsnetzes von PISCO '94 wurde in erster Linie für die Aufzeichnung der lokalen Seismizität in der Benioff-Zone der abtauchenden Nazca-Platte ausgelegt. In den Folgejahren wurden weitere seismologische Messkampagnen durchgeführt. CINCA'95 (*Crustal Investigations on- and off-shore Nazca/Central Andes*) und ANCORP'96 (*Andean Continental Research Project*) bestanden sowohl aus Refraktions- und Weitwinkelreflexions-Seismik als auch aus einem seismologischen Experiment. Die Daten von CINCA'95 führten zu neuen EW-orientierten 2-D-Geschwindigkeitsprofilen für die Region zwischen dem Perú-Chile-Tiefseeegraben und der Küste zwischen 19.5° und 25°S. (*Patzwahl, 1998*). Mit den Daten, die als Nachbeben des 1995er Antofagasta-Erbeben bezeichnet werden können, wurde ein tomographisches Geschwindigkeitsmodell gewonnen (*Patzig, 2000*). Bei ANCORP'96 wurde parallel zum 21°S-Breitengrad ein etwa 400 km langes Profil von der Pazifikküste bis an den Ostrand des bolivianischen Altiplano vermessen. PUNA'97 erstreckte sich auf der zentralen Puna, ein südlich an den bolivianischen Altiplano angrenzendes Gebiet. Bei dem Experiment wurde ein kurzperiodisches Stationsnetz installiert, das über 90 Tage die natürliche Seismizität in diesem Gebiet aufgezeichnet hat. Mit Hilfe dieser Daten wurden 3-D-Tomographien für seismische Ausbreitungsgeschwindigkeiten und Absorption berechnet (*Schurr, 2001*).

Folgende Themenbereiche wurden bislang unter anderem mit diesen Daten bearbeitet:

Graeber(1997), "*Seismische Geschwindigkeiten und Hypozentren in den südlichen zentralen Anden aus der simultanen Inversion von Laufzeiten des seismologischen Experiments PISCO'94 in Nordchile*"

Rudloff (1998), "*Bestimmung von Herdflächenlösungen und detaillierte Spannungsinversionen aus ausgewählten Ereignissen des seismologischen Netzes PISCO'94 (Nord-Chile)*"

Haberland (1999), "*Die Verteilung der Absorption seismischer Wellen in den westlichen Zentralen Anden*"

Herlitz(1998), "*Seismizität und Herdflächenlösungen der abgetauchten Nazca-Platte unter Nordchile aus Daten des Experimentes ANCORP'96-Seismologie*"

Yuan(2000), "*Study of converted phases*"

Schurr(2001), "*Seismic Structure of the Central Andean Subduction Zone from Local Earthquake Data*"

Alle Projekte sollten Antworten auf Fragen geben, die im Zusammenhang mit Prozessen in der abtauchenden Platte und der Geometrie der Benioff-Zone stehen. Hier interessierten insbesondere Probleme im Bereich des rezenten magmatischen Bogens.

3.2) Auswertung der PISCO-Daten

Als erster Schritt der Auswertung wurden aus den Rohdaten des seismologischen Stationsnetzes PISCO '94 mit einer Triggeroutine automatisch Einsatzzeiten gepickt. Der Algorithmus wurde dabei optimal an die Netzgeometrie angepasst (*Asch et al., 1995*). Dabei ergab sich ein Triggerverhältnis STA/LTA=8 („short-term average/long-term average“), sowie als Koinzidenzkriterium eine Anzahl von mindestens fünf Stationen. Alle diese automatisch gepickten P-Phasen wurden manuell überprüft und gegebenenfalls Zeiten der S-Phasen nachträglich hinzugefügt. Zur Bestimmung des Referenzmodells (*Graeber, 1997*) der PISCO-Daten wurde das Konzept des Minimum 1-D Modells (*Kissling et al., 1994*) benutzt. Ein solches 1-D Modell ist das Ergebnis einer simultanen 1-D Inversion. Diese Berechnung erfolgt unter Verwendung der Routine VELEST (*Kissling et al., 1995*). VELEST bietet neben der Möglichkeit der simultanen 1-D Inversion der Laufzeitdaten vieler Ereignisse gleichzeitig auch die Möglichkeit der reinen Ereignislokalisierung. Dies waren die Grundlagen für den ersten PISCO-Katalog. Insgesamt wurden ca. 5340 Ereignisse erfasst. Neben der großen Zahl der Erdbeben in der Benioff-Zone wurden erstmalig im Bereich zwischen Prä- und Westkordillere auch einige Krustenbeben beobachtet (*Abb. 2.6*).