

- RUNSTEN, D. u. LEVEEN, PH.: Mechanization and Mexican Labor in California Agriculture. Monographs in U.S.-Mexican Studies 6. University of California, San Diego 1981.
- RUNSTEN, D. u. MOULTON, K.: Competition in processing tomatoes. In: University of California, Agricultural Issues Center (Hrsg.): Competitiveness at Home and Abroad. Davis 1988, S. 61-78.
- SCHEURING, A.F. (Hrsg.): A Guidebook to California Agriculture. Berkeley 1983.
- SIMMONS, E.: Westlands Water District. The First 25 Years, 1952-1977. 2. Aufl. Fresno 1988.
- The California Raisin Industry* (Hrsg.): Farm Labor. California Agriculture's Vital Resource. o. O., o. J. [1988].
- VALOPPI, L. u. TANJI, K.: Are the selenium levels in food crops and waters of concern? In: TANJI, K. (Hrsg.): Selenium Contents in Animal and Human Food Crops Grown in California. Cooperative Extension, University of California, Oakland 1988, S. 97-102.
- VILLAREJO, D.: Getting Bigger: Large-scale Farming in California. Davis 1981.
- WINDHORST, H.-W.: Geographische Innovations- und Diffusionsforschung. Erträge der Forschung, Bd. 189. Darmstadt 1983.
- : Die finanzielle Situation der amerikanischen Farmer in der Mitte der achtziger Jahre. In: Zeitschrift für Agrargeographie 4, 1986, S. 97-120.
  - : Die Rolle der Großfarmen in der US-amerikanischen Agrarwirtschaft. In: Geogr. Zeitschrift 75, 1987, S. 228-244.
  - : Die Industrialisierung der Agrarwirtschaft. Ein Vergleich ablaufender Prozesse in den USA und der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt/M. 1989.

## TOPOGRAPHISCHE KARTE DES BERGLANDES VON CHARAZANI (BOLIVIEN)

1:50.000\*)

Mit 3 Abbildungen, 3 Photos und 1 Beilage (I)

WILHELM LAUER und M. DAUD RAFIQPOOR

*Summary:* Topographic map of the Charazani area (Bolivia) 1:50,000

On scale of 1:50,000 the map presented in this paper shows the study area of the project „Kallawayá Mountain Tribes and Ecosystem“ in the Charazani Valley, Bolivia. Originally, the idea had been to provide the participants of the project with a simple working map for their studies within the central settlement area of the Kallawayá Indians, since this region has not yet been covered by any official topographic map. The map introduced here emerged from this provisional draft with the help of the cartography department of the Institute of Geography in Bonn. The cartographer D. GLADENBECK intensified the geographic information of the map by plastic relief shading, thus creating an esthetic „work of art“. The map now serves as a cartographic base for scientific field-work partly discussed in the literature quoted.

### I. Vorbemerkung

Als im September/Oktober 1977 der Münchener Botaniker PAUL SEIBERT und der Bonner Geograph WILHELM LAUER das Gebiet der Kallawayá-Indianer

im Vorland der Cordillera de Apolobamba zur Vorbereitung eines geplanten wissenschaftlichen Gemeinschaftsunternehmens bereisten, das die Erforschung der Lebensformen und der Umwelt dieser Bevölkerungsgruppe zum Ziel hatte, mußten sie feststellen, daß nur der westliche Teil des Arbeitsgebiets durch amtliche topographische Karten erfaßt war. Da auf Nachfrage bei dem zuständigen „Instituto Geográfico Militar“, La Paz, für die nächsten Jahre die Fertigstellung der das Arbeitsgebiet betreffenden topographischen Blätter 1:50.000 nicht in Aussicht gestellt werden konnte, blieb nur der Weg, eine eigene kartographische Arbeitsgrundlage zu schaffen. Daß dies sinnvoll war, hat sich bestätigt, da bis heute die amtlichen topographischen Karten nicht vorliegen.

\*) Der Druck der Karte wurde gefördert durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn, und das Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, im Rahmen der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung der Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz.

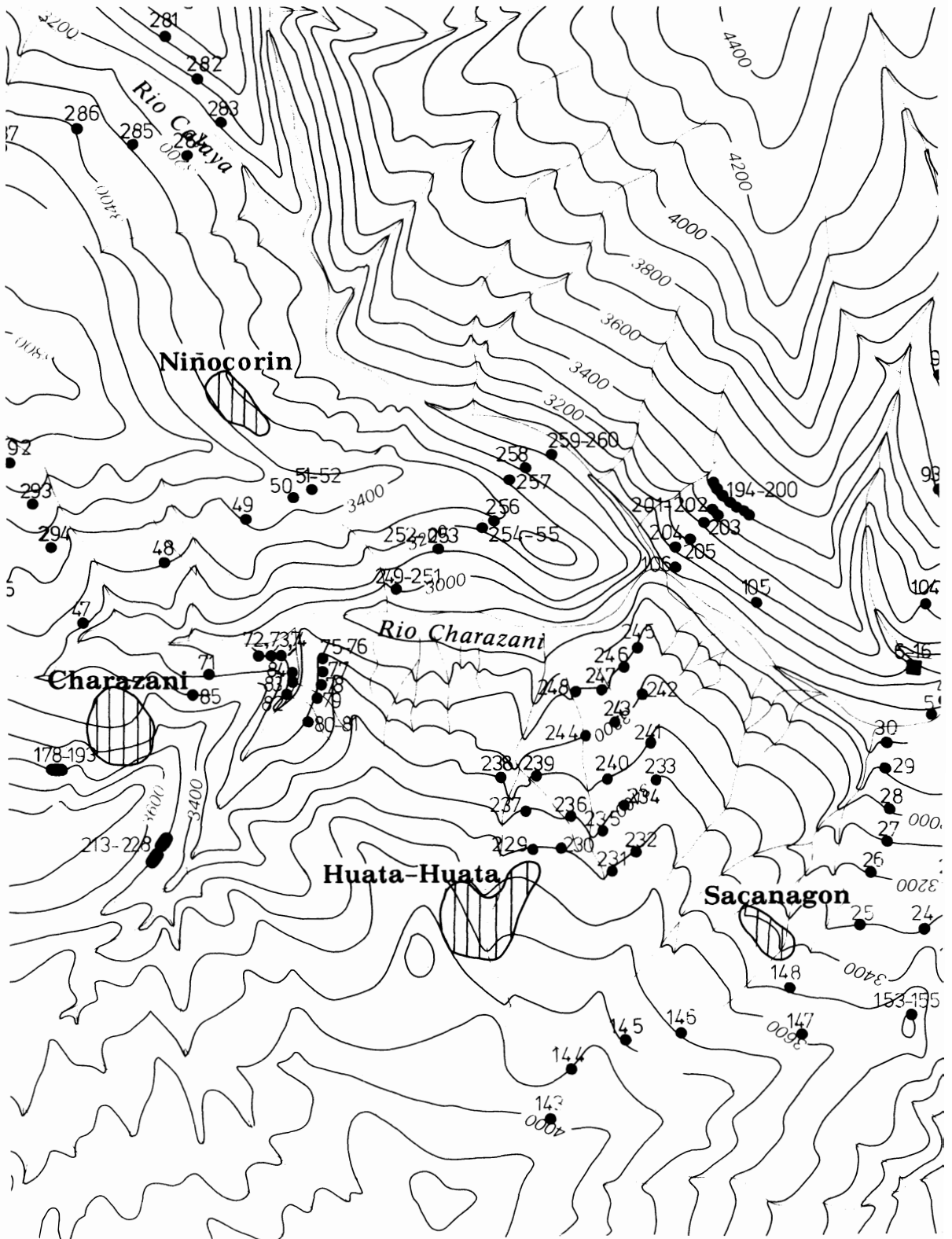


Abb. 1: Ausschnitt aus dem ersten Entwurf der Höhenlinienkarte des Kallawayagebietes mit der Lage der Meßpunkte  
Section of the first draft of the map of the Kallawayaya Region, with contour lines and position of the control points

## II. Kartographische Bearbeitung

Die hier veröffentlichte Karte ist kein Ersatz für eine amtliche topographische Karte, da der zu leistende Aufwand an Zeit und Geld zur Herstellung einer solchen im Rahmen des Projekts nicht vorgesehen war, zumal auch die technischen Möglichkeiten geodätischer Geländeaufnahme fehlten. Es war auch nicht die Absicht, den Standard des bolivianischen Kartenwerks und schon gar nicht den mitteleuropäischen topographischer Karten zu erreichen.

