

40. *Rein, A.*: Die europäische Ausbreitung über die Erde. Potsdam 1931.
41. *Ritter, C.*: Geschichte der Erdkunde und der Entdeckungen. Berlin 1861.
42. *Ruge, S.*: Geschichte des Zeitalters der Entdeckungen. Berlin 1881.
43. *Ruge, S.*: Die Entwicklung der Kartographie von Amerika bis 1570 (P. M. Erg.-Bd. XXIII, 1891, S. 106 ff.).
44. *Semenow, J.*: Die Eroberung Sibiriens. Berlin 1937.
45. *Röder, J., und Trimborn, H.*: Maximilian Prinz zu Wied. Bonn 1954.
46. *Treue, W.*: Die Eroberung der Erde. Berlin 1939.
47. *Vivien de Saint-Martin*: Histoire de la géographie et des découvertes géographiques. Paris 1874.
48. *Volz, W.*: Die Besitznahme der Erde durch das Menschengeschlecht. Stuttgart 1942.
49. *Weule, K.*: Geschichte der Erdkunde und der geographischen Forschung. Berlin 1904.

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

BERICHT ÜBER FORSCHUNGEN IN DEN ZENTRALEN ANDEN, INSBESONDERE IM TITICACABECKEN

Felix Monheim

Mit 2 Karten im Text und 8 Bildern

*Report of research in the central Andes especially in the
Lake Titicaca basin*

Summary: One aim of this research expedition was to carry out an agricultural-geographical comparison between the Alps and the tropical Andes, using as examples the Rimac valley and the Lake Titicaca basin. It showed that in the altitudinal zoning of arable farming, despite many common features, there are nevertheless important principal differences. These are caused by the different climatic character of which the most notable feature in the Andes is the absence of seasons of different temperatures. The great altitude of the upper limit of cultivation is surprising; barley is for instance still grown at Poto (4,700 m.).

This expedition served first of all to collect subject matter in preparation for a regional treatment of the Lake Titicaca basin. To this end geomorphological observations were made, such as distribution of certain types of relief, and those which would serve to elucidate the origin of Lake Titicaca, as well as studies of the hydrography, climate and vegetation cover. Of particular importance were investigations of the cultural geography, especially studies of the aboriginal Indian, the colonial Spanish and the modern type of agriculture. Each of these three epochs has contributed characteristic features to the landscape. In some places the communal possession of arable land has still survived from ancient Indian times, and frequently also the division into "open fields" (Zelgen) together with communally regulated cropping (Flurzwang). In agricultural implements too, many of Indian origin are still to be found. The occupation by the Spaniards resulted first and foremost in changes in the type of animal husbandry practised, as well as changes in conditions of land ownership. During the most recent past a modern development has gained momentum, causing considerable social tension, viz. agricultural reform in Bolivia. In spite of the great altitude of almost 4,000 m., agriculture is of a relatively high intensity and is responsible for a surprisingly high population density near the lake; e.g. the population density of the Island of Amantani is about 170 per sq.Km. Special attention is given to the dwellings. Besides the adobe houses with gabled grass-covered roofs, at some places near the lake ancient-looking, pyramid-shaped houses are found which are built entirely of turf. The author shows that they are relics of an older house type which was formerly more

widely distributed within the Lake Titicaca basin. Because they withstood flooding more readily than the adobe houses, they have been able to survive until today in some of the areas liable to flood.

1. Forschungsvorhaben.

Im vergangenen Jahr konnte Verf. vom 5. 1.—7. 11. 1954 eine Forschungsreise in die zentralen Anden durchführen, die dazu dienen sollte, vorausgegangene Untersuchungen über den alpinen Ackerbau auf ein tropisches Hochgebirge auszudehnen (vgl. Monheim, 1954 a, b, c)¹⁾. Für eine solche Vergleichsuntersuchung schienen die peruanisch-bolivianischen Anden und insbesondere das Titicacabecken vorzüglich geeignet, weil der Ackerbau hier mit die höchsten Lagen auf der ganzen Erde erreicht und weil er zum mindesten im Titicacagebiet in Höhen zwischen 3800 und 4300 m noch in großer flächenhafter Ausdehnung mit Anbau einer großen Zahl unterschiedlicher Kulturpflanzen betrieben wird.

