

Zeitschrift: Berner Geographische Mitteilungen : Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Bern und Jahresbericht des Geographischen Institutes der Universität Bern

Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern

Band: - (1989)

Artikel: Liullaillaco-Atacama : Klima und Klimageschichte in den Wüsten und Hochgebirgen der nordchilenischen Anden

Autor: Messerli, Bruno / Grosjean, Martin / Ehrensperger, Albrecht

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-321876>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schlee, G., 1989: *Nomadische Territorialrechte: das Beispiel des kenianisch-äthiopischen Grenzlandes. Die Erde*, 120, 1989: 131-138.

Schlee, G., 1989a: *Identities on the move: clanship and pastoralism in northern Kenya. Manchester University Press, New York: St. Martin's Press.*

Albrecht Ehrensperger.

Nach einem Manuskript von Herrn Prof. Dr. Günter Schlee verändert und angepasst.

Llullaillaco-Atacama.

Klima und Klimageschichte in den Wüsten und Hochgebirgen der nordchilenischen Anden.

Prof. Dr. Bruno Messerli und Martin Grosjean, *Geographisches Institut der Universität Bern*, 12. 12. 1989.

Vor einem zahlreichen Publikum stellten Prof. Dr. Bruno Messerli und Martin Grosjean die ersten Ergebnisse aus ihrem letztjährigen Feldaufenthalt in Südamerika vor. Von einer globalen Betrachtung des Klimas und seiner Variabilität ausgehend, ging es zum Fallbeispiel der ariden Westflanke der nordchilenischen Anden über. Hier wurde ein nach Höhenstufen aufgegliedertes Querprofil im Gebiet des südlichen Wendekreises untersucht, welches helfen soll das heutige Klima und seine Geschichte seit der letzten Eiszeit zu verstehen.

Vorgeschichte

Eigentlich, so die Referenten, entstand das Bedürfnis, die ariden Gebiete der Anden zu untersuchen, während eines Aufenthaltes in einem anderen Trockenraum, der Sahara. Von dieser grössten Wüste der Welt ist die Klimageschichte recht gut bekannt:

- vor 18'000 Jahren, während der Eiszeit, herrschte dort eine Extremwüste, welche weit nach Süden reichte und die Vegetation zurückdrängte;
- vor 8'000 Jahren erreichte die Wüste ihre kleinste Ausdehnung und der tropische Regenwald konnte sich nach Norden ausbreiten;
- vor 2'000 Jahren dehnte sich die Wüste wieder aus, um den heutigen Maximalstand zu erreichen.

Bei der Untersuchung der Klimageschichte orientiert man sich oft an Gebirgen, welche, dank ihrer Höhenstufung, auf engstem Raum die klimatischen Abfolgen darstellen, die sich im ebenen Gelände auf

tausende von Kilometern erstrecken. Die in der Sahara zur Verfügung stehenden Gebirge erreichen aber leider nur 3'400 m. ü. M. Durch den Wunsch, das Höhenprofil gegen oben auszudehnen, entstand die Idee, den Gebirgsraum des westandinischen Trockengürtels (die Wüste Atacama gilt als aridester Raum der Welt) zu untersuchen.

Das Gebiet

Das im Vortrag dargestellte Gebiet befindet sich im Grenzraum zwischen Chile, Bolivien und Argentinien (siehe Karte 1). Das am Anfang erwähnte Profil dehnt sich von der Küstenstadt Antofagasta, über den 6'739 m hohen Vulkan Llullaillaco (auf Deutsch: "verräterisches Wasser"), bis zur argentinischen Stadt Salta aus. Die Untersuchungen beschränkten sich hauptsächlich auf die westliche Andenflanke.

