

## ZUM STAND DER PLEISTOZÄNFORSCHUNG IN DER NORDÖSTLICHEN KORDILLERE VON BOLIVIEN

Anmerkungen zu einer Kartenskizze

Mit 2 Abbildungen

WILHELM LAUER und M. DAUD RAFIQPOOR

In der *Erkunde* Bd. 43, H. 1 erschien eine neue topographische Karte des Illampu-Massivs in der Cordillera Real Boliviens. RÜDIGER FINSTERWALDER und EKKEHARD JORDAN nennen ihren dazu verfaßten Artikel: „Begleitworte zur „Cordillera Real Nord (Illampu) 1:50 000“ – Ein Beitrag zur kartographischen Darstellung sowie Glaziologie und Gletschergeschichte der bolivianischen Anden“. Herausgegeben im Rahmen der Alpenvereinskartographie des Deutschen Alpenvereins im Jahre 1987.

E. JORDAN zeichnet verantwortlich für die aufwendige Aerotriangulation und die dazugehörigen Recherchen im Gelände, RÜDIGER FINSTERWALDER besorgte die photogrammetrische Auswertung und kartographische Bearbeitung. Damit verfügen wir über eine hochmoderne Karte des vergletscherten Illampu-Ankhouma-Massivs und seines südwestlichen Vorlandes, die sich würdig in die Reihe der bisherigen Kartenwerke des Alpenvereins in verschiedenen Hochgebirgen der Erde einfügt.

Im Begleittext dieses Gemeinschaftswerkes erläutert R. FINSTERWALDER die photogrammetrische Bearbeitung und kartographische Darstellung sowie den topographischen Inhalt der Karte. E. JORDAN widmet sich dem geographischen Inhalt mit ausführlicher Darlegung der „Vergletscherung mit ihren Ablagerungen und deren Formen“ und schneidet dabei in den Kapiteln III/3.2 und 3.3 auch glazial-morphologische Sachverhalte zur subzentren und holozänen Gletscherausdehnung sowie der pleistozänen Vergletscherung an, die einer Replik bedürfen.

JORDAN bezieht sich bei diesen Erörterungen auf eine Original-Skizze von CARL TROLL aus dem Jahre 1929, die er auf S. 47 des Beitrags mit wenigen Ergänzungen als seinen Entwurf angibt. Die Ergänzungen beziehen sich auf die bei den Aerotriangulationsar-

beiten aus den Luftbildern zusätzlich erkannten Moränenzüge. Er ordnet sie zusammen mit den von TROLL bereits dargestellten Moränen elf Gletscherstadien zu.

Die vier jüngsten Moränenkomplexe, die sich im Vorfeld der rezenten Gletscher befinden, nennt JORDAN „subrezente Hauptstadien der Illampu-Jankhouma-Region“ (EK 43, S. 46). Er ordnet nach alpinen Vorbildern auf der Basis lichenologischer Beobachtungen den gletschernahen Hauptwall als Stadium I dem Gletschervorstoß von 1920/30 und drei weitere, talabwärts vorgelagerte Moränenzüge mit Vorbehalt einem Vorstoß in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts bzw. einem hochmittelalterlichen Vorstoß zu.

Die mit weitem Abstand talabwärts vorkommenden und im wesentlichen von TROLL erkannten Moränengruppen verweist er in das Spätglazial der letzten Vereisung. TROLL selbst hatte bereits die drei talab liegenden Hauptstadien dem Jungglazial zugeordnet, sie aber nicht weiter differenziert (Abb. 1).

JORDAN fügt den von TROLL bereits erkannten drei Hauptstadien mit jeweils mehreren Moränenzügen vier weitere hinzu. Eine Neuordnung dieser nunmehr sieben jungpleistozänen Moränenstadien bzw. Formengruppen (EK 43, S. 48) nimmt JORDAN nicht vor trotz des Einsatzes von „Fernerkundungsmethoden und verifizierenden Feldüberprüfungen“ (EK 43, S. 48) und legt auch nicht im einzelnen dar, was er unter *Formengruppen* versteht.