Es war freilich von vornherein vorgesehen, die Untersuchungen nicht auf die agrargeographischen Erscheinungen zu beschränken. Vielmehr wurde eine möglichst weitgehende Erfassung der gesamten Kulturlandschaft angestrebt, wobei die Frage nach der historischen Landschaftsentwicklung in inkaischer, spanischer und moderner Zeit ein wichtiges Teilproblem bildete. Gerade im Titicacabecken bestand die Aussicht auf ein tieferes Eindringen in diese Frage, da

¹⁾ Die Durchführung dieser Reise wurde möglich durch die großzügige Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der ich auch an dieser Stelle meinen besonderen Dank aussprechen möchte. Zu Dank verbunden bin ich ferner Herrn Prof. G. Pfeifer sowie dem Badisch-Württembergischen Kultusministerium für die Erteilung des erforderlichen Urlaubs. — Meine Arbeitspläne wurden begünstigt durch die Tatsache, daß zur gleichen Zeit Prof. W. Raub vom Botanischen Institut der Universität Heidelberg eine botanische Forschungsreise in die peruanisch-ecuadorianischen Anden durchführte. Dadurch war es mir möglich, mich gleich zu Beginn der Reise in mehreren größeren, gemeinsamen Exkursionen verhältnismäßig rasch in die Vegetation der peruanischen Anden und insbesondere in ihre Höhenstufung einzuarbeiten. Der zweiwöchigen Querung der Westkordillere, schloß sich ferner Prof. H. Kinzl an, der mit seiner vorzüglichen Landeskenntnis das Einleben in die peruanischen Verhältnisse wesentlich erleichterte.

hier wegen der dichtgeschlossenen indianischen Besiedlung die Einrichtung von Hacienden und damit der direkte Einfluß der Spanier auf die Landwirtschaft zum mindesten in Seenähe verhältnismäßig gering blieb. Daher lassen sich hier heute noch charakteristische altindianische Züge im Bilde der Kulturlandschaft erkennen.

Da die Untersuchungen sich vorwiegend auf das Titicacabecken und damit auf ein für überseeische Raumvorstellungen verhältnismäßig kleines Gebiet erstrecken (einschließlich des Sees etwa 60 000 km²), war es bei der Arbeit im Gelände möglich, auch die Erscheinungen der physischen Geographie, insbesondere das Relief, das Klima, die Gewässer und die Vegetation in den Kreis der Beobachtungen einzubeziehen und damit zu einer vielseitigen landeskundlichen Erfassung dieses vorzüglich in sich abgeschlossenen, höchst reizvollen geographischen Raumes zu gelangen.

2. Agrargeographischer Vergleich zwischen Alpen und Anden.

Die agrargeographische Untersuchung der Westalpen hatte als eins der wichtigsten Ergebnisse gezeigt, in wie starkem Maße gerade im Hochgebirge der Ackerbau in fast allen seinen Erscheinungsformen durch die natürlichen Bedingungen, vor allem durch das Klima, geprägt wird. Einen deutlichen Ausdruck für diesen ungewöhnlich starken Einfluß der Naturverhältnisse bildet die geographische Verteilung der Feldsysteme in den Alpen, die eine fast gesetzmäßig klare, dreidimensionale Anordnung erkennen läßt (Monheim, 1954 c). Diese dreidimensionale Anordnung wird bestimmt durch die jeweilige Lagebeziehung, und zwar einerseits durch die Lage zum Gebirgskörper (ozeanisches Klima der Außenseiten, kontinentales Klima der inneralpiner Täler) und andererseits durch die absolute Höhenlage. Die Temperaturabnahme bei wachsender Meereshöhe bewirkt nämlich eine beständige Verkürzung der Vegetationszeit und damit auch des ländlichen Arbeitsjahres sowie eine Verlängerung der Vegetationsperiode sämtlicher Kulturpflanzen, wobei man unter Vegetationsperiode die Zeit zwischen Aussaat und Ernte der betreffenden Pflanze versteht. Beide Erscheinungen summieren sich in ihrer für den Ackerbau hemmenden Wirkung und werden bei wachsender Meereshöhe in zunehmendem Maße wirksam. Eine charakteristische Folge dieses Zusammenwirkens von Verkürzung der Vegetationszeit und Verlängerung der Vegetationsperiode ist das zwangsläufige Auftreten einer „Höhenbrache“ beim Anbau von Wintergetreide oberhalb einer bestimmten Meereshöhe.