Der Niederschlag

Betrachtet man die Niederschlagsverteilung einzelner Stationen, so sind die zwei folgenden Punkte zu erwähnen:

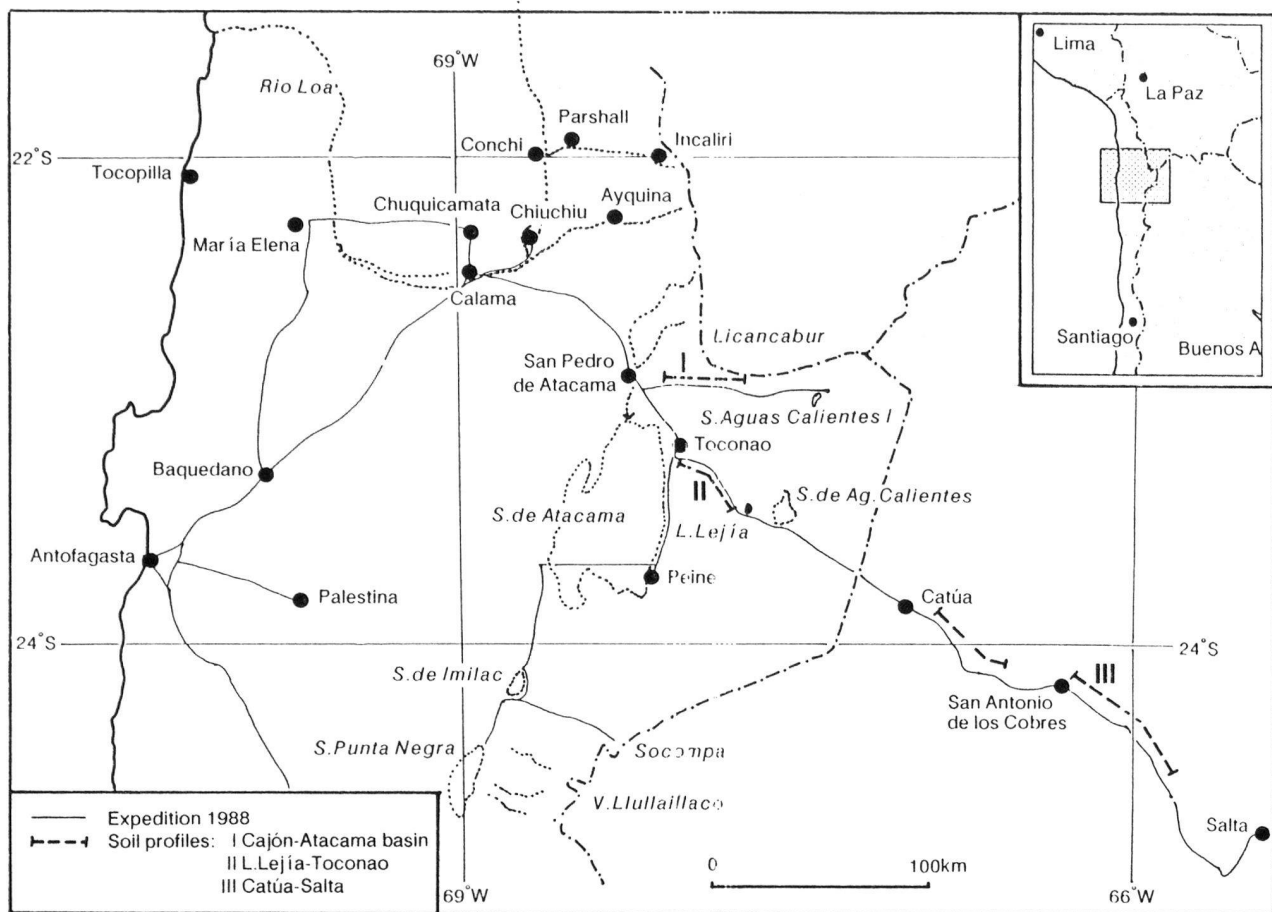
- Während die feuchtere Ostseite durch tropisch beeinflusste Sommerniederschläge gekennzeichnet ist (600 bis 1'000 mm/Jahr), fällt die extrem kleine Menge Niederschlag auf der Westseite (20-50 mm/Jahr) vorwiegend zwischen Juni und August (Winter auf der Südhemisphäre);
- je höher man in die Anden vordringt, desto grösser ist die Gesamtniederschlagsmenge.

Der festgestellte scharfe Klimawechsel auf engstem Raum zeigt, wie dieses Gebiet genau in der Lücke zwischen tropischen Sommer- und ektropischen Winter-niederschlägen liegt.

Die klimatische Situation

Sommer- und Winterniederschläge ergeben sich aus einer, für Südamerika markanten Druckverteilung:

- 1) Juni bis August: Im Winter können Zykclone aus der Westwinddrift von Süd-Südwesten bis in die Subtropen Chiles herantreiben. Normalerweise werden sie aber vom äusserst stabilen Südostpazifischen Hoch, dessen Kern vor der Küste Chiles, zwischen 20 und 30° südlicher Breite liegt, abgeblockt und regnen somit südlicher als 30° S auf der Luvseite der Anden aus.
- 2) Dezember bis Februar: Im Sommer liegt über Nordwestargentinien ein Hitzetief (Chacotief), welches ein südlicher Ausläufer der Innertropischen Konvergenzzone ITC ist. Das südostpazifische Hoch verstärkt sich und blockiert normalerweise



Karte 1: Der Nordchilenische Andenraum

die konvektiven Sommerniederschläge des Hitzetiefs auf der Ostseite der Anden. Schwächt sich das Hoch ab, so können feuchte Luftmassen über den Andenkamm hinüberschwappen und im chilenischen Altiplano kurze aber heftige Niederschläge verursachen. Diese Situation heisst "Inverno Boliviano", weil der Schnee in diesem Fall von Osten (Bolivien, Argentinien) kommt.

Fünf Höhenstufen

Im folgenden teilte Martin Grosjean das Anden-Querprofil in verschiedene Stockwerke auf, welche die Analyse von gegenwärtigem und vergangenem Klima erleichtern sollen.

- Zuoberst (4'500 bis 6'700 m. ü. M.) ist die hochandine Höhenstufe zu finden. Als Untersuchungsgebiet für das oberste Stockwerk diente der Vulkan Llullaillaco. Trotz der beachtenswerten Höhe und den tiefen Temperaturen (Jahresmittel -15°C) suchte das Team vergeblich nach Gletschern: Die Feuchtigkeit ist zu gering, um Eismassen zu speisen. Nur ein paar kleine Schneeflecken oberhalb 5'500m. ü. M. können sich halten.

Dennoch fanden die Forscher, auf 4'900 und 5'100 m. ü. M. Moränen, Zeichen für eine vergangene glaziale

Überprägung. Die Feuchtezufuhr muss also früher entscheidend grösser gewesen sein: Ein eindeutiger Hinweis auf veränderte klimatische Bedingungen.

- Als nächste Stufe ist der Altiplano (3'000 bis 4'500 m. ü. M.) zu erwähnen. Hier finden sich in abflusslosen Becken Salare (Salzseen) und offene Seen, an deren Ufer alte Strandlinien auf einen früheren bis zu 25 m höheren Wasserspiegelstand hinweisen. Auch dies ein klares Zeichen für eine ehemals deutlich feuchtere Zeit in einem Gebiet, wo das gegenwärtige Jahrestotal der Niederschläge nur 100 mm beträgt.

Versuche, Seesedimente und die oben erwähnten Moränen mit der ^{14}C -Methode zu datieren, scheiterten teilweise an der Störung durch den aktive Vulkanismus im ersten und am Mangel von organischem Material im zweiten Fall. Zusätzliche geochronologische Untersuchungen mit isotonenmineralogischen Methoden und Thermolumineszenz würden es erlauben einen präziseren Kalender der klimatischen Veränderungen aufzustellen.

- Am Fuss des Altiplanos (2'500 bis 3'000 m. ü. M.) sind keine offenen Wasserflächen mehr zu finden. Einzelne Bäche aus dem Altiplano und das Grundwasser liefern Süßwasser. Bereits auf dieser Höhen-

stufe waren Zeichen für jungpleistozäne/holozäne Klimaschwankungen nicht mehr auszumachen.

- Weiter abwärts folgt eine Beckenlage (1'000 bis 2'500 m. ü. M), wo jegliche Hinweise für einen Klimawechsel während den vergangenen 10'000 bis 20'000 Jahren fehlen. Doch deuten Salare und Salpeterorkommen auf eine noch früher (>100'000 Jahre) zurückliegende Klimaverschiebung hin. Die fluviatile Überprägung des Reliefs in diesem Raum ist das Resultat von Jahrhundertereignissen, bei welchen schlagartig 25 bis 30 mm Regen fallen können und nicht das Resultat einer lang anhaltenden Feuchtperiode.

- Ganz unten kommt schliesslich die Küstenstufe. Die Aridität reicht hier bis ans Meer: Es entsteht ein scharfer Kontrast zwischen dem mit Leben gefüllten Wasser und der "toten" Wüste.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

- dass nur die oberen Höhenstufen Zeichen einer Klimaveränderung aufweisen: In geomorphologischen Formen, in Salaren und Seen sowie in Paläoböden konnten feucht-kalte (Temperatursenkung 7°C) und feucht-warme (3,5°C wärmer als heute) Klimaphasen seit den letzten 20'000 Jahren nachgewiesen werden.
- dass die Aridität, im Gegensatz zur Sahara, durch eine äusserst wirkungsvolle Hochgebirgskette entscheidend verstärkt wird;

Der Mensch

Laut den Referenten bestand im untersuchten Raum ein zwingender Zusammenhang zwischen Natur und Kultur. Die bis auf 11'000 Jahre vor heute nachgewiesenen Siedlungsräume beschränkten sich auf die Küste (Handelsplätze, Häfen), die Festucasteppes am Fusse des Altiplanos (extensive Weidewirtschaft) und Flussstäler, in denen immerfliessende Gewässer eine intensive Oasenlandwirtschaft erlaubten. Letztere lebt noch bis heute weiter. Nach ersten Untersuchungen (Tritiumanalyse) und aufgrund Deutsch-chilenischer Forschungsergebnissen identifizierten die Forscher das Wasser in diesen Oasen als fossiler Wasserkörper aus einer holozänen Feuchtphase. Dies würde bedeuten, dass diese Ressource, wovon nicht nur die Oasen sondern auch Städte wie Antofagasta und Calama leben, sich nicht erneuert. Verschärft wird die Situation auch durch den vermehrten Wasserverbrauch durch Bergbau (Kupfer) und Prospektion (Uran, Erdöl). Allerdings konnten nur wenige Messungen durchgeführt werden und diejenigen, die schon früher bestanden, sind mit Vorsicht zu geniessen. Deshalb, und obwohl die Konflikte vorprogrammiert scheinen, ist es wahrscheinlich angebracht weitere Untersuchungen durch-

zuführen, damit genauere Schlüsse über die tatsächliche Dramatik der Situation gezogen werden können.

**Albrecht Ehrensperger,
mit Ergänzungen von
Martin Grosjean.**

Fussgängerbereiche verändern deutsche Stadtzentren

Prof. Dr. R. Monheim, Bayreuth, 9. 01. 1990.

Fussgängerbereiche sind eine der spektakulärsten Massnahmen für lebenswerte Städte. Sie werden von ihren Verfechtern als Ideal vergöttert, von ihren Kritikern dagegen entweder als Totengräber des Stadtzentrums verurteilt oder im Gegenteil als Trick zur konsumgerechten Vermarktung der Innenstadt beklagt. Oft verändern sie tiefgreifend den Eindruck, den ein Stadtzentrum auf seine Besucher macht (Monheim, Manuskript).

Die BRD hat seit dem Anfang der 60er Jahre (erste Ansätze jedoch schon in der Zwischenkriegszeit) eine rasante Entwicklung der Fussgängerbereiche und der verkehrsberuhigten Zonen miterlebt. Dieser Trend verstärkte sich noch anfangs der 70er Jahre. Prof. Dr. Monheim nannte 3 "Axiome", welche in einem Zusammenspiel diese Entwicklung vorantrieben:

1. Fussgängerzonen sind ein Element moderner Stadtplanung;
2. Eine Stadt liebt es modern zu sein;
3. Planer lieben es geliebt zu werden!

Aber fangen wir von vorne an:

Die Wende

Erste Vorbilder für die Planung von Fussgängerzonen waren schon vor dem 2. Weltkrieg die Städte Essen und Köln. Das damalige Konzept, welches als Ideal für die frühe Geschichte der verkehrsfreien Gebiete galt, lautete:

- Ordnung des Verkehrs (z. B. wenn Haupteinkaufsstrassen zu schmal waren um gleichzeitig Passanten und Autoverkehr zu bewältigen) (Monheim 1986);
- hohe Dichte der Handelsbetriebe;
- enge Gassen (damit die Schaufenster links und rechts gleichzeitig bewundert werden konnten).