Würde man unter *Formengruppe* die Ablagerungen einer markanten Gletschervorstoßphase meinen, die mit einer ebenso markanten Klimaschwankung verbunden ist, müßte man mit TROLL für das Jungglazial bei den drei charakteristischen Moränenstadien bleiben, die die heutigen, zum Teil verlandeten Seen

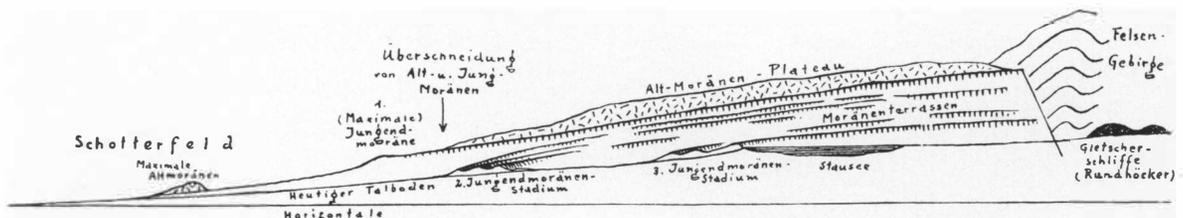


Abb. 1: Schematisches Längsprofil eines glazialen Tales im westlichen Vorland der Cordillera Real (stark überhöht) (Aus: TROLL 1929)

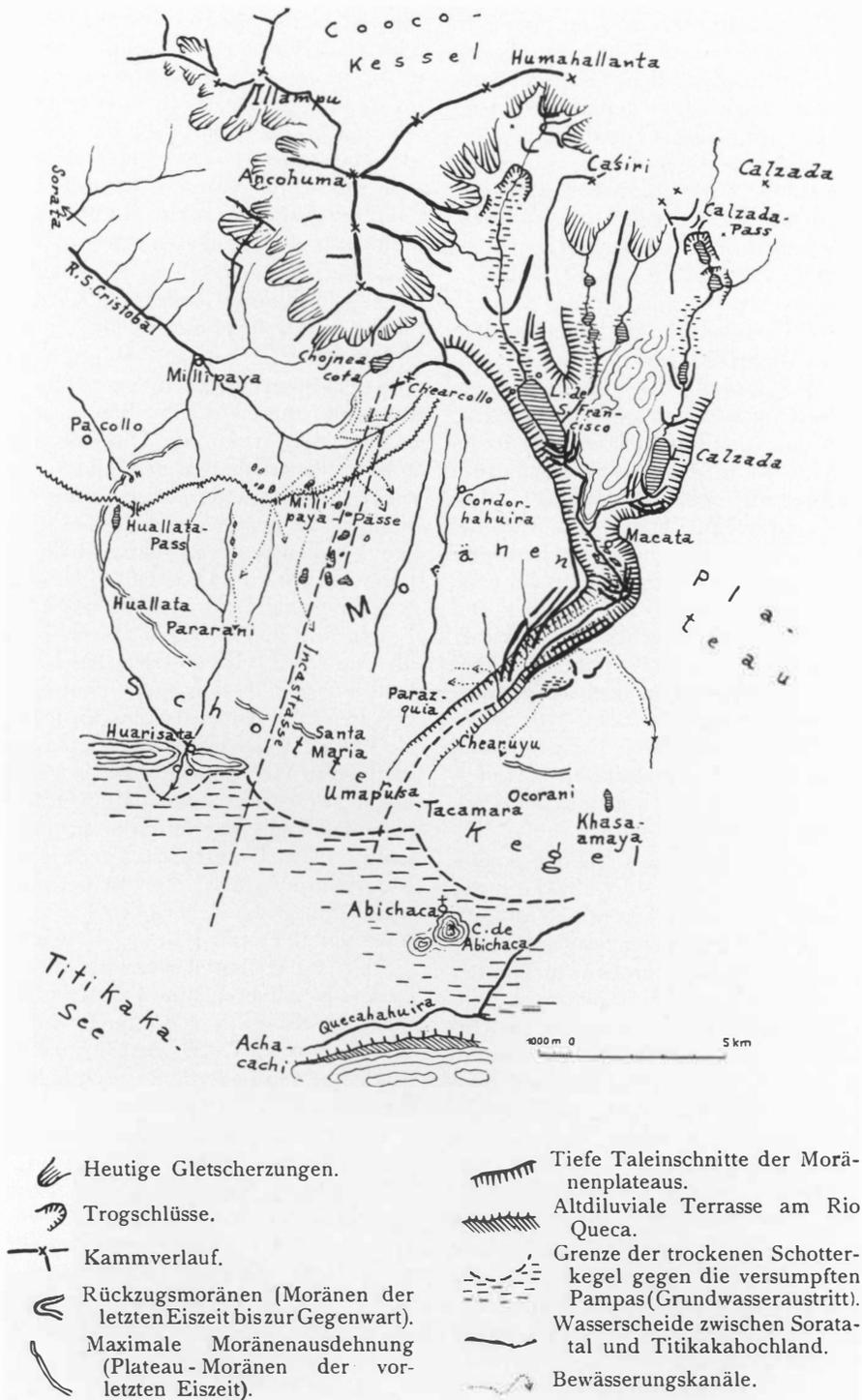


Abb. 2: Die glazialen Ablagerungen im Ancohumavorland (Aus: TROLL 1929)

stauen, die von TROLL als „Schlauchseen“ bezeichnet wurden. Die vier weiteren von JORDAN ergänzten markieren u. E. nur unwesentliche Gletscherstillstandszeiten und repräsentieren wegen ihrer Winzigkeit jedoch kaum morphologisch selbständige Vorstoßphasen. Der größte Teil von ihnen, wie er von JORDAN in die unverändert übernommene Skizze von TROLL eingetragen worden ist, gehört in die Phase des schnellen Rückzuges des Eises nach den spätglazialen Hauptvorstößen (vgl. EK 43, S. 47, Abb. 2).

Die Dreigliederung des Jungpleistozäns ist nicht nur von uns in der Cordillera de Apolobamba, dem Nachbargebiet des Illampu-Massivs nachgewiesen, sondern auch von SERVANT (1977) und ARGOLLO (1980) in der Cordillera Real festgestellt worden. Ebenso wurde in der von JORDAN hochgeschätzten Arbeit von R. MÜLLER in der Cordillera Quimsa Cruz die Schlußfolgerung gezogen, daß das glaziale Formenbild für ein auffallendes hochglaziales Stadial und zwei ebenso markante Spätglazial-Stadien sprechen, dies in Analogie zu den Befunden aus der Cordillera de Vilcanota (Süd-Peru) von MERCER and PALACIOS (1977). Aus Mittelperu berichtet WRIGHT (1983, 1984) ebenso von einem hochglazialen und zwei spätglazialen Vorstoßphasen und belegt diese mit  $^{14}\text{C}$ -Daten. SERVANT und FONTES (1978) haben die Hochstände der Altiplano-Seen (Minchin und Taucá) mit jungglazialen Vorstoßphasen korreliert und diese ebenfalls mit  $^{14}\text{C}$ -Daten abgesichert (vgl. LAUER und RAFIQPOOR 1986, Abb. 6).

Unsere eigenen Untersuchungen in der Apolobamba-Kordillere bestätigen diese Auffassung der Dreigliederung. Dort konnte durch kombinierte Luftbildstudien und Geländebegehungen festgestellt werden, daß die beiden jugendlich frischen, ineinander verschachtelten Moränengruppen, die von unzähligen Rinnen durchzogen sind, als Folge eines feuchtkühlen Klimas am Ende der letzten Eiszeit, also im Spätglazial, entstanden sind, als bei der beginnenden Erwärmung nach dem kalt-trockenen Hochglazial der letzten Vereisung gewaltige Eismassen in Form von langen Eiszungen infolge intensiver Gletscherausbrüche markante spätglaziale Moränenwälle abgelagert haben. Die erheblich flacheren drei bis vier Moränenwälle einer früheren Hochglazialphase der letzten Eiszeit, die im Spätglazial periglazial überformt und durch die spätglazialen, schnell vorrückenden sog. warmen Gletscher zum Teil zusammengeschieben, zum Teil auch überfahren wurden, gehören der länger andauernden älteren letztglazialen Feuchtphase an. Diese Moränen sind sowohl im Vorland des Jankho Khala-Gletschers (Apolobamba-Kordillere) als auch im San Francisco-Tal (Illampu-Massiv) sowie in der Cordillera Quimsa Cruz in fast identischer morphologischer Ausprägung ausgebildet. Im Jankho Khala-Tal, im Vorland der Apolobamba-Kordillere, haben wir durch Absolutdatierung ( $^{14}\text{C}$ ) ermittelt, daß seit dem Spätglazial der

Bereich der langgestreckten Seen-Zone, die von spätglazialen Moränen umgeben ist, seit mindestens 8000 Jahren v. h. ( $^{14}\text{C}$ -Datum  $8090 \pm 170$ ) nicht mehr von Gletschern erreicht worden ist, da sich dort ein mächtiges Moorprofil hat entwickeln können, dessen Basis und weitere darüberliegende Schichten von uns datiert wurden. Moränen, die im Hinterland der Laguna Jankho Khala auftreten, sind also eindeutig postglaziale Rückzugsstadien.