In den tropischen Hochgebirgen sind die natürlichen Voraussetzungen für den Ackerbau grundsätzlich anders gelagert. Hier fehlt ja der temperaturbedingte Wechsel der Jahreszeiten weitgehend. Damit entfällt aber auch die Verkürzung der Vegetationszeit und die Beschränkung des ländlichen Arbeitsjahres. Infolgedessen fehlen so charakteristische Erscheinungen wie die Höhenbrache vollständig.

Die allgemeine Temperaturabnahme bei wachsender Meereshöhe bewirkt freilich im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Wärmeansprüchen der ein-

zelnen Kulturpflanzen und mit der Verlängerung ihrer Vegetationsperiode auch in den tropischen Anden eine deutliche Höhenstufung des Ackerbaus. Allgemein bekannt ist die Einteilung in die Höhenstufen der Tierra caliente, Tierra templada, Tierra fría und Tierra helada, die sich deutlich im Bilde der Landwirtschaft und der Siedlungen auswirken. Vor allem in den höhergelegenen Gebieten ergibt sich durch die Temperaturabnahme mit der Höhe eine zunehmende Verarmung der Fruchtfolgen.

Die Höhenstufung nach den abnehmenden Wärmeansprüchen der Kulturpflanzen wird zum mindesten am Westabfall der peruanischen Anden überlagert durch eine Höhenstufung nach den Niederschlagsverhältnissen, die die Ausbildung von zwei deutlich getrennten Höhengürteln zur Folge haben. Im unteren Teil der Täler, der gemeinhin noch zur „Costa“ gerechnet wird, ist bis zur Höhe von etwa 2000 m (in Mittelperu) wegen der großen Trockenheit ein Anbau nur mit Hilfe von künstlicher Bewässerung möglich. Weiter oberhalb, in der „Sierra“, fallen dagegen in der sommerlichen Regenzeit ausreichend Niederschläge für einen Trockenfelddbau, der dann bis zur Obergrenze des Anbaus reicht. Dabei ergeben sich innerhalb des Trockenfelddbaugürtels weitere Differenzierungen entsprechend der nach oben hin zunehmenden Niederschlagshöhe.

Die Höhenstufung des Ackerbaus am Westabfall der Anden wurde in Mittelperu am Beispiel des Rimactals näher untersucht, das zu diesem Zweck mehrmals im Februar und im Oktober bereist wurde. Dabei zeigte sich auch in diesem tropischen Raum eine außergewöhnlich enge Übereinstimmung zwischen den Höhengrenzen der wichtigsten natürlichen Pflanzengesellschaften und den klimatisch bedingten Höhenstufen des Anbaus, wie sie in ähnlicher Weise in den Alpen beobachtet werden konnte.