Für den westlichen Teil der Karte zwischen dem Längengrad ( $69^{\circ} 00'$ ) und ( $69^{\circ} 19' 30''$ ) konnte ohnehin für das Reliefbild auf die amtlichen Karten 1:50.000 des „Instituto Geográfico Militar“ in La Paz zurückgegriffen werden. Für den östlichen Teil, in dem der Schwerpunkt unseres Arbeitsgebiets liegt, bildet eine von uns selbst aufgenommene, provisorische Höhenlinienkarte die Basis (Abb. 1). In diesem Teil stammt die weitere Information (Reliefmerkmale, hydrographisches Netz, Bodenbedeckung (Vegetation), Ortslagen und Ortsformen, Wegenetz u. a. m.) von den verfügbaren Luftbildern im Maßstab 1:40.000. Durch Entzerrung der Luftbilder und entsprechende Verkleinerung auf den Maßstab 1:50.000 wurde der ergänzte, eigene Teil an die Nachbarblätter der amtlichen Karten angepaßt. Da die Isohypsen-Darstellung mit einer Äquidistanz von 200 m in unserer Karte dem Standard normaler topographischer Blätter 1:50.000 nicht entspricht, entschlossen wir uns, die Höhenlinien in den Hintergrund treten zu lassen. Um diesen Mangel auszugleichen, wurde aber eine Schummerung in die Karte eingebracht, mit deren Hilfe durch die Licht-Schattenwirkung eines von Norden einfallenden Lichtstrahls eine plastische Wiedergabe des Reliefs mit dreidimensionalem Effekt erzielt werden konnte. Die Beleuchtungsrichtung ist für die Gebirgswelt der Südhalbkugel mit der Haupteinfallrichtung der Sonnenstrahlung identisch und läßt die Hänge in ihrem natürlichen Bestrahlungseffekt als helle (N- und NE-Abdachung) oder dunkle (S- und SW-Abdachung) Landschaftsteile in Erscheinung treten.

An dieser Stelle sei der Kartographie des Bonner Geographischen Instituts und ihrem Leiter, Herrn G. STORBECK, gedankt, besonders aber Herrn D. GLADENBECK, der sich mit künstlerischer Hingabe der kartographischen Ausführung gewidmet hat.

Der Karteninhalt betrifft Merkmale des Formenschatzes, der Hydrographie, der vegetationsgeographisch interpretierten Bodenbedeckung sowie siedlungs- und agrargeographische Phänomene.

Die physisch-geographischen Eigenschaften des Raumes sind im Sinne einer topographischen Karte dargestellt. Strukturen des oberflächennahen Gesteinsuntergrundes wurden durch herausgehobene Felssignaturen wiedergegeben, soweit sie aus dem Luftbild zu entnehmen waren, um damit zum Teil auch die Streichrichtungen des Gebirges anzudeuten. Geländeknicke, bzw. -stufen sind durch Intensivierung der Schummerung hervorgehoben, ebenso wie auch fluviale Terrassen durch eine eigene Signatur kenntlich gemacht sind.

Die Gletscherflächen, die eine Punktsignatur tragen, beziehen sich auf den Stand von 1975 in Anlehnung an die letzte Luftbildbefliegung. Gletscherzungen sind durch gebrochene, gezackte Linien zusätzlich hervorgehoben und die Gletscherspalten in Strichzeichnung form- und lagegetreu in die Karte eingezeichnet. Eine Schummerung in eisblauer Farbe hebt die vergletscherten Regionen hervor. Schuttgebiete im Hochgebirge (z. B. Hangschutt, Frostschutt) sind mit einer eigenen Punktsignatur versehen. Die blauen durchgezogenen Linien auf dem Kartenblatt kennzeichnen perennierende Flüsse und Bäche, gebrochene die periodisch fließenden. Künstlich angelegte Bewässerungskanäle sind eigens signiert. Die bläuliche Tönung unterstützt das optische Bild des hydrographischen Netzes im Kartenblatt.

Siedlungen und Verkehrsnetz sind in schwarz gehalten. Straßen wurden – abweichend vom Bild der amtlichen Kartenwerke in Bolivien – mit gestrichelten Linien wiedergegeben, um dadurch dem Benutzer kein falsches Bild vom Straßenzustand im Kallawaya-Gebiet zu vermitteln. Fußwege und Fußpfade sind in gleicher Signatur, aber in Feinstrichstärke dargestellt. Die Siedlungen sind entsprechend dem Kartenmaßstab etwas generalisiert, doch sind alle Einzelsiedlungen markiert. Eine Differenzierung der Schriftgröße kennzeichnet annähernd auch die Größe und die Bedeutung der Siedlungen.

Die Vegetation wurde nach physiognomischen Typen mit grünen Signaturen gekennzeichnet. Geschlossene Hochwälder und gebüschartige Niederwälder sind unterschieden. Büschelgrasfluren wurden durch eigene Signaturen aufgegliedert in eine trockenere und polsterflurreiche Puna-Vegetation auf der SW-Abdachung und in eine feuchte, in erster Linie aus mannshohen Büschelgräsern bestehende Pajonal-Vegetation auf der Nordostabdachung der Apolobamba-Kordillere. Dabei ist durch die Signaturdichte die sich mit der Höhe auflichtende Vegetationsbedeckung angedeutet.

Die geländemarkanten, terrassierten Hänge der agrarischen Kulturlandschaft des Kallawaya-Gebietes

erhielten eine entsprechende Signatur in grünlicher Farbe. Die edaphisch feuchten Standorte (zum großen Teil Moore) am Kordilleren-Westfuß – in der Punastufe gelegen – wurden von denen in den vermoorten Glazialtälern innerhalb des Kordilleren-Körpers durch eine unterschiedliche Møorsignatur abgesetzt.

Ortsnamen konnten weitgehend von den amtlichen Kartenwerken des IGM entnommen werden. Im selbstentworfenen Ostteil beruhen sie auf eigenen Befragungen sowie Unterlagen der Agrarreform-Behörde des bolivianischen Planungsministeriums aus dem Jahre 1976 sowie auf einer Liste der Siedlungsnamen, die uns Herr Dr. MAHNKE bzw. Frau B. Schoop (beide Aachen) zur Verfügung stellten. Das auffallende Zurücktreten der Beschriftung am rechten Kartenrand resultiert aus mangelnder Information, zumal diese Region nicht mehr zum eigentlichen Arbeitsgebiet des Projekts gehört.

### III. Der geographische Karteninhalt

Die Karte (Beilage I) umfaßt einen Landschaftsausschnitt, der drei geökologisch-morphologischen Großeinheiten entspricht. Sie prägen sich deutlich in der Kartendarstellung aus. Es sind dies:

1. Die Apolobamba-Kordillere mit den beiden vergletscherten Massiven Ulla Khaya (5617 m NN) und Akamani (5484 m NN) im nordöstlichen Teil des Kartenblattes mit ihrem subrezentem glazialerosiven und frostdynamischen Formenschatz in der subnivalen Höhenstufe zwischen 5200 und 4200 m NN.
2. Die Hochfläche von Ulla Ulla, die vom Río Suches durchflossen wird, als eine der intramontanen Beckenlandschaften Boliviens in der Höhenstufe zwischen 4700 und 4100 m NN. Ein glaziales Akkumulationsgebiet am Westfuß der Apolobamba-Kordillere, das jenseits des Río Suches in das Bergland von Putina überleitet. Der Río Suches bildet die Landesgrenze zwischen Bolivien und Perú.
3. Das Bergland von Charazani/Tolcacota als Teil der westlichen Ausläufer des Muñecas-Berglandes. Es umfaßt den südöstlichen Teil des Kartenblattes und ist weitgehend identisch mit dem Siedlungs- und Kulturraum der Kallawayas in der Höhenstufe zwischen 4300 (4100) und 2700 m NN, in seiner Gesamtheit oberhalb der heutigen lokalen Waldgrenze gelegen. Die höchsten Erhebungen reichen hier nur an knapp 5000 m NN heran, so daß rezente Gletscherfelder fehlen.

Durch das Kartenblatt zieht die Hauptwasserscheide zwischen den hydrographischen Systemen, die dem Amazonas-Tiefland einerseits und dem Titicaca-See-Hochbecken andererseits tributär sind. Während der Río Suches ein reiner Hochlandfluß ist, vereinigen sich die weiteren Abflüsse aus der Apolobamba-Kordillere und dem Muñecas-Bergland nicht weit vom Ostrand der Karte im Río Camata und fließen über das Mapiri-System dem Seitenarm des Amazonas, dem Río Beni, im Tiefland Ostboliviens zu. Die Wasserscheide zieht etwa vom Colera-Massiv in südwestlicher Richtung auf den Zwischenraum der beiden Lagunen von Chojña Kkota und Llacho Kkota zu, verläuft dann in südöstlicher Richtung entlang der deutlich sichtbaren Höhenstraße über das Wegekrenz von Pumasani hinweg und strebt der Südostecke des Kartenblattes zu.

Der gesamte Gebirgskörper auf dem Kartenblatt zeigt herzynisch streichende Grundzüge, die an großen tektonischen Lineamenten entstanden sind. So folgt zum Beispiel der Río Suches einer festgestellten Überschiebung. Das Flußnetz im Gebirgskörper selbst zeigt ebenfalls diese auffällige geologische Grundstruktur in der Nähe eines weiteren Lineaments, das dem Río Sucuti folgt, der auf dem Kartenblatt in der oberen rechten Ecke gerade noch dargestellt ist.

#### 1. Die Apolobamba-Kordillere

Im Bereich der Apolobamba-Kordillere (NE-Teil des Kartenblattes) sind die vergletscherten Massive von Ulla Khaya, Akamani und Colera leicht auszumachen. Sie sind geprägt von einem reichen morphologischen Formenschatz glazialer Erosion. Gletscherschliffe, scharf herauspräparierte Karwände, Kare mit Karseen, Hängetäler und Rundhöckerfluren prägen das Bild. Sie sind bei der Kartenbearbeitung durch stärkeres Hervorheben der Felsareale kenntlich gemacht. Die vorwiegend NW-SE streichenden Gebirgskämme weisen auffallende Expositionsunterschiede auf. Während an den steilen SW-exponierten Hängen die Frostschutt-Felsformen dominieren und ihre Fußbereiche von mächtigen Schutthalden geprägt werden, überwiegen auf den NE-Expositionen die weichen und glatten Hangformen.

Die gesamte subnivale Höhenstufe (Photo 1), von der Schneegrenze in 5200 m talabwärts bis auf 4300 m, ist zugleich gekennzeichnet durch frostbedingte Formen der freien Solifluktion im unmittelbaren periglazialen Umfeld, der gehemmten und der gebundenen Solifluktion in den talwärtigen Hang-



Photo 1: Landschaftsräumliche Struktur in der Apolobamba-Kordillere im Bereich des Nevado de Ulla Khaya. Gletscherstände in 5200 m, subrezente Moränen mit vorgelagerter Frostschuttstufe und aufgelichteten, überweideten Büschelgrasfluren

Natural landscape of the Cordillera de Apolobamba around Nevado Ulla Khaya. Glacier position at 5200 m a.s.l., sub-recent moraines above the frost-debris-belt and cleared up, overgrazed bunch grass and cushion formations

partien. Ihre mosaikartige Verbreitung im Kartenbild ist durch einen Punktraster hervorgehoben (vgl. Beilage I). Das hangabwärts allmähliche Schließen der Pflanzendecke ist durch eine Verdichtung der Büschelgras-Polsterflur-Signatur ausgedrückt.

Glaziale Akkumulationsformen beschränken sich im Bereich des Kordillerenkörpers auf die postglazialen, subrezenten und rezenten Gletscherstände, die – sofern sie nicht vollständig ausgeräumt sind – als scharfgratige Moränenwälle in Erscheinung treten und im Kartenbild durch eine Schraffensignatur hervorgehoben sind. Im Vorfeld der rezenten Gletscher haben die Moränen häufig Seen aufgestaut, die teilweise zu Bultmooren mit der Juncacee *Distichia muscoides* verlandet sind, durchsetzt von vielen Puna-Kräutern, die der Landschaft einen andinen Hochgebirgscharakter verleihen.

Eigentliche glazifluviale Akkumulationsformen aus den früheren Eiszeiten sind an den Ost- und Südostabhängen der Anden nur in Spuren ausgebildet, da die Flüsse die bereitgestellten Schottermassen schnell zu Tal führen und meist erst in mittleren Höhen der Andenabhänge zwischen 1800 und 1200 m auf entsprechenden Geländeverflachungen abgelagert sind, wie z. B. in der Ebene von Apolo.

Abgesehen von den örtlichen Expositionsunterschieden bildet der Kordilleren-Hauptkamm noch im Bereich des Kartenblattes eine wichtige Scheide-

linie für die Vegetation. Die Täler fallen nach SE und S und vor allem an der gesamten E-Abdachung rasch gegen das Tiefland ab. So beträgt z. B. die Luftlinien-Distanz von der höchsten Erhebung des Akamani (5484 m) zur Waldgrenze in 3600–3700 m nur 9 km, so daß die subnivale Höhenstufe auf kurzer Strecke reich gegliedert ist.

An der humiden Ostabdachung gehen die Höhen- und Nebelwälder in den Talschluchten bis etwa 3800 m hinauf; sie werden dort unter zunehmender Artenarmut und Anreicherung von busch- und strauchwüchsigen Gehölzfluren mit *Baccharis pentlandii* abgelöst. Wegen des humiden Klimas wachsen die Büschelgräser fast mannshoch, begleitet von Rosettenpflanzen (z. B. *Werneria*-Arten) und vielen andinen Hochgebirgskräutern, z. B. Enzianen. Physiognomisch auffallend ist hier die polsterbildende Caryophyllacee *Pycnophyllum filiforme*, die auf der trockeneren SW-Abdachung lediglich auf den Bereich des obersten Kondensationsniveaus („Cabeceras de los Valles“) beschränkt ist. Die blütenreiche „Pajonal-Vegetation“ der Kordilleren Ostabdachung ist, vor allem wegen ihrer weitgehenden Unberührtheit, von einem überaus exotischen Reiz.

Die trockeneren WSW-Abdachungen sind vorwiegend von Polster-Grasfluren mit einer semiarid/semi-humiden Puna-Vegetation bestanden, die in der höheren Stufe durch eine offene *Pycnophyllum*-Polsterflur charakterisiert wird und in der unteren, zwischen 4600 und 4300 m, in eine *Pycnophyllum*-Grasflur übergeht, durchsetzt mit *Calamagrostis vicunarium*, dem begehrtesten Weidegras, sowie ebenfalls von vielen Rosettenpflanzen und andinen Kräutern. Die feuchteren Pflanzenbestände der Ostabdachung nennen die Hirten und Bauern „Pajonal“. Für den trockeneren Teil an der W-Abdachung wird meist von „Puna“ gesprochen.

Die Viehzüchter treiben ihr Vieh zum Teil bis in große Höhen, da Moore und ihre Umgebung günstige Weidegründe bieten. Die höchsten Siedlungen (Estancias) der Hirten reichen bis ca. 4800 m hinauf. Sie liegen fast immer in der Nähe von vermoorten Talböden, um eine nahe Wasserversorgung sicherzustellen und auch die Futterlücke während der Trockenheit überbrücken zu können. Der Torf wird gestochen und als Brennmaterial benutzt.

## 2. Die Hochfläche von Ulla Ulla

Die Hochfläche von Ulla Ulla auf der Westabdachung der Apolobamba-Kordillere ist eine riesige glaziale Aufschüttungsebene, auf der ausgedehnte

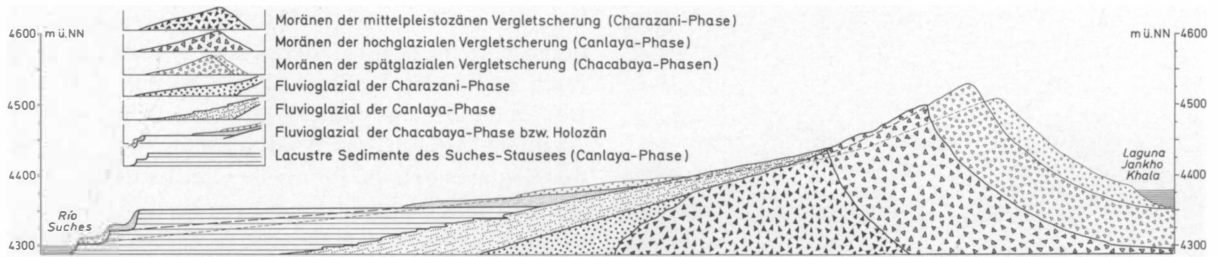


Abb. 2: Jungmoränen und fluvioglaziale Schotterterrassen im Vorland des Jankho Khala-Gletschers  
Young moraines and fluvioglacial gravel-terraces in the foreland of Jankho Khala-glacier

Moränenfelder mindestens zweier Vereisungsepochen und glazifluviale und fluviolacustre Ablagerungen als weite, flachgeneigte Schotterplatten ausgebreitet sind. Zeugen der älteren, vermutlich mittelpleistozänen Vereisungsphase sind die flachen Kuppen und Wälle der glazialen Akkumulationskomplexe, die morphologisch als weiche und sanftgewellte Formen in Erscheinung treten und die während der letzten Eiszeit solifluidal überprägt wurden. Die älteren Moränenablagerungen bestehen vorwiegend aus quarzitischen und vulkanischen Geröllen aller Korngrößen, die sich früheren Vergletscherungszentren zuordnen ließen (LAUER u. RAFIQPOOR 1986, S. 139–140).

Die markanten Zeugen jungpleistozäner Vergletscherungsphasen sind im Kartenbild die deutlich erkennbaren, hochgestaffelten, steilen Rücken der Seiten- und Endmoränen am Ausgang der beiden großen Glazialtäler des Río Jankho Khala und des Río Catantira. Sie lassen sich morphologisch durch ihre jugendliche, frische Form von dem glazialen Formenschatz der mittelpleistozänen Vergletscherung, der dazwischen liegt, eindeutig trennen. Die Endmoränen gruppieren sich um langgestreckte Zungenbecken, in denen Seen oder Moore das Landschaftsbild prägen.

Die glazifluvialen Schotterebenen im Vorfeld der beiden markanten Glazialtäler auf dem Kartenbild sind flachgeneigte, fluvioglaziale Schotterkegel, die in die Ebene vorgeschüttet wurden. Ihre kaum eingeschnittenen Gerinne nimmt der Río Suches, gleichsam als Urstromtal, auf, der in südöstlicher Richtung dem Titicaca-See zustrebt. Auf der Hochfläche fließt er in einem sehr flachen Bett in Mäandern, schneidet sich jedoch beim Verlassen der Ebene tief in das Kreide-Sandsteingebirge des Putina-Berglandes (im Süden des Kartenblattes) ein und bildet dort ein Durchbruchstal aus.

Die Stadien der verschiedenen Rückzugsmoränenstufen haben durch ihre Schmelzwässer die großen Schotterkegel im Sinne der TROLLSchen Trompeten-

Tälchen zerlegt (Abb. 2). Sie sind im oberen Teil trocken, im unteren vermoort. Der Austritt des Grundwassers ist durch eine Fontanili-Linie markiert. Wie im Alpenvorland besteht der feuchte Bereich des Untergrundes zum Teil aus einem ehemaligen Seeboden mit tonigen Ablagerungen, auf dem riesengroße Komplexe von Plantago-Flachmooren und Distichia-Bultmooren entstanden sind (Photo 2). Die Zweigliederung der Schotterflur ist von kulturgeographischer Relevanz, da die Llama- und Alpaca-Herden in der Trockenzeit nur in den vermoorten Bereichen günstige Futterbedingungen finden. Sie weiden in der Regenzeit auf der schiefen Ebene der Wurzelzone der Schotter und auf den dazwischen liegenden alten, solifluidal umgelager-



Photo 2: Hochebene von Ulla Ulla. Blick von der fluviolacustren Distichia-Moorfläche über die trockene fluvioglaziale Schotterebene zu den jungglazialen Endmoränenzügen. Im Hintergrund die Kordillere des Apolobamba, im Mittelgrund Hirtensiedlungen

Altiplano of Ulla Ulla. View from the fluviolacustric Distichia moorland over the dry fluvioglacial gravel-plain to the young-glacial terminal moraine belt. In the background the Cordillera de Apolobamba, at the centre pastoral settlements.

ten End- und Grundmoränen-Flächen der älteren Vereisung sowie in den jungglazialen Tälern. Die Hirten haben einen eigenen Kanal oberhalb der Fontanili-Linie aus dem Hauptbach (Río Cañuma) abgezweigt, um die Bewässerungsfläche der Weiden zu vergrößern. Mitten im Moor liegt die ältere Siedlung Ulla Ulla als zentraler Ort, während kleinere Siedlungen unterhalb des Bewässerungskanals im Zuge der modernen Aktivitäten des Instituto Nacional de Fomento Lanero zum Schutz und zur Pflege der Vicuñas, die als Wildtiere mit den Llama-Herden zusammen weiden, entstanden sind.

Südlich dieser Schotter- und Tonebene schließt sich das flachgewellte, durch breit angelegte Wannentäler gegliederte und vorwiegend aus Grundmoränenmaterial der vorletzten Eiszeit bestehende Glazialplateau von Pumasani-Cotapampa an. Es liegt im Höhenintervall zwischen 4400 und 4700 m NN. Die zahlreichen kleinen Seen geben einen Hinweis darauf, daß in der letzteiszeitlichen Kaltphase zumindest Nivationsformen, Blockgletscherbildungen und Schneehaldenmoränen ausgebildet waren.

Das einförmige Vegetationsbild, das botanisch dennoch die edaphischen Unterschiede wiedergibt, wird auf der Hochfläche von Ulla Ulla von der recht flach wachsenden Polsterpflanze *Pycnophyllum molle* als Leitspezies unter kleinwüchsigen Gräsern beherrscht. Sie gedeiht auf den flachgeneigten Schotterkegeln ebenso wie auf den kuppigen Moränenzügen meist in Verbindung mit dem begehrten Weidegras *Calamagrostis vicunarium* und weiteren Gräsern, die in muldenförmigen Senken dichtere Bestände bilden. Durch starke Überweidung ist das gesamte Hochland zu einer Art Kurzgras-Steppe degradiert. Das eher semiaride Klima und die winterlichen Fröste hemmen die Vegetationsaktivität während der regenlosen Zeit zwischen Mai und August, so daß viele Grasfluren vertrocknen und ein monotones Bild hinterlassen. Lediglich die Moorstandorte – edaphisch bedingt – bleiben ganzjährig im Wuchs. Ackerbau ist nur in Höhen bis 4300 m in extensiver Sommerbewirtschaftung möglich, ist aber bislang nur in Versuchsfarmen geübt worden.

### 3. Das Bergland von Charazani/Tolcacota

Dieser Teilbereich der Karte liegt am Übergang des Muñecas-Berglandes in die Cordillera de Apolobamba. Die höchsten Erhebungen reichen nur knapp an 5000 m NN heran, so daß das Bergland keinen Anteil mehr an dem vergletscherten Hochgebirge hat. Der Bereich oberhalb 4300 m gehört der subni-

valen Höhenstufe an, in der der morphologische Formenschatz mit dem der Apolobamba-Kordillere identisch ist, wenn auch die scharfen Grate der übersteilen Böschungen gegenüber der höher gelegenen Apolobamba-Kordillere zurücktreten. In den großen und mäßig stark eingeschnittenen Tälern treten glaziale Akkumulationsformen der jüngsten Vereisungsepoche auf, wie z. B. im Río Poroa-Tal am Südostrand des Kartenblattes, wo die scharfgratigen Endmoränenwälle auffallen. Auch kann man gut das winzige letztglaziale Gletscherfeld mit einem Dauerisrest am Südwesthang der Laguna Tolcacota ausmachen.

Der in der Karte abgebildete Raum unterhalb von 4300 m ist der eigentliche Siedlungs- und Kulturraum der Kallawayas und damit das Hauptuntersuchungsgebiet des Bolivien-Projekts. Dieser Bereich wird morphologisch in erster Linie durch Formen der linearen Erosion, der Hangzerschneidung (sog. Barranca-Bildung) und der Bodenabspülung charakterisiert, die hier durch anthropogenen Einfluß besonders gefördert werden (Photo 3). Murgänge in der Regenzeit verursachen in den Barrancas, wie z. B. am Hang von Sacanagon und Huata Huata, Hangunterschneidungen und Rutschungen. Die Schäden sind im Bereich der Kulturlandschaft der gesamten Talung des Río Charazani und seines Einzugsgebietes relativ beträchtlich, aber immer noch geringer als in nicht terrassierten Talungen des bolivianischen Hochlandes.

In den Höhenlagen zwischen 4300–3800 m NN löst die Frostdynamik während der winterlichen Trockenzeit intensive Abtragungsprozesse in der ohnehin durch Überweidung schon geschädigten Bodenkrueme aus. Die Frostwechseltage konzentrieren sich auf die Wintermonate zwischen Mai und September (in 3800 m ca. 50, in 4300 m bereits mehr als 200 Tage). Die Talenden des Río Charazani reichen in diese Höhenstufe hinein. Das Vegetationskleid dieser stark als Weide genutzten oberen Hangpartien, an denen die vom Talwind beförderten Luftmassen häufig kondensieren, besteht aus einer feuchteren Kurzrasen-Grasflur, deren Physiognomie durch *Aciachne pulvinata* geprägt wird, ein Gras, das in einer Art von „Hexenringen“ wächst, zwischen denen weitere weiche Gräser gedeihen wie auch Moose und Flechten. Frostwechsel und Beweidung reißen häufig Lücken in den geschlossenen Bewuchs.

In der frostlosen sommerlichen Regenzeit kommt lineare Bodenerosion hinzu. Unterhalb von 3800 m NN, von wo die winterlichen Frostwechseltage rasch gegen Null konvergieren, bleiben die Abtragungsprozesse vorwiegend auf die bodenerosionsintensive



Photo 3: Ackerterrassen-Feldflur mit Zelgeneinteilung um Niñocorín am nordexponierten Hang der Calaya-Talung zwischen 3000 und 3600 m NN. Starke Bodenerosion und Hangunterschneidung

Field terraces with crop rotation around Niñocorín on the northern slope of the Calaya valley between 3000 and 3600 m a.s.l. Heavy soil erosion and undercutting of slopes

sommerliche Regenzeit beschränkt. Sie ruhen im Winter weitgehend, mit Ausnahme von Ausblasungen der feinen Bodenkrume als Folge heftiger Talwinde.

Die Lage der Siedlungen ist im Kallawaya-Gebiet durch markante natürliche Erscheinungen vorgegeben. Sie fallen einerseits mit den Geländeverflachungen als Reste älterer, tektonisch verstellter Flächen zusammen, wie z. B. im Falle von Chajaya; andererseits reihen sie sich dort auf, wo eine Zone reicher Quellaustritte ausgebildet ist, die mit der Lage eines sich fast täglich einstellenden Kondensationsniveaus zwischen 3600 und 3900 m NN korrespondiert (Abb. 3). In dieser Höhenstufe liegt auch die potentielle Waldgrenze, deren Relikt-Vegetation botanisch erfaßt wurde (SEIBERT 1982 a, LAUER 1982). Zugleich wird diese landschaftsräumlich auffallende Siedlungszone durch die Grenze der eiszeitlichen solifluidalen

Schuttdecken markiert, die ihrerseits die Quellaustritte mitbedingt.

Die Talhänge des Kallawaya-Siedlungs- und Kulturraumes sind zwischen 4300–2700 m NN weitgehend terrassiert und werden ackerbaulich genutzt. Im Kartenbild sind die Terrassenkanten mit einer entsprechenden Signatur versehen. Die gesamte Anbaustufe ist vertikal dreigegliedert. Man kann eine untere, mittlere und obere Nutzungsstufe unterscheiden, für deren Eigenheiten sowohl ökoklimatologische als auch sozioökonomische Gründe maßgebend sind und denen ein historischer Kontext unterliegt. Die großen Kallawaya-Dörfer partizipieren mit ihren Feldern an allen drei Nutzungsstufen, die einander ergänzen und den Kallawaya ein autarkes Wirtschaftssystem erlauben. Die ursprüngliche, altindianische Ackerbau- und Weidestufe betrifft das Höhenintervall zwischen 3600 und 4300 m NN. In deren unterem Teil liegen die größeren, agrarisch geprägten Kallawaya-Dörfer. In dieser Stufe baut die indische Bevölkerung seit alters her auf künstlich terrassierten Hangpartien Knollenfrüchte an wie Kartoffel (*Solanum tuberosum*), Oca (*Oxalis tuberosa*), Ullucu (*Ullucus tuberosus*) und Izaño (*Tropaeolum tuberosum*), zu denen seit der spanischen Kolonialzeit Gerste und Hafer als Getreide besonders auf trockenen Partien hinzukommen (Photo 3).

In der Stufe zwischen 3900–4300 m NN, dem Raum des Bitterkartoffelanbaus, hat sich ein besonderes agrartechnisches Phänomen entwickelt, das eine kulturhistorische Einmaligkeit auf der Erde darstellt. Dort werden Kartoffeln und andere Knollenfrüchte auf eine besondere Weise konserviert, indem die Mittwinter-Nachfröste zwischen Mai und August dazu benutzt werden, die Früchte dem nächtlichen Frost und bei Tage der intensiven Sonnenstrahlung auszusetzen, wodurch den Früchten der Zellsaft entzogen und damit ein schnelles Verderben der Früchte verhindert wird. Diese Konservierungsart gestattet eine Vorratswirtschaft, die die Trockenzeit zu überbrücken hilft und den Transport des federleichten Produkts über große Strecken ermöglicht. Der Anbau der Früchte in der zentralen Höhenstufe ist nach strengen Prinzipien gemeinschaftlicher Nutzung geregelt und wird seit alters her auf traditionelle Weise mit dem Pflanzstock (Tacla) getätigt (vgl. LAUER 1982, MAHNKE 1982).

An den unteren Hängen und in der Talweitung des Río Charazani haben sich in der spanischen Kolonialzeit mittelgroße Hacienda-Betriebe entwickelt mit intensivem, z. T. bewässerten Anbau von Mais, Weizen, Bohnen und Gerste. Kleinere Streusiedlungen sind mit der Zeit entstanden, wie z. B. Quiabaya



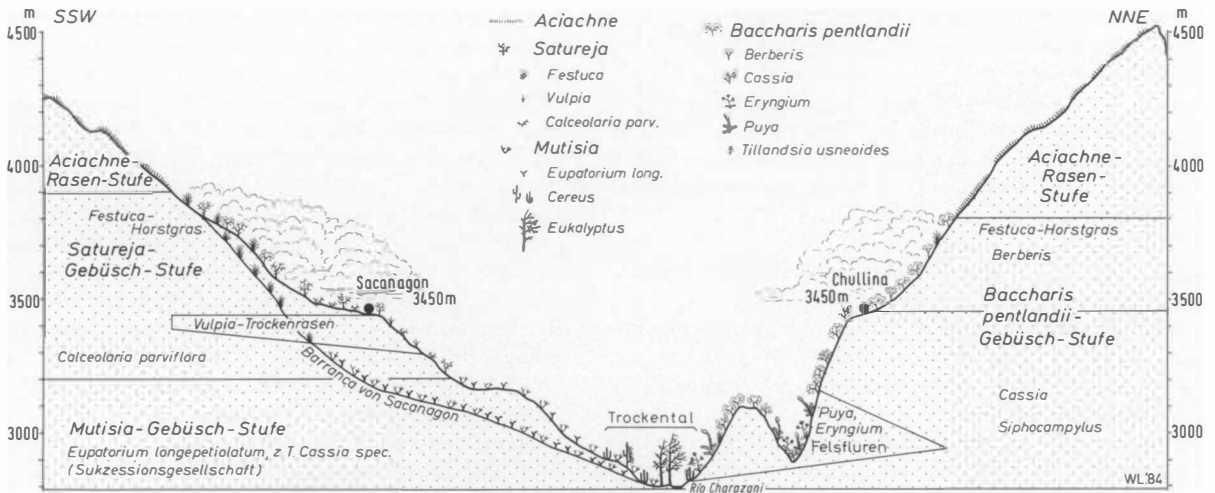


Abb. 3: Die hydrothermische Asymmetrie der Vegetationshöhenstufen in der oberen Charazani-Talung mit der Lage der Siedlungen und des Kondensationsniveaus

Hygrothermic asymmetry of the altitudinal vegetation belts in the upper Charazani valley with the position of the settlements and the condensation level

und Niñocorín. An der oberen Ackerbaugrenze im Bereich der „Cabeceras de los Valles“ zwischen 4100–4200 m entwickelten sich aus Viehzuchtbetrieben ebenfalls kleine Weiler, wie z. B. Estancia Jachachi, Estancia Huanacachi oder Estancia Chacarapi. Das Flur- und Siedlungsbild hat sich gleichfalls durch die jüngeren Agrarreformen, vor allem in den 50er Jahren, im Bereich des Hacienden- und Estancien-Gebietes zugunsten kleinerer Betriebe verändert.

Der Hauptort des Gebietes, Charazani, in 3300 m Höhe gelegen, läßt im Grundriß die Entstehung durch die Spanier erkennen. Um eine kleine Plaza, an der Präfektur, Rathaus und Kirche liegen, sind kleine Kramläden mit Gütern für den täglichen Bedarf entstanden. Charazani ist zentraler Ort mit einer zweiklassigen Primar- und Sekundar-Schule und einem Krankenhaus. Er ist zugleich bis in die allerjüngste Zeit Endpunkt der Straße und damit Ausgangspunkt für das Eindringen der Moderne in diesen indianischen Raum gewesen. Die Dörfer waren bisher nur durch ein Netz von Fußpfaden miteinander verbunden. In jüngster Zeit sind auch die größeren Dörfer Amarete, Kaata und Curva durch befahrbare Wege zu erreichen.

Das Hauptwegekreuz liegt auf dem Hochplateau in ca. 4700 m (Paso de Pumasani), wo heute mehrere befahrbare Straßen strahlenförmig in die Umgebung, so auch in das Kallaway-Gebiet führen. Ursprünglich gab es hier nur eine Durchgangsstraße von La Paz, die nordwestlich über die Hochfläche von Ulla Ulla einerseits zu einem Übergang über den Río

Suches nach Perú und andererseits über einen Paß in 5000 m NN nach Pelechuco, einer alten, spanischen Ortsgründung am Ostabfall der Apolobamba-Kordillere außerhalb des Kartenblattes, verläuft. Seit 1987 wurde auch von Charazani flußabwärts eine Straße in die „Yungas“ gebaut, um diesen Raum nicht nur mit dem Hochland, sondern auch mit dem östlichen Tiefland zur weiteren Erschließung zu verbinden.

Die hier veröffentlichte Karte ist nicht nur ein räumliches Dokument, sondern zugleich auch ein zeitliches, beschreibt sie doch einen Zustand an der Schwelle eines Umbruchs, der noch eben zeigt, wie eine alte inkaische Agrarlandschaft mit Zügen der Umwandlung durch das spanische Kolonial-System sich durch eine hohe Anpassung an das gegebene Naturpotential bis heute funktionstüchtig erhalten hat, zugleich aber einem radikalen Wandel durch eine moderne, rigorose Entwicklungspolitik unterliegt, die eine abrupte Umstrukturierung der Gesellschaft zur Folge hat, deren erste Wirkungen während unserer Aufenthalte bereits deutlich sichtbar waren.

#### Literatur

GISBERT, T. u. SEIBERT, P. (ed.): Espacio y tiempo en el mundo Callahuaya. Instituto de Estudios Bolivianos. Facultad de Humanidades. Universidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia 1984.

- KISTEMANN, TH. u. LAUER, W.: Lokale Windsysteme in der Charazani-Talung (Bolivien). In: *Erdkunde* 44, 1990, S. 46-59.
- LAUER, W.: Im Vorland der Apolobamba-Kordillere. Physisch-geographische Beobachtungen auf einer kurzen Studienreise nach Bolivien. In: HARTMANN, R. u. OBEREM, U. (ed.): *Estudios Americanistas II. Homenaje a H. Trimborn*. Coll. Inst. Anthr. 21. St. Augustin 1979, 9-15.
- LAUER, W.: Zur Ökologikologie der Kallawaya-Region (Bolivien). In: *Erdkunde* 36, 1982, 223-247.
- : Geoökologische Grundlagen andiner Agrarsysteme. In: *Tübinger Geogr. Studien* 96, 1987, S. 51-71.
- LAUER, W. u. RAFIQPOOR, M. D.: Die jungpleistozäne Vergletscherung im Vorland der Apolobamba-Kordillere (Bolivien). In: *Erdkunde* 40, 1986, 125-145.
- MAHNKE, L.: Zur indianischen Landwirtschaft im Siedlungsgebiet der Kallawayas (Bolivien). In: *Erdkunde* 36, 1982, 247-254.
- : Anpassungsformen der Landnutzung in einem tropischen Hochgebirge. Der agrare Wirtschaftsraum der Kallawaya-Indianer (Bolivien). Diss. Aachen 1985.
- MONHEIM, F. u. MONHEIM, I.: *Carl Troll. Tagebücher der Reisen in Bolivien 1926/1927*. Erdwissenschaftliche Forschung, Bd. XIX. Stuttgart 1985.
- RAFIQPOOR, M. D.: Studien zur Morphodynamik in den Höhenstufen der Apolobamba-Kordillere - auf der Basis einer Kartenaufnahme nach dem Methodenansatz der GMK 100. Diss. Bonn (im Druck).
- RICHTER, M. u. LAUER, W.: Pflanzenmorphologische Merkmale der hygrischen Klimavielfalt in der Ostkordillere Boliviens. In: *Aachener Geogr. Arbeiten* 19, 1987, 71-108.
- SEIBERT, P.: Die Kallawaya-Indianer: Ein Relikt des Inka-Reiches. Anpassung an die Lebensbedingungen des Hochgebirges. In: *Forschung. Mitt. d. DFG.* 4, 1981, 6-9.
- : Ökosystemforschung in den bolivianischen Anden. In: *Naturwiss. Rundschau* 35, 4, 1982 a, 147-157.
- : Ökosystemforschung im Wohngebiet der Callawaya (bolivianische Anden). In: *MAB-Mitt.* 11, 1982 b, 46-49.
- SCHOOP, W.: Gütertausch und regionale Mobilität im Kallawaya-Tal (Bolivien). In: *Erdkunde* 36, 1982, 254-266.
- ZECH, W. u. FEURER, T.: Geoökologische Studien im Callawaya-gebiet, Bolivien. In: *Gießener Beiträge zur Entwicklungsforschung* I, 8, 1982, 131-141.

## LOKALE WINDSYSTEME IN DER CHARAZANI-TALUNG (BOLIVIEN)

Mit 13 Abbildungen

THOMAS KISTEMANN und WILHELM LAUER

*Summary:* Local wind systems in the Charazani Valley (Bolivia)

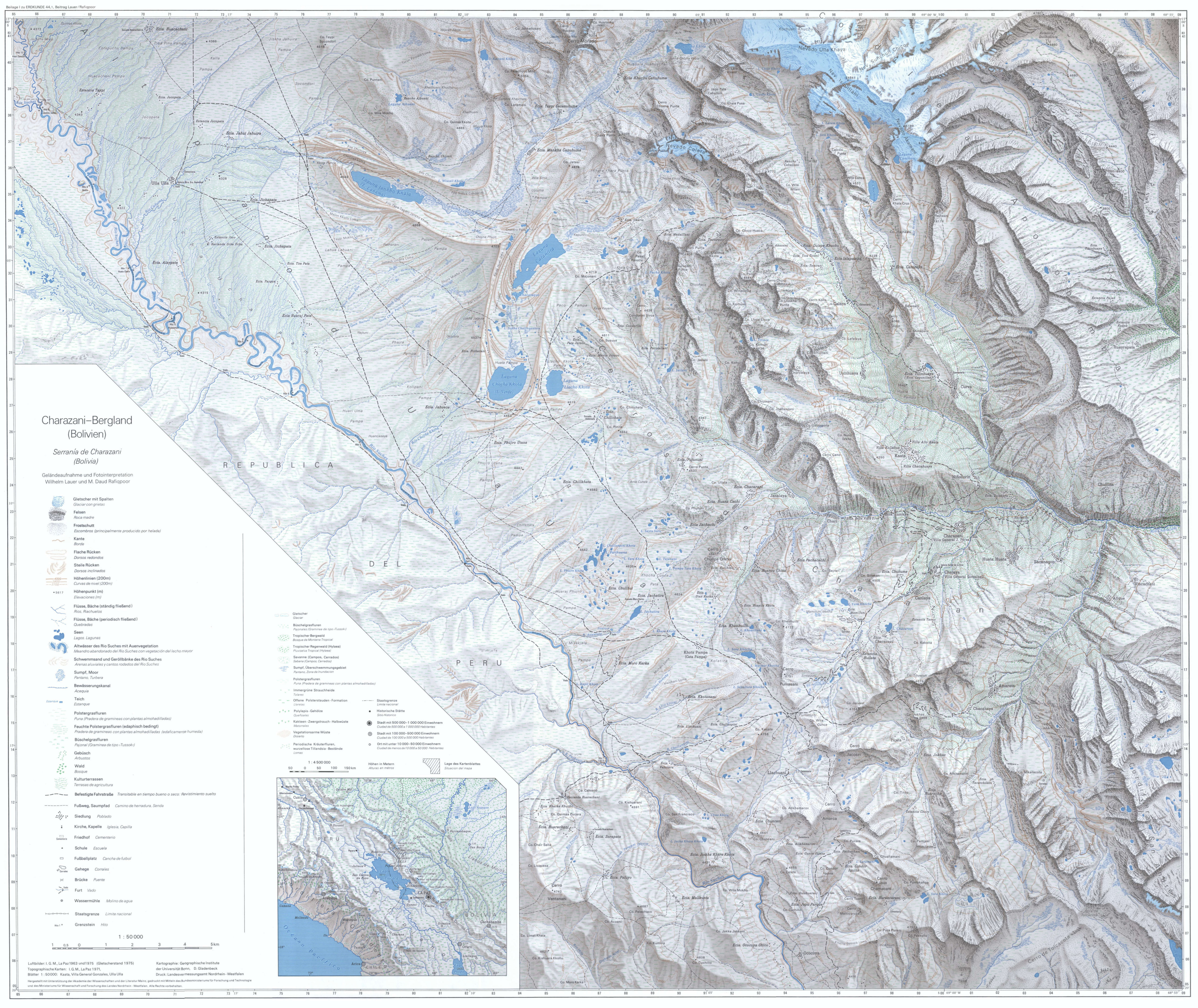
Local wind phenomena constitute an important ecological factor in the tropical Andes. In this paper the particular case of the upper Charazani Valley is discussed on the basis of anemographic data taken between July 1981 and June 1984.

The slope winds exhibit definite seasonal variations, and the upslope component is dominating throughout. It is shown that the circulation of slope winds, which depends on the orographical setting, has a decisive influence on the hygric differentiation of the valley. Moreover, the valley wind dominates over the less stable mountain wind throughout the whole year. Nevertheless, this is a typical example of a valley-mountain wind system, with both wind directions occurring regularly. Using cluster analysis, it can be distinguished between five different types of "wind days". According to their frequency the individual months have been classified into three "wind seasons".

It is shown that the predominance of the valley wind and its seasonal variation can be related to the over-heating of the mountains and to the high reaching summer anticyclone above the Altiplano. Thus the local wind system can be understood as a part of a larger mountain circulation, which to a large extent determines the macroscale climate.

### *Gebirgswinde im tropischen Südamerika*

Die Gebirgsräume der niederen Breiten werden durch ein thermisch induziertes Gebirgswindsystem geprägt mit weitreichenden ökologischen Konsequenzen. Es ist eingebettet in das Regime des thermischen Tageszeitenklimas und zeichnet sich durch eine große Regelmäßigkeit des tagesperiodischen Auftretens aus.



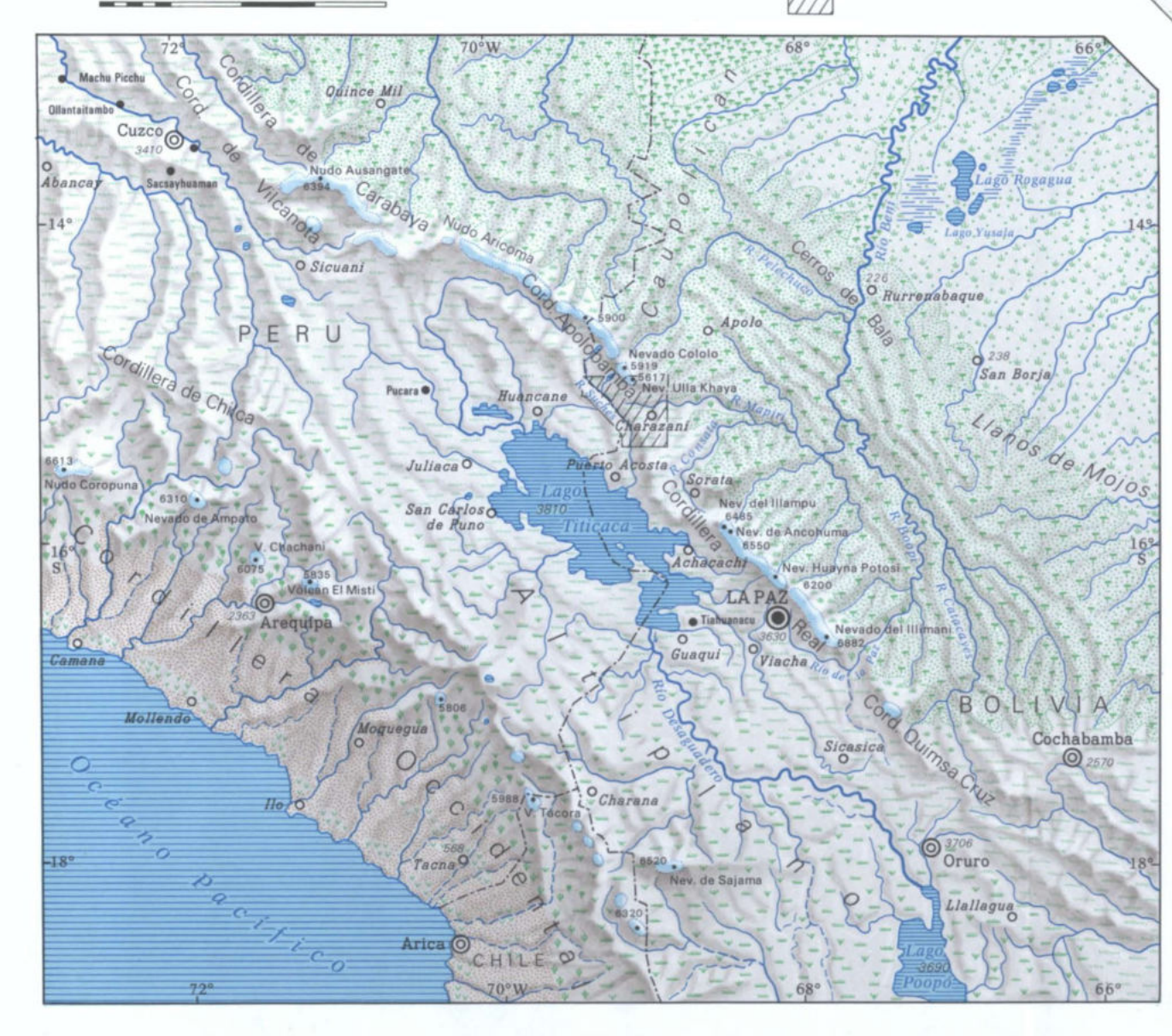
**Charazani-Bergland  
(Bolivien)**

*Serranía de Charazani  
(Bolivia)*

Geländeaufnahme und Fotointerpretation  
Wilhelm Lauer und M. Daud Rafiqpoor

- Gletscher mit Spalten  
Glaciar con grietas
- Felsen  
Roca madre
- Frostschutt  
Escobras (principalmente producido por helada)
- Kante  
Borde
- Flache Rücken  
Dorsos redondos
- Steile Rücken  
Dorsos inclinados
- Höhenlinien (200m)  
Curvas de nivel (200m)
- Höhepunkt (m)  
Elevaciones (m)
- Flüsse, Bäche (ständig fließend)  
Rios, Riachuelos
- Flüsse, Bäche (periodisch fließend)  
Quebradas
- Seen  
Lagos, Lagunas
- Altwässer des Rio Suches mit Auenvegetation  
Militario abandonado del Rio Suches con vegetación del lecho mayor
- Schwemmland und Geröllbänke des Rio Suches  
Arenales aluviales y cantos rodados del Rio Suches
- Sumpf, Moor  
Pantanos, Turberas
- Bewässerungskanal  
Acequia
- Teich  
Estanque
- Polstergrasfluren  
Puna (Pradera de gramíneas con plantas almohadilladas)
- Feuchte Polstergrasfluren (edaphisch bedingt)  
Pradera de gramíneas con plantas almohadilladas (edaficamente húmeda)
- Büschelgrasfluren  
Pajonal (Gramínea de tipo / tussock)
- Gebüsch  
Arbustos
- Wald  
Bosque
- Kulturterrassen  
Terrazas de agricultura
- Befestigte Fahrstraße  
Transitable en tiempo bueno o seco / Revestimiento suelto
- Fußweg, Saumpfad  
Camino de herradura, Sendas
- Siedlung  
Poblado
- Kirche, Kapelle  
Iglesia, Capilla
- Friedhof  
Cementerio
- Schule  
Escuela
- Fußballplatz  
Cancha de fútbol
- Gehege  
Corrales
- Brücke  
Puente
- Furt  
Vado
- Wassermühle  
Molino de agua
- Staatsgrenze  
Límite nacional
- Grenzstein  
Hito

- Gletscher  
Glaciar
- Büschelgrasfluren  
Pajonal (Gramínea de tipo / tussock)
- Tropischer Bergwald  
Bosque de Montaña Tropical
- Tropischer Regenwald (Hyllaea)  
Pajonal Tropical (Hyllaea)
- Savanne (Campos, Cerros)  
Sabana (Campos, Cerros)
- Sumpf, Überschwemmungsgebiet  
Pajonal, Zona de inundación
- Polstergrasfluren  
Puna (Pradera de gramíneas con plantas almohadilladas)
- Immergrüne Strauchheide  
Tulares
- Offene Polsterstauden-Formation  
Llanuras
- Polyloph-Geholze  
Queñuales
- Kälteheu-Zwergstrauch-Halbwüste  
Matorrales
- Vegetationsarme Wüste  
Desierto
- Periodische Kräuterfluren,  
wurzellose Tillandria-Bestände  
Lomas
- Staatsgrenze  
Límite nacional
- Historische Stätte  
Sitio Histórico
- Stadt mit 500 000-1 000 000 Einwohnern  
Ciudad de 500 000 a 1 000 000 Habitantes
- Stadt mit 100 000-500 000 Einwohnern  
Ciudad de 100 000 a 500 000 Habitantes
- Ort mit unter 10 000-50 000 Einwohnern  
Cofre de menos de 10 000 a 50 000 Habitantes
- Höhen in Metern  
Alturas en metros
- Lage des Kartenblattes  
Situación del Hoja



Luftbilder: I. G. M., La Paz 1963 und 1975 (Gletscherstand 1975)  
Topographische Karten: I. G. M., La Paz 1971,  
Blätter 1: 50 000: Kaata, Villa General Gonzales, Ulla Ulla  
Hergestellt mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, gedruckt mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie  
und des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein - Westfalen.  
Kartographie: Geographische Institute  
der Universität Bonn, D. Gladenbeck  
Druck: Landesvermessungsamt Nordrhein - Westfalen