Diese Tatsachen sind in der tabellarischen Zusammenstellung von LAUER und RAFIQPOOR (1986, S. 128f.) vergleichend dargestellt.

Die reine Moränenauflistung und das Darlegen von erkannten einzelnen Fakten ohne Bezug zur Formengruppenanalyse führt hier nicht besonders weit, wenn es darum geht, die Diskussion um das jungzeitliche Geschehen in den Anden zu fördern. Vielmehr kommt es darauf an, eine Ordnung in die Befunde zu bringen, die die Diskussion weiterführen. Verdienstvoll von JORDAN in diesem Zusammenhang ist sicher die Feststellung von vier subrezenten Rückzugsphasen (I bis IV) am Illampu, die von LAUER und RAFIQPOOR in ihrem Untersuchungsgebiet am Jankho Khala Gletscher wegen Fehlens von Luftbildern in diesem Bereich nur unvollständig festgehalten sind. Anders ist dies hinsichtlich der Stadien V, VI und VII von JORDAN, deren zeitliche Abfolge in unsrem Gebiet, wie oben erwähnt, durch  $^{14}\text{C}$ -Datierungen aus einem Moorprofil und weiteren paläopedologischen Befunden nachgewiesen werden konnte. Die Unterbrechung der nacheiszeitlichen Moorbildung durch Tonablagerungen im Jankho Khala-Tal in der Zeit vor  $4590 \pm 70$  und  $3720 \pm 65$  sowie vor  $3080 \pm 65$  Jahren v. h. markieren die jeweiligen postglazialen Rückzugsstadien in der Apolobamba-Kordillere, eine Tatsache, die von JORDAN nicht zu Kenntnis genommen wurde (vgl. LAUER und RAFIQPOOR 1986, S. 139 und 142). Diese Befunde wurden außerdem durch palynologische Profile von GRAF (1981) gestützt.

Es bleibt unverständlich, wieso JORDAN keinen Fortschritt der Studien hinsichtlich der Jungpleistozänforschung, „in den Tropen“ sieht und in dem Aufsatz zu einer neuen Karte statt dessen den Forschungsstand mit der allgemeinen Aussage belegt: man müsse von einer „allzu voreiligen Festschreibung der augenblicklich dreigliedrig quantifizierten Jungglazialchronologie für den Tropenbereich warnen“ (EK 43, S. 48).

JORDAN bezeichnet in dem *Erdkunde*-Aufsatz die Handskizze von CARL TROLL als „Entwurf E. JORDAN in Fortschreibung von C. TROLL 1929“. Abb. 2 gibt die Originalzeichnung von TROLL aus dem Jahre 1929 wieder (vgl. hierzu auch die Abb. 2 in EK 43, S. 47). TROLL schrieb 1935 zu dieser meisterlichen Skizze: „An Hand einer rohen Feldskizze und eines schematischen Profils (vgl. Abb. 1) habe ich die Vereisung des Ankohuma-Vorlandes schon 1929 darge-

stellt. Die genaue Karte (gemeint ist die 1935 publizierte topographische Karte 1:50 000 von CARL TROLL und RICHARD FINSTERWALDER) ermöglicht es jetzt aber die Verhältnisse viel exakter zu verfolgen und weitere Schlüsse zu ziehen“ (TROLL und FINSTERWALDER, 1935, S. 396).

Man hätte sich gewünscht, daß der Autor auf der Grundlage der nunmehr nach Luftbildern hergestellten topographischen Karte von RÜDIGER FINSTERWALDER und EKKEHARD JORDAN eine neue, maßstabgerechte und höhentreue Skizze der glazialen Entwicklung auf der Basis eines eigenen Entwurfs geliefert hätte, die die nicht einmal genordete „*rohe Feldskizze*“ von TROLL hätte übertreffen können. Außerdem wäre es sinnvoll gewesen, wenn JORDAN bei der Interpretation der neuen topographischen Karte den Gletscherstand von 1920/30 als gesichert erwähnt hätte mit Bezug auf die 1935 erschienene,

auf terrestrisch-photogrammetrischer Vermessung von 1929 basierende Karte von CARL TROLL und RICHARD FINSTERWALDER. Diese enthält exakte Höhenangaben und dokumentiert die damaligen Gletscherstände. JORDAN spricht dieser früheren Karte eine „realistische wissenschaftliche Aussagekraft“ ab (vgl. EK 43, S. 44, Kapitel III, Abschnitt 3.1.1.), obwohl RÜDIGER FINSTERWALDER im gleichen Aufsatz unter Bezug auf die JORDANSche Triangulationsarbeit ausführt: „Um einen besseren Bezug zur TROLLSchen Karte vom Jahre 1935 herzustellen, sind weitere, in den Luftbildern identifizierbare Höhenpunkte aus dieser Karte in die Triangulation einbezogen worden. Damit ist gewährleistet, daß beide Karten das gleiche Höhenniveau besitzen, was für die glaziologische Auswertung von Bedeutung ist“ (vgl. EK 43, S. 41, Kapitel II, Abschnitt 3.1).

#### Literatur

- ARGOLLO, J. B.: Los Pie de Montes de la Cordillera Real entre los valles de La Paz y de Toni. Estudio Geológico, Evolución plio-cuaternaria. Tesis de Grado. UMSA, Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Departamento de Geociencias. La Paz, Bolivia 1980.
- FINSTERWALDER, R. und JORDAN, E.: Begleitwort zur Karte „Cordillera Real Nord (Illampu) 1:50 000“ - Ein Beitrag zur kartographischen Darstellung sowie Glaziologie und Gletschergeschichte der bolivianischen Anden. In: *Erdkunde* 43, 1989, S. 36-50.
- GRAF, K.: Palynological investigations of two post-glacial peat bogs near the boundary of Bolivia and Peru. In: *Journal of Biogeography* 8, 1981, S. 353-368.
- LAUER, W.: Im Vorland der Apolobamba-Kordillere. Physisch-geographische Beobachtungen auf einer kurzen Studienreise nach Bolivien. In: *Estudios Americanistas* II, St. Augustin 1979 (Coll. Inst. Anthr. 21), S. 9-15.
- : Bericht der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. In: *Jahrbuch der Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz*, 1986, S. 154-165.
- LAUER, W. und RAFIQPOOR, M. D.: Die jungpleistozäne Vergletscherung im Vorland der Apolobamba-Kordillere (Bolivien) In: *Erdkunde* 40, 1986, S. 125-145.
- MERCER, C. H. and PALACIOS, O.: Radiocarbon dating of the last glaciation in Perú. In: *Geology* 5, 1977, S. 600-604.
- MÜLLER, R.: Zur Gletschergeschichte in der Cordillera Quimsa Cruz (La Paz, Bolivia). Diss. Zürich 1985.
- SERVANT, M.: El cuadro stratigráfico del Plio-Cuaternario del Altiplano de los Andes Tropicales in Bolivia. In: *Rev. de Geoc. UMSA*, vol. 1, No. 1, 1977, S. 23-29.
- SERVANT, M. und FONTES, J.-C.: Les Lacs Quaternaires des Hauts Plateaux des Andes Boliviennes. Premières interprétations paléoclimatiques. In: *ORSTOM, sér. Géol.*, Vol. X, n° 1, 1978, S. 9-23.
- TROLL, C.: Die Cordillera Real. Vorläufiger Bericht über die wissenschaftlichen Arbeiten der Anden-Expedition des Deutsch-Österreichischen Alpenvereins 1928. In: *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin* Nr. 7/8, 1929, S. 279-312.
- TROLL, C. und FINSTERWALDER, R.: Die Karten der Cordillera Real und des Talkessels von La Paz (Bolivien). In: *Petermanns Geographische Mitteilungen* 81, 1935, S. 393-399 u. 445-455.
- WRIGHT, JR., H. E.: Late-pleistocene glaciation and climate around the Junin-Plain, Central Peruvian Highlands. In: *Geografiska Annaler* 65 A, 1-2, 1983, S. 35-43.
- : Late glacial and late holocene moraines in the Cerro Cuchpanga, Central Peru. In: *Quaternary Research*, No. 21, 1984, S. 275-285.