Über die Frage der natürlichen Höhenstufung hinaus bot das Rimactal noch weitere interessante agrargeographische Probleme. Das steile Tal gehört nämlich zum unmittellbaren wirtschaftlichen Einzugsbereich von Lima, das ja am Unterlauf des Rimac liegt. Da das Rimactal durch eine Bahnlinie (die Oroyabahn) und durch eine verhältnismäßig gute Straße (die Carretera Central) bis in seine höchsten Teile hinein erschlossen ist, konnte sich der wirtschaftliche Einfluß des nahen Großstadmarktes hier voll auswirken. Zu den klimatisch bedingten Höhenstufen kommen also noch *Thünensche* Ringe wachsender Marktfürne hinzu, die sich gleichfalls im Bild der Landwirtschaft ausprägen. Schließlich haben die zur Costa und zur Sierra gehörenden Teile des Rimactales eine unterschiedliche Bevölkerungszusammensetzung und damit auch ein unterschiedliches soziales Gefüge. Es ist beabsichtigt, über diese interessanten Verhältnisse in Kürze ausführlicher zu berichten.

Leider boten sich am Ostabfall der Anden in dem von mir besuchten Gebiet (Yungas von La Paz) keine entsprechenden Beobachtungsmöglichkeiten über die Höhenstufung des Ackerbaus. Hier findet sich zwar im höchsten Teil der Täler, noch oberhalb der Waldgrenze, in etwa 3600 m bis auf fast 4000 m Höhe, ein bescheidener Anbau von Kartoffeln und Oca. Nach unten hin fehlen dann aber wegen der schwie-

rigen morphologischen Verhältnisse und vielleicht auch wegen der übergroßen Feuchtigkeit auf einen Bereich von etwa 1500 m Höhendifferenz die Siedlungen und insbesondere der Ackerbau fast völlig, um erst bei etwa 2000 m Höhe, nun aber schon mit der ganzen Fülle tropischer Gewächse, erneut wieder einzusetzen.

Umfangreiche Beobachtungen zur Höhenstufung und zu den Formen der Landwirtschaft an der Obergrenze des Ackerbaus wurden dann im Titicacagebiet durchgeführt. Über sie wird weiter unten in anderem Zusammenhang berichtet.

3. Beobachtungen im Küstengebiet zwischen Lima und Arequipa.

Eine gemeinsame Fahrt mit Prof. *Kinzl*, Prof. *Rauh* und Dr. *Hirsch* von Lima nach Arequipa mit zweimaliger Querung der Westkordillere bot mannigfache Beobachtungsmöglichkeiten zur Pflanzengeographie, Morphologie und Agrargeographie. Sie gab eine gute Einführung in viele Probleme des Andenraumes, ließ aber für eingehendere Forschungen keine Zeit. Trotzdem soll an dieser Stelle kurz auf einige klimatologische und agrargeographische Besonderheiten hingewiesen werden.

Zwischen Lima und Arequipa werden der ganze Küstenbereich und auch die unteren Hänge der Anden bis zu einer Höhe von etwa 2000 m (nach Süden bis auf etwa 2500 m ansteigend) von einer Vollwüste eingenommen. Diese unmittelbar an der Küste des Pazifischen Ozeans gelegene, durch den ganzjährigen Passat, den kalten Perustrom sowie das kalte Auftriebswasser bedingte Wüste zeichnet sich in ihren tiefergelegenen Teilen (bis zu etwa 600–1000 m Höhe und 30–60 km Breite) durch ihre hohe Luftfeuchtigkeit aus. Sie wird deshalb von den Biologen direkt als „Feuchtluftwüste“ bezeichnet (*H. W.* und *M. Koepcke*, 1953). Die Luftfeuchtigkeit ist am höchsten in den Wintermonaten (Mai bis September), in denen fast ständig eine tiefliegende Nebelwolkendecke (*Garua*) den Küstenbereich überzieht, aus der häufig auch ein feiner Nieselregen fällt. Die Intensität dieses Regens ist so gering, daß er sich im Regenschirm kaum erfassen läßt. Nach neueren Beobachtungen fallen auf diese Weise jährlich bis zu 360 mm Niederschlag (*Kinzl*, 1944, S. 109). Da gleichzeitig die Verdunstung wegen der hohen Luftfeuchtigkeit gering ist, dringt diese Feuchtigkeit größtenteils in den Boden ein. Daher kann sich hier in der *Garua*zeit eine stärkere Vegetation entwickeln, die als „Lomas“ bezeichnet wird.

Im Küstengebiet spielt der Bewässerungsfeldbau die Hauptrolle in der Landwirtschaft. Über die verschiedenen hier auftretenden Bewässerungsformen hat *Kinzl* (1944) ausführlicher berichtet. Sie konnten auch auf der Fahrt nach Arequipa beobachtet werden. Daneben besitzt aber auch die Viehzucht einige Bedeutung. Sie wird nach Art der Transhumance betrieben, wobei das Vieh im Winter die mit Lomavegetation überzogenen Hänge des Küstengebietes beweidet, während es im Sommer entsprechend der sommerlichen Regenzeit des Gebirges in die Sierra hinaufgeführt wird.

In vorspanischer Zeit wurde wahrscheinlich örtlich auch Ackerbau ausschließlich mit *Garua*feuchtigkeit

betrieben. Darauf deutet z. B. eine ausgedehnte künstliche Terrassierung der Hänge, die auf der Fahrt nach Arequipa im Gebiet von Atiquipa (Kilometer 620–625 der Carretera Panamericana) beobachtet werden konnte. Sie steht hier nicht im Zusammenhang mit künstlicher Bewässerung und ist wahrscheinlich auf einen derartigen altindianischen Trockenfeldbau zurückzuführen. Dieser Anbau ohne künstliche Bewässerung ist aber möglicherweise schon in vorspanischer Zeit zum Erliegen gekommen.

In jüngerer Zeit werden im Küstengebiet durch das peruanische Landwirtschaftsministerium Versuche durchgeführt, die moderne Möglichkeiten eines Trockenfeldbaus auf Getreide, nur mit Hilfe der *Garua*feuchtigkeit, erproben sollen. Diese Versuche, über die früher bereits *Kinzl* (1944) berichtete, haben gezeigt, daß ein Anbau in Form des „Dry farming“ möglich ist, wenn auch die Erträge relativ gering sind. Die Wirtschaftlichkeit eines derartigen Anbaus bleibt somit fraglich.

Eine eigenartige Abweichung von dem sonst allgemein herrschenden Wüstenklima der peruanischen Küste, die sich auch in den Formen der Landwirtschaft bemerkbar macht, konnte im Gebiet des Unterlaufes des Rio de Lomas beobachtet werden (etwa 80 km südlich Nazca) (vgl. Karte 1). Hier tritt plötzlich auf der Nordwestseite der Pampas de la Bella Unión, in etwa 20 km Entfernung von der Küste, an den nördlichen, nach Südosten exponierten Hängen des Tales, in einer Höhe von etwa 300–700 m, eine völlig geschlossene Vegetationsdecke auf, die sich vorwiegend aus mesophytischen und sogar hygro-

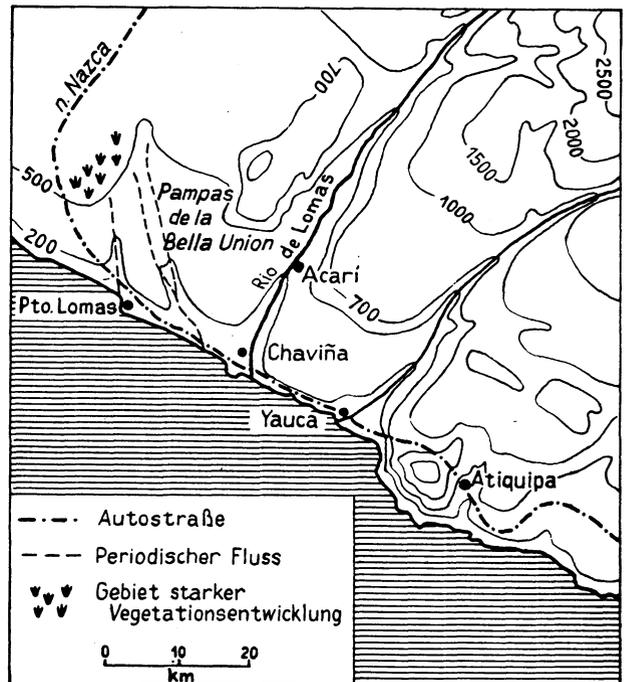


Abb. 1:

Die peruanische Küste im Gebiet des Rio de Lomas

phytischen Pflanzen zusammensetzt und die mitten in der sommerlichen Trockenzeit (am 16. 3.) in voller Blüte stand. Örtlich waren sogar kleine Buschwäldchen eingestreut.

Das Auftreten dieser relativ üppigen Vegetation ist um so auffälliger, als sonst an der ganzen peruanischen Küste in dieser Jahreszeit nur spärliche Xerophyten vertreten sind. Es handelt sich um ein örtlich sehr eng begrenztes Vorkommen, das deutlich an die nach Süden bis Südosten, also zum Pazifik hin exponierten Hänge einer buchtartigen Ausweitung des Tales des Rio de Lomas gebunden ist. Sowie die Hänge weiter nach Westen hin in die W-NW-Richtung umbiegen, setzt sich sehr rasch wieder die Vollwüste durch. Ebensowenig findet die stärkere Vegetationsentwicklung nach Osten hin, im Tal des Rio de Lomas, eine Fortsetzung.

Diese eigenartigen Verhältnisse legten zunächst die Vermutung nahe, daß es sich hier um die Auswirkungen eines einzelnen, außergewöhnlichen Regenfalles handelte. Diese Vermutung hat sich aber nicht bestätigt, denn nach Auskunft von Einheimischen fällt an dieser Stelle auch während der Trockenzeit häufiger Niederschlag. Dafür spricht auch das oben erwähnte Auftreten von kleineren Buschwäldchen. Infolgedessen können die Hänge regelmäßig das ganze Jahr hindurch von größeren Rinderherden beweidet werden (angeblich etwa 1000 Stück), die Besitzern aus Nazca und Acarí gehören. Da an den Hängen selbst ausreichende Wasserstellen fehlen, muß das Vieh täglich zu einer weit entfernten Wasserstelle an einem Fließchen in der Wüste wandern, wobei es diese Wanderungen völlig selbständig durchführt. So ergibt sich das eigenartige Bild, daß hier mitten in einer völlig vegetationslosen Wüste größere Rinderherden ohne jede menschliche Begleitung zielstrebig einherziehen.

Das mehr oder weniger regelmäßige, ganzjährige Auftreten von Niederschlägen in einem örtlich sehr eng begrenzten Gebiet an der peruanischen Küste stellt ein schwieriges Problem dar, das natürlich anlässlich des kurzen Aufenthaltes von wenigen Stunden nicht gelöst werden konnte. Daß die Windverhältnisse bei der Entstehung der Niederschläge eine Rolle spielen, zeigt die enge Bindung der Vegetation an die nach S-SE exponierten Hänge. Dafür spricht auch der Name „Cerros de Chocavento“ für die weiter östlich auf der Nordseite des Lomastales anschließenden Berge. Die Windverhältnisse allein können aber nicht das Auftreten der Niederschläge erklären, denn eine entsprechende Exposition ist an der peruanischen Küste durchaus nicht selten. Möglicherweise handelt es sich um eine Besonderheit in der Ausbildung des Perustromes, die ihrerseits das häufigere Auftreten von Niederschlägen verursachen könnte. Es wäre wohl eine lohnende Aufgabe, diese eigenartigen Verhältnisse näher zu untersuchen²⁾.

²⁾ Ein ähnlich isoliertes Auftreten einer immergrünen Vegetationsinsel inmitten eines Wüstensteppengebietes hat C. Troll am Beispiel am Erkowit aus dem südnubischen Küstengebirge beschrieben („Wüstensteppen und Nebel-oasen im südnubischen Küstengebirge“. Z. Ges. Erdk. Berlin 1935, S. 241—281).

Es sei noch darauf hingewiesen, daß das oben erwähnte Vorkommen alter Ackerbauