Tipteq: From the Incoming Plate to mega-Thrust Earth Quake processes

Schlussbericht Gruppe L

Zuwendungsempfänger: **GFZ Potsdam**	Förderkennzeichen: **03G0594A**
Vorhabensbezeichnung: **TIPTEQ**	
Laufzeit des Vorhabens: **3/2004 - 3/2007**	
Berichtszeitraum: **3/2004 - 3/2007**	

Teilprojekt L

Koseismische Massenumlagerung und Oberflächenprozesse

GFZ Potsdam: Prof. H.-P. Echtler

U Potsdam: Prof. M. Strecker

1. Aufgabenstellung

Ziel des Vorhabens war die Erweiterung des quantitativen Verständnisses der Beziehung zwischen Subduktionszonenbeben und Oberflächendeformation, sowie der davon abhängigen Gefährdungsverteilung. Die durchgeführten Arbeiten beinhalten die Erfassung direkter Eingangsparameter für die experimentelle und numerische Analyse der Deformationsprozesse. Das Teilprojekt strebte außerdem Schlüsselinformationen zum Prozessverständnis der seismischen Kopplungszone und der Spannungsübertragung in der krustalen Oberplatte an als eine wichtige Grundlage für die Interpretation des physikalischen Abbilds der Plattengrenzfläche sowie des gesamten aktiven Plattenrandsystems.

2. Voraussetzungen

Die Arbeiten in dem Projekt bauten auf eine langjährige Erfahrung und Untersuchungen des andinen sowie auch spezirfischer des süd-chilenischen aktiven Randsystems. Aufbauend auf die Kompetenz der Arbeitsgruppe zu jungen Krustenbewegungen und ihren Auswirkungen auf Sedimentations- und Erosionsprozesse sowie ihre Rückkoppelungen mit Klimaveränderungen unter Einbeziehung von Apatit-Spaltspurdatierungen, Altersbestimmungen mit Hilfe ^{14}C-, Ar/Ar- und ^{21}Ne- und ^{10}Be-Oberflächenaltersbesimmungen, sowie tephrochronologische Studien und Analysen stabiler Isotope, wie auch in der Bestimmung und Charakterisierung tektonischer Spannungsfelder, Erfahrungen auf

dem Gebiet der Paläoseismologie, wurde dieses Vorhaben konzipiert. Eine wichtige Voraussetzung der Arbeiten war die Zusammenarbeit in einer bestehenden Arbeitsgruppe am GFZ, die mit strukturgeologischen, geo-/thermochronologischen, thermobarometrischen, geochemischen und sedimentologischen Arbeiten in Kooperation mit der Analogmodellierung die quantitative Auflösung der geodynamischen Prozesse am südandinen Plattenrand bereits bearbeitete (s. erweiterte vorhabenbezogene Publikationsliste). Diese begleitenden Untersuchungen der langzeitlichen Subduktions- und Unterplattungsprozesse gaben einen wichtigen Rahmen für die Identifizierung der aktiven und jüngeren Deformationsprozesse sowie der Lokalisierung der relevanten Arbeitsgebiete zu Beginn des Vorhabens. Die im Rahmen der SONNE-Fahrt SO161-5 durchgeführte bathymetrische Vermessung zwischen 36°S und 40°S bildet eine hervorragende Grundlage für die geomorphologische und sedimentologische Beurteilung des chilenischen Kontinentalhanges.
Eine weitere wichtige Voraussetzung war auch die bestehende Kooperation mit chilenischen Partnern der Universidad de Concepcion, ENAP und Sernageomin durch die Zugang zu grundlegenden Datensätzen erreicht werden konnte. Ebenfalls aufbauend auf diese Beziehungen und Vorarbeiten, stand mit Daniel Melnick auch unmittelbar zu Projektbeginn ein hervorragender Kandidat für die beantragte Doktorandenstelle zur Verfügung, der letztlich auch die Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Projektabschluss darstellte.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Wie geplant begannen die Vorbereitungen mit der systematischen Auswertung von Luftfotos und der Erstellung hochauflösender digitaler Geländemodelle von ASTER Satellitenbildern im nördlichen Bereich der Rupturzone des 1960-Valdiviabebens und dem Übergang zur Concepcion-Rupturzone. Die erste systematische Geländearbeit begann bereits im Herbst 2003 (November/Dezember) mit nachfolgend weiteren 4 Geländephasen jeweils Februar/März und November/Dezember.
Exemplarisch konzentrierte sich die ersten Arbeiten auf die Isla Santa Maria, da deren geologisches Inventar mit rezenten koseismischen Strukturen (Strandlinien) sowie spät-pleistozänen Sequenzen und Strukturen (marine Terrassen, marin-terrestrische Übergänge etc.) am besten die Untersuchung von subduktionsbezogenen Deformations- und Oberflächenprozessen in verschiedenen Zeitskalen ermöglichte. Desweiteren wurden entsprechende Strukturen im Bereich der Arauco Halbinsel, der Isla Mocha, Quidico-Tirua (Lage reflexionsseismischer Linie) und Valdivia detailliert bearbeitet (Abb.1). Während der 3. Geländephase wurden 25 Oberflächenproben von marinen Terrassen entlang der Küste von Coronel nach Valdivia genommen, um (a) durchschnittliche Langzeit-Hebungsraten (~ 10^5 Jahre) zu bestimmen und (b) kurzfristige Hebungsereignisse zu datieren, die mit Versätzen von einigen Metern Stufen in die marinen Terrassen bereits erodiert haben.
Im Frühjahr 2006 wurden diese stark geländebezogenen Untersuchungen auch auf den südlichen Bereich der Valdivia-Rupturzone ausgedehnt (Isla Guafo, Gamblin), deren publikationsmässige Bearbeitung sich noch in einem Stadium der finalen Fertigstellung befindet.
Die Arbeiten umfassten jeweils systematisch zum Thema Seismotektonik die Erarbeitung detaillierter stratigraphischer Profile, die geologische und geomorphologische Kartierung (1:50.000) quartärer mariner und fluviatiler Terrassen, die Probennahme für Datierungen, eine eingehende
Strukturanalyse im Gelände zur Bestimmung des rezenten Spannungsfeldes und der Deformationsmuster unter Berücksichtigung der Offshore-Daten (SPOC), die Erstellung und Analyse hochauflösender DEM's (1:20 000) mit einer morphometrischen Reliefanalyse unter Einbeziehung einer photogrammetrischen Bearbeitung von Luftbildern. Zu dem Thema marine Terrassen erfolgte die detaillierte lithofazielle Aufnahme relevanter Terrassenprofile, die Probennahme zur Altersdatierung, die Bestimmung chemostratigraphischer Profile und Markerhorizonte, die Erstellung mikrotopographischer Karten durch Lasertheodolit-Vermessungen zur Bestimmung von Hebungsraten

unter Berücksichtigung von Meeresspiegelschwankungen. In Zusammenarbeit mit der BGR zum Thema Seismoturbidite erfolgte eine Bestimmung von Massenbilanzen und seismogener Sedimentumlagerung ausgehend von dem 1960-Erdbeben für das Holozän anhand bathymetrischer Daten und Sedimentkernanalysen von Kernen die während der Kampagne SPOC 2001/2002 genommen wurden.
Nach drei Geländephasen in 2004-2005 erfolgte die systematische Datenbearbeitung mit Auswahl der Datierungsproben mit Fokus auf die Isla Santa Maria und Arauco Halbinsel mit deren weitgehender Publikation 2006.
Wie geplant wurde auch die Promotion von Herrn Daniel Melnick September 2006 eingereicht und Januar 2007 erfolgreich (summa cum laude) verteidigt.

Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Eine enge Kooperation mit dem staatlichem chilenischen Ölunternehmen ENAP bezüglich reflexionsseismischer Profile des Schelfs und Bohrkerndaten im Bereich Arauco-Concepcion trug erheblich zum Gelingen des Vorhabens bei. Ebenso bildete die Zusammenarbeit mit der Universidad de Concepcion (Klaus Bataille, Maria Mardones, Guillermo Alfaro) eine wichtige Grundlage des Vorhabens.

Formatiert: Nummerierung und Aufzählungszeichen

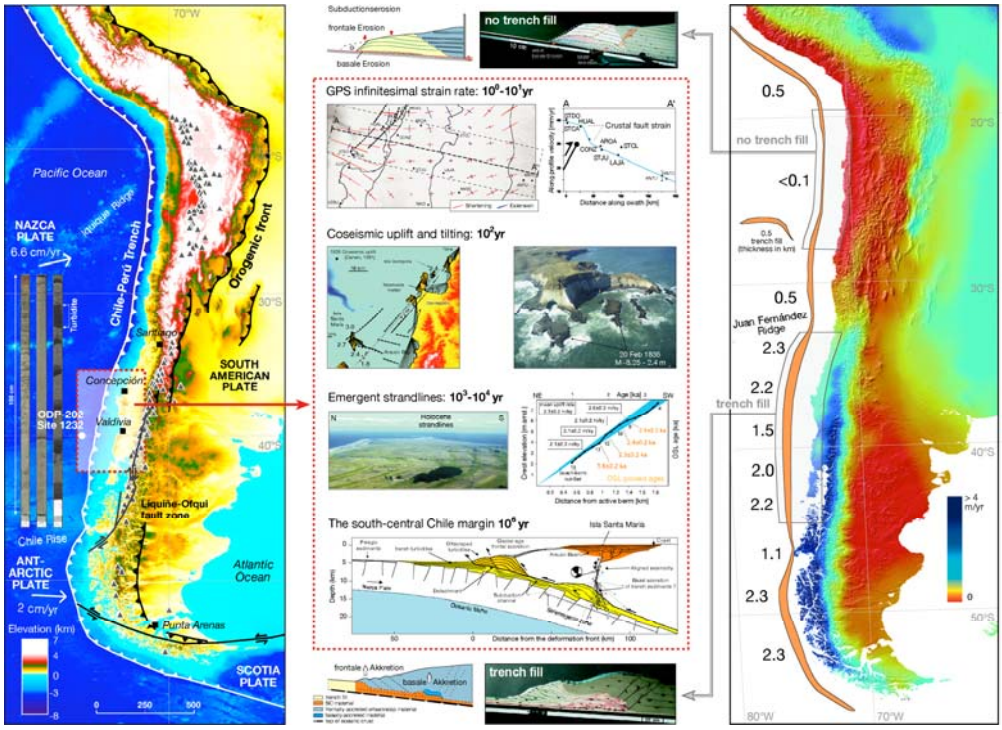

Abbildung 1: Tektonik und Klima der südlichen Anden. (Links) Die Anden in ihrem plattentektonischen Rahmen. Verschiedene Beispielsegmente des ODP-Bohrkerns 1232; deutlich erkennbar variieren die dunklen Turbiditlagen sowohl in ihrer Mächtigkeit als auch in ihrer Frequenz. (Rechts) Niederschlagsverteilung und Tiefseegrabenfüllung des andinen Plattenrandes (aus Strecker et al. 2007), (Mitte) Strukturen

unterschiedlicher Zeit- und Raumskalen des süd-zentralen Forearc-Bereichs (Melnick et al. 2006 und 2007, Bookhagen et al. 2006, Kukowski & Oncken 2006).

I. Eingehende Darstellung der Ergebnisse

Wechselwirkungen zwischen Materialtransfer, mechanischen Prozessen und Klimavariabilität am konvergenten Plattenrand Südamerikas

Entlang von Subduktionszonen wird eine untere Lithosphärenplatte in den Erdmantel herabgeführt. Die obere Platte wird dabei verkürzt und verformt und es kommt zur Bildung von langgestreckten Kettengebirgen, wie z. B. den Anden. Der konvergente Kontinentrand Südamerikas ist wegen seiner seit 200 Ma stabilen Plattenrandbedingungen und seiner Erstreckung über verschiedene Klimazonen und der diesbezüglichen Variabilität in Raum und Zeit ein herausragendes natürliches Labor.

In den letzten Jahrzehnten hat man erkannt, dass es zwei grundverschiedene Subduktionszonen gibt: solche, bei denen der Tiefseegraben mit z. T. mehreren Kilometer mächtigen Sedimenten gefüllt ist und solche, deren Tiefseegräben frei von Sedimenten sind. Steht viel Material zur Verfügung, kommt es zu dessen Anlagerung (Akkretion, Abb. 1 und 2). Steht wenig oder kein Material zur Verfügung, wird zusätzlich Material von der Oberplatte in die Reibungszone zwischen den Platten, den sogenannten Subduktionskanal, eingetragen, es kommt zur Subduktionserosion. Wie unsere physikalischen Experimente zeigen, sind die Bewegungsmuster und die Deformationsstile bei Akkretion und Subduktionserosion sehr unterschiedlich. Entsprechend ist das Material, das in die Reibungszone zwischen den Platten gelangt, sehr verschieden: im einen Fall sind es wasserreiche, mechanisch schwache Sedimente, im anderen wasserarme, mechanisch deutlich festere Krustengesteine. Der Materialtransfer vom Gebirge in den Tiefseegraben ist eng verbunden mit der Erosion des Kontinents, die nicht nur von der Art der dort anstehenden Gesteine, sondern vor allem vom Klima abhängt. Während in den zentralen Anden seit mindestens 40 Millionen Jahren ein arides Klima vorherrscht, war das Klima in den südlichen Anden wesentlich wechselhafter und von feuchten zirkumantarktischen Westwinden dominiert (Abb. 4). Mit Einsetzen der ersten Vereisungen vor etwa 6 bis 7 Millionen Jahren wurde der terrigene Eintrag in die Subduktionszone sehr groß und nachfolgend hat sich seit maximal 5 Millionen Jahren der heutige Akkretionskeil (Abb. 2) gebildet. Entsprechend sind die Südanden wesentlich niedriger geblieben als die zentralen Anden. Dies ist ein besonders markantes Beispiel, wie stark exogene Parameter, in diesem Fall das Klima, die Gebirgsbildung beeinflussen.

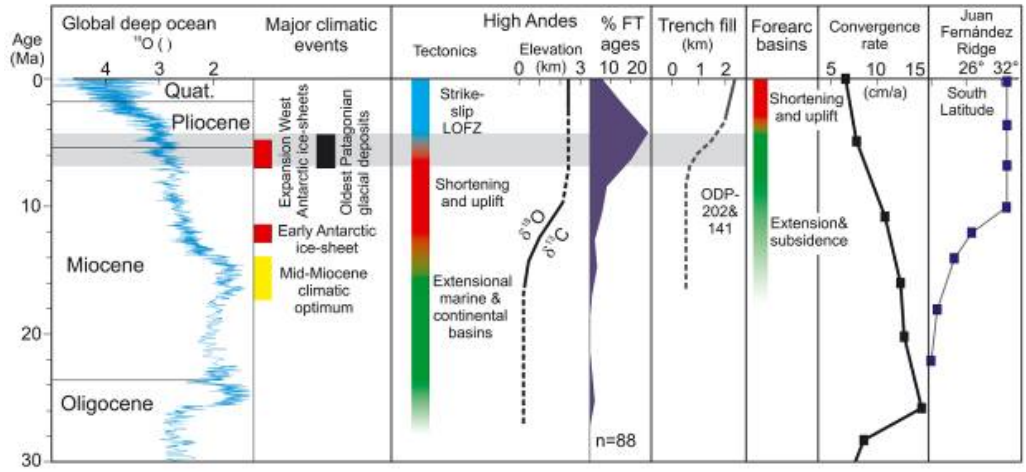

Abbildung 2: Klima und Tektonik der südlichen Anden. Von links nach rechts: Hauptklimaereignisse und der langzeitliche Trend aus benthischen Sauerstoffisotopenverhältnissen, der die Zunahme der Vereisung wiederspiegelt. Tektonische Phasen in der Hauptkordillere, Zunahme des Reliefs geht vorher der Exhumierung aus den Spaltspurdaten (FT). Zunahme der Tiefseerinnenfüllung korreliert mit der Vereisung und Exhumierung der Hauptkordillere und der Invertierung der Forearc-Becken. Plattenkonvergenzgeschwindigkeiten bei 30° S. GPS - global positioning system; aus Melnick & Echtler, Geology 2006.

Darüber hinaus besteht ein Zusammenhang zwischen der niederschlaggesteuerten Erosion und Massenumlagerung und der mechanischen Koppelung an den Plattengrenzflächen, der einen Teil aktueller Untersuchungen darstellt. Beben mit Magnituden größer als 9 wurden in den letzten 50 Jahren in Südchile, Alaska, und Sumatra registriert. Alle diese Subduktionszonen zeichnen sich durch schnellen und umfangreichen klimagesteuerten Materialeintrag aus. Dieser ist in Südchile und Alaska glazial bedingt, während er in Sumatra monsunbedingt ist.

Um besser zu verstehen inwieweit die Materialeigenschaften entlang der Plattengrenzfläche neben den langzeitlichen (10^6 a) Rückkoppelungen auch Erdbebenprozesse und Oberflächendeformation während kleinerer Zeitskalen (10^1 bis 10^5 a) steuern, wurden detaillierte tektonische Untersuchungen im Bereich des stärksten jemals historisch aufgezeichneten Erdbeben (Mw=9,5) 1960 in Südchile („Valdiviabeben“; bei ca. 38°10’ S) durchgeführt. Dieses Beben hatte eine Bruchlänge von ca. 1.000 Kilometern, einen bis zu 15 Meter hohen Tsunami, sowie eine koseismische Verschiebung von 40 Metern.

Die Verteilung (Segmentation) und die Mechanismen der Oberflächendeformation während (koseismisch) und zwischen (interseismisch) solchen gewaltigen Ereignissen war bisher weitgehend unverstanden. Um dieser Frage nachzugehen, wurden die Deformationsmechanismen in der Hauptkordillere und dem Küstenbereich der südlichen Zentralanden (Abb. 3 und 4), im nördlichen Segment der Valdiviabeben-Rupturzone, untersucht. Die Einbeziehung geologischer, geophysikalischer und geodätischer Datensätze zeigt den Zusammenhang zwischen der Oberflächendeformation durch aktive Überschiebungen und Faltung und den Mega-Subduktionsbeben durch Bewegung auf der Plattengrenzfläche. Auf der spätpleistozänen Zeitskala (10^4 a) wurden seismische Profile mit der Oberflächenentwicklung aus deformierten, ^{14}C -datierten, marinen Terrassen integriert und gezeigt, dass die Küstenmorphologie und die Segmentation der

Oberflächendeformation von Aufschiebungen kontrolliert werden. In diesem Gebiet tritt eine Konzentration von Mikrobeben auf, die darauf hindeutet, dass diese Störungen die Plattengrenzfläche erreichen. Des Weiteren ergeben Berechnungen der koseismischen Hebung während des Erdbebens von 1835 mit M>8 nach Aufzeichnungen von Charles Darwin, dass diese aktive Verwerfung mechanisch an die Subduktionszone gekoppelt war und durch das Ereignis von 1835 aktiviert wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass Störungen durch die Oberplatte auch interseismisch, d. h. zwischen, wie auch während der großen periodischen Ereignisse koseismisch aktiv sind. Deformationsmuster von Jahren bis 100.000 Jahren (10^1 bis 10^5 a) überlagern die periodischen Mega-Subduktionsbeben. Diese wurden historisch aufgezeichnet oder über mehrere tausend Jahre z. B. durch koseismisch gehobene Strandlinien (Abb. 1) bestimmt und weisen Wiederholungsraten von durchschnittlich etwa 200 Jahren auf.

Die geländeorientierten, seismo-tektonischen Untersuchungen lieferten die detaillierte tektonische Entwicklung im späten Pleistozän und Holozän im Bereich Concepcion – SantaMaria – Arauco (Bookhagen et al. 2006; Melnick et al. 2006). Für die Isla Santa Maria (37° S; ISM) ergibt sich eine mittlere Hebungsrate von ~2 m/ka (netto 0,4 m) und eine mittlere Verkippung von ~0.019 °/ka mit einer Rekurrenzrate Strandlinien-bildender Grossbeben von ~200 Jahren. Reflexionsseismische Explorationsprofile (ENAP) des Schelfbereichs sowie die Seismizitätsverteilung identifizieren re-/aktivierte Ab- und Überschiebungen, teilweise in der Interplattengrenzfläche verwurzelt. Die Inversion dieser Strukturen erfolgte klimakontrolliert zwischen 3.6 und 2.5 Ma mit einer kontinuierlichen Verkürzungsrate von ~0.8 mm/a. Die Bewegung auf der Plattengrenzfläche segmentiert und kontrolliert die plastische Forearc- und Oberflächenverformung.

Formatiert: Nummerierung und Aufzählungszeichen

Laufende Datierungen zur Quantifizierung der subduktionsbezogenen Verformungsprozesse werden auf Untersuchungsgebiete nach Süden ausgedehnt, um die Gradienten in den Verformungsraten und ihre räumlich-zeitliche Entwicklung entlang des Valdivia-Segments und deren Kontrollparameter umfassend zu analysieren.

Die Quantifizierung der Hebungsraten in langzeitlichen bis koseismischen Zeitskalen und die erhebliche Erweiterung der historischen Mega-Erdbebenaufzeichnung bis ins Pleistozän liefern einen beachtlichen Zugewinn zur angestrebten Erweiterung des Verständnisses subduktionsbezogener Deformationsprozesse.

Wichtigste Positionen
Personalstelle 1 Wiss. Mitarb. Monate BATO IIa/2, Doktorandenstelle 3 Jahre
Dr. Daniel Melnick

F+E-Aufträge: Datierungen: s. Publikationen
Reisekosten
a) Geländearbeiten (s.o.)
b) Tagungsreisen (s.u.)

Publikationen (unmittelbar aus dem Vorhaben)

Bookhagen, B., Echtler, H. P., Melnick, D., Strecker, M. R., and Spencer, J. Q. G. (2006): Using uplifted Holocene beach berms for paleoseismic analysis on the Santa María Island, south-central Chile: Geophysical Research Letters, 33, no. 15, p. L15302, 10.1029/2006GL026734.

Melnick, D., and Echtler, H. P., 2006, Inversion of forearc basins in south-central Chile caused by rapid glacial age trench fill: Geology, v. 34, no. 9, p. 709-712.

Melnick, D., Bookhagen, B., Echtler, H. P., Strecker, M. R. (2006): Coastal deformation and great subduction earthquakes, Isla Santa María, Chile (37°S). Geological Society of America Bulletin, 118, 11, 10.1130/B25865.1, 1463-1480 p.

Melnick, D., Charlet, F., Echtler, H. P., and De Batist, M., 2006, Incipient axial collapse of the Main Cordillera and strain partitioning gradient between the Central and Patagonian Andes, Lago Laja, Chile: Tectonics, v. 25, no. 5, p. TC5004.

Moreno M., Klotz J. , Melnick D. , Grund, V. , Echtler H. , Bataille K., 2008. Active faulting and forearc block rotation in south-central Chile from GPS-derived deformation (36-39°S) Geochemistry Geophysics Geosystems, G^3, *submitted*.

Rehak, K.; Strecker, M.; Echtler, H. P. (2008): Morphotectonic segmentation of an active forearc, 37°-41°S, Chile. Geomorphology, 94, p. 98–116;

Blumberg S., F. Lamy, H.W. Arz, H.P. Echtler, M. Wiedecke-Hombach, G.H. Haug, and O. Oncken. 2008. Turbiditic Trench Deposits at the South-Chilean Active Margin: A Pleistocene-Holocene Record of Climate and Tectonics. **E.P.S.L**.; doi: 10.1016/j.epsl.2008.02.007

Doktorarbeit:

Melnick, D. (2007): Neogene seismotectonics of the south-central Chile margin - Subduction related processes over various temporal and spatial scales, Scientific Technical Report ; STR 07/01, 1-108

Projektbezogene Publikationen der Antragsteller im Rahmen der Zusammenarbeit mit anderen Vorhaben

Melnick, D., and Echtler, H. P., 2006, Morphotectonic and geologic digital map compilations of the south-central Andes (36°-42°S), *in* Oncken, O., Chong, G., Franz, G., Giese, P., Götze, H.-J., Ramos, V. A., Strecker, M., and Wigger, P., eds., The Andes - Active Subduction Orogeny: Frontiers in Earth Sciences: Berlin Heidelberg New York, Springer-Verlag, p. 565-568.

Glodny J., H. Echtler, Collao S., Ardiles M., Buron P. and Figueroa O. 2008 Differential Late Paleozoic active margin evolution in South-Central Chile (37°S-40°S) – The Lanalhue Fault Zone. J. South American Earth Sciences, in press

Glodny J., Krawczyk C., Echtler H., Gräfe K., Kemnitz H., Kramer W., Lohrmann J., Mechie J., Melnick D., Oncken O., Rosenau M., Seifert W., Stiller M., Vietor T. (2004) Ein Ozean taucht ab: Ergebnisse zur Dynamik des aktiven Kontinentalrandes in Südchile. In: Zweijahresbericht, GeoForschungsZentrum Potsdam in der Helmholtz-Gemeinschaft, 2002/2003 (ISBN 3-9808780-1-5) pp. 19-34

Glodny, J., Echtler, H., Figueroa, O., Franz, G., Gräfe, K., Kemnitz, H., Kramer, W., Krawczyk, C., Lohrmann, J., Lucassen, F., Melnick, D., Rosenau, M., and Seifert, W., 2006, Long-term geological evolution and mass-flow balance of the South-Central Andes, *in* Oncken, O., Chong, G., Franz, G., Giese, P., Götze, H.-J., Ramos, V. A., Strecker, M., and Wigger, P., eds., The Andes - Active Subduction Orogeny: Frontiers in Earth Sciences: Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, p. 401-428.

Glodny, J., Lohrmann, J., Echtler, H., Gräfe, K., Seifert, W., Collao, S., and Figueroa, O., 2005, Internal dynamics of a paleoaccretionary wedge: Insights from combined isotope tectonochronology and sandbox modelling of the South-Central Chilean forearc: Earth and Planetary Science Letters, v. 231, no. 1-2, p. 23-39.

Glodny, J.; Gräfe, K.; Echtler, H.; Rosenau, M. Mesozoic to Quaternary continental margin dynamics in South-Central Chile (36–42°S): the apatite and zircon fission track perspective. International Journal of Earth Sciences 10.1007/s00531-007-0203-1 2007.

Götze, H.-J., Alten, M., Burger, H., Goni, P., Melnick, D., Mohr, S., Munier, K., Ott, N., Reutter, K. J., Schmidt, S. (2006): A 3D Geoinformation System of the SFB 267 for the Andes - from ink-painted maps to digital data bases. - In: Oncken, O., Chong, G., Franz, G., Giese, P., Götze, H.-J., Ramos, V., Strecker, M., Wigger, P. (Eds.), The Andes - Active Subduction Orogeny, (Frontiers in Earth Science, 1), Springer, 539-556.

Hackney, R., Echtler, H. P., Franz, G., Götze, H.-J., Lucassen, F., Marchenko, D., Melnick, D., Meyer, U., Schmidt, S., Tašárová, Z., Tassara, A., Wienecke, S. (2006): The Segmented Overriding Plate and Coupling at the South-Central Chilean Margin (36–42°S) - In: Oncken, O., Chong, G., Franz, G., Giese, P., Götze, H.-J., Ramos, V., Strecker, M., Wigger, P. (Eds.), The Andes - Active Subduction Orogeny, Frontiers in Earth Science, 1, Springer, 355-374.

Haschke, M., Günther, A., Melnick, D., Echtler, H. P., Reutter, K. J., Scheuber, E., Oncken, O. (2006): Central and Southern Andean Tectonic Evolution Inferred from Arc Magmatism - In: Oncken, O., Chong, G., Franz, G., Giese, P., Götze, H.-J., Ramos, V., Strecker, M., Wigger, P. (Eds.), The Andes - Active Subduction Orogeny, Frontiers in Earth Science, 1, Springer, p. 337 – 354.

Hoffmann-Rothe, A., Kukowski, N., Dresen, G., Echtler, H. P., Oncken, O., Klotz, J., Scheuber, E., Kellner, A. (2006): Oblique convergence along the Chilean margin: Partitioning, margin-parallel faulting and force interaction at the plate interface - In: Oncken, O., Chong, G., Franz, G., Giese, P., Götze, H.-J., Ramos, V., Strecker, M., Wigger, P. (Eds.), The Andes - Active Subduction Orogeny, (Frontiers in Earth Science, 1), Springer, 125-146.

Krawczyk, C.M., Mechie, J., Lueth, S., Tasarova, Z., Wigger, P., Stiller, M., Brasse, H., Echtler, H.P., Araneda, M. & Bataille, K., 2006. Geophysical Signatures and active tectonics at the South-Central Chilean margin. *In* O. Oncken, G. Chong, G. Franz, P. Giese, H.-J. Götze, V. Ramos, M. Strecker & P. Wigger (eds.), *The Andes - active subduction orogeny*. Frontiers in Earth Sciences, 1, Springer Verlag, Heidelberg, p. 171-192.

Melnick, D., Folguera, A., and Ramos, V. A., 2006, Structural control on arc volcanism: The Caviahue-Copahue complex, Central to Patagonian Andes transition (38°S): Journal of South American Earth Sciences, v. 22, no. 1

Melnick, D.; Rosenau, M.; Folguera, A.; Echtler, H. (2006): Neogene tectonic evolution of the Neuquén Andes western flank (37-39°S). In: Kay, S.M.; Ramos, V.A. (eds). A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°39°S lat). Geological Society of America Special Paper 407: 73-95, 10.1130/2006.2407 (04).

Rosenau, M., Melnick, D., and Echtler, H., 2006, Kinematic constraints on intra-arc shear and strain partitioning in the Southern Andes between 38°S and 42°S latitude: Tectonics, v. 25, no. 4, p. TC4013

Seifert, W.; Rosenau, M.; Echtler, H. (2005): Crystallization depths of granitoids of South Central Chile estimated by Al-in-hornblende geobarometry: implications for mass transfer processes along the active continental margin. In: Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, 236, , no. 1-2, p. 115-127.

Vietor, T., Echtler, H. P. (2006): Episodic Neogene southward growth of the Andean subduction orogen between 30°S and 40°S - plate motions, mantle flow, climate, and upper-plate structure In: Oncken, O., Chong, G., Franz, G., Giese, P., Götze, H.-J., Ramos, V., Strecker, M., Wigger, P. (Eds.), The Andes - Active Subduction Orogeny, (Frontiers in Earth Science, 1), Springer, 375-400.

Yuan, X., Asch, G., Bataille, K., Bock, G., Bohm, M., Echtler, H., Kind, R., Oncken, O., Wölbern, I. (2006): Deep Seismic Images of the Southern Andes. – In: Kay, S. M., Ramos, V. A. (Eds.),

Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°– 39°S lat), (Geological Society of America Special Paper) Geological Society of America, 407, 61-72, 10.1130/2006.2407(03).

Präsentationen

Echtler H., Glodny J., Gräfe, K., Rosenau M., Melnick D., Seifert W., Vietor T. (2003): Active Tectonics controlled by inherited structures in the long-term stationary and non-plateau South-Central Andes. EGS - AGU - EUG Joint Assembly, Nice, France, April 2003. EAE03-A-10902

Haschke, M., Yuan, X., Bohm, M., Echtler, H., Oncken, O. (2004) Role of mafic underplating in balancing crustal growth, EOS Trans. AGU, West. Pac. Geophys. Meet. Suppl., 85 (28), Abstract T22A-03, Honolulu.

Krawczyk, C, , H. Echtler, M. Stiller, J. Mechie, O. Oncken, K. Bataille & SPOC and TIPTEQ Research Groups 2004. What controls the active tectonics at the southern Chilean convergent margin ? –Results from the projects SPOC and TIPTEQ. 11th Seismix meeting, Quebec, Canada, 26 Sept.-01 Oct. 2004

Echtler, H., Bookhagen, B., Melnick, D., Strecker, M. 2004. Quaternary tectonic tilting governed by rupture segments controls surface morphology and drainage evolution along the South-Central coast of Chile. EOS Trans. AGU, 85(47) Fall Meet. Suppl., Abstract, T13C-1389

Rietbrock A., M. Bohm, H. Echtler, D. Melnick, C. Bruhn, K. Bataille. 2004. Investigating active faulting in the south-central Chilean forearc by local seismicity and moment tensor inversions EOS Trans. AGU, 85(47)AGU Fall Meet. Suppl., Abstract, S53A-0180

Melnick, D., M. Bohm, Bookhagen, B., Echtler H., Krawczyk, C, Manzanares, A., Moreno, M., Strecker, M. 2004. Active Faulting, Surface Deformation and Subduction Earthquakes at Isla Santa María, South-Central Chile. EOS Trans. AGU, 85(47) Fall Meet. Suppl., Abstract, T13C-1380

Vietor T, H P Echtler, H Mueller, O Oncken, S Ladage. 2004. Late Miocene block rotations in the South Chilean offshore forearc (38.5°S) linked to backarc shortening: paleomagnetic and bathymetric evidence. EOS Trans. AGU, 85(47) Fall Meet. Suppl., Abstract, GP43A-0843

Rehak, K., Echtler, H., Melnick, D., Vietor, T. & Strecker, M.R. (2005): Seismotectonic segmentation of an active forearc region: Tectonic geomorphology of the Nahuelbuta Range region, Southern Chile (37.5°-38.5°S). EGU05-A-08824. Geophy. Research Abstracts. Vol. 7.

Vietor T. and Echtler H. 2005. Episodic Neogene southward growth of the Andean subduction orogen between 30°S and 40°S – plate motions, mantle flow, climate and upper-plate structure. Terra Nostra, 05/1, 19.LAK, Potsdam, p.132-133

Vietor T., Echtler H., H Mueller, Nowaczyk N., O Oncken, 2005. Neogene block roatations in the South Central Chilean forearc (36°S-39°S): new constraints from paleomagnetic data. Terra Nostra, 05/1, 19.LAK, Potsdam, p.133-134

Melnick, D., Bookhagen, B., Echtler, H., Strecker, M.R. 2005. Active shortening, surface deformation and Late Neogene coastal geomorphology of the Arauco Region, Chile. 6th International Symposium on Andean Geodynamic (ISAG), Barcelona, Spain, p. 502-503.

Glodny J., Lohrmann Jo, H. Echtler, Gräfe K., Seifert W., Collao S. & Figueroa O. 2005. Exhumation by basal accretion: insights from combined isotope tectonochronology, thero-chronology and sandbox modelling of the South Central Chilean forearc. Terra Nostra, 05/1, 19.LAK, Potsdam, p. 47-48

Rehak, K., Echtler, H., Melnick, D., Vietor, T., Strecker, M.R. 2005. Seismotectonic segmentation of an active forearc region: Tectonic geomorphology of the Nahuelbuta Range region, Southern Chile (37.5°-38.5°S). EGU Assembly, Vol. 7, Abstract No. 08824. Vienna, Austria.

Melnick, D., Bookhagen, B., Echtler H., Strecker, M. 2005. Active crustal structures control coseismic surface deformation and Late Quaternary coastal geomorphology, Arauco peninsula, Chile. Terra Nostra, 05/1, 19.LAK, Potsdam, p. 82-83

Bookhagen, B., Echtler, H.P., Melnick, D., Strecker, M.R. 2005. Holocene tectonic coastal uplift and tilting constrained through surface deformation on Santa María Island, South-Central Chile active margin. 2005 Salt Lake City Annual Meeting, Oct. 16-19,

D. Melnick, H. P. Echtler. 2006. Forearc basin inversion between the Chile Rise and Juan Fernández Ridge caused by glacial age trench fill. GSA Spec. Meeting: Backbone of the Americas Patagonia to Alaska, Mendoza, Argentine, 3-7 April 2006, http://gsa.confex.com.

Jara J., Pineda V., Melnick D., Echtler H. 2005. Evidencias sedimentológico-ambientales del proceso de alzamiento tectónico en isla Santa María, VIII región, Chile. XI. Congr. Geol. Chil, Antofagasta

Melnick D. & H.P. Echtler. 2006 Climatic and tectonic control on forearc basin inversion in south-central Chile (34-45°S). Terra Nostra, Vol. 2006/3, A4-3-1, Shaping the Earth's Surface: Dynamics and Changing Environments GV-Int. Conf, 96th Ann.Meet. of the GV, Potsdam Sept. 25-29, 2006.

Rehak K., Strecker M, and H. Echtler. Segmentation of an forearc setting – Chile margin 7°.41°S).Terra Nostra, Vol. 2006/3, A4-3-1, Shaping the Earth's Surface: Dynamics and Changing Environments GV-Int. Conf, 96th Ann.Meet. of the GV, Potsdam Sept. 25-29, 2006, p. 85

Rosenau, M., Melnick, D., Bookhagen, B., Echtler, H.P., Oncken, O., Strecker, M.R. (2006), About the Relationship Between Forearc Anatomy and Megathrust Earthquakes, *Eos Trans. AGU*, 87(52), Fall Meet. Suppl., Abstract T12C-04.

Bookhagen, B., Echtler, H.P., Melnick, D., Strecker, M.R., 2006. Holocene coastal landforms reveal earthquake-reucrrence intervals on Santa Maria Island, south-central Chile, EGU, Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, EGU06-A-05266

Moreno, M.; Melnick, D.; Klotz, J.; Bolte, J.; Chen, J.; Echtler, H.; Bataille, K. 2007 Impact of upper crustal faults on interseismic surface deformation, Arauco-Concepción forearc block, Chile. A-01395; TS3.2-1TU2P-0864, EGU2007-

Blumberg, S., Arz, H.W., Echtler, H., Lamy, F., Haug, G. H., Oncken, O. (2007), Late Quaternary forearc tectonics documented in marine and lacustrine sediments – Examples from South Central Chile. 4th General Assembly EGU 2007. Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 07265.

Rehak, K.; Strecker, M.R.; Echtler, H.P. 2007 Climatic controls on drainage basin topography – The Andean margin (15◦30'S 41◦30'S). A-08142; GM11-1TU5P-0375, EGU2007-

Melnick, D.; Bookhagen, B.; Moreno, M.; Echtler, H. P.; Rosenau, M.; Klotz, J.; Strecker, M. R.; the TIPTEQ Research Group, 2007. Mechanical coupling between megathrust and forearc crustal-scale faults: Insights from the Arauco Bay area, Chile (37◦S). A-02212; TS3.2-1MO4O-006, EGU2007-Vienna

Rehak, K.; Strecker, M.R.; Echtler, H.P.; Binnie, S.; Summerfield, M.; Dunai, T.; Freeman, S. 2007 Forearc deformation and erosion on different timescales – Chile, 37◦ - 38◦S. A-08095; GM11-1TU4O-006, EGU2007-Vienna

Blumberg, S., Arz, H. W., Echtler, H. P., Lamy, F., Haug, G H., Oncken, O (2007), Coastal Lakes in South-Central Chile (38°S) – Archives of Holocene Climate and Fore-arc Tectonics, *Eos Trans. AGU, 88*(52), Fall Meet. Suppl., Abstract PP31D-0653

Echtler, H. P., Blumberg, S., Lamy, F., Arz, H. W., Wiedicke, M., Haug, G H., Oncken, O. (2007), Turbidite sequences in marine sediments off southern Chile ? records of Quaternary climate - tectonics interactions, *Eos Trans. AGU, 88*(52), Fall Meet. Suppl., Abstract T31A-0282

Rehak K., Strecker M., Echtler, H. P., Bookhagen B., (2007), Climatic controls on drainage basin topography - a synopsis of the western Andean flanks between 15.5 S and 41.5 S lat, *Eos Trans. AGU, 88*(52), Fall Meet. Suppl., Abstract T33E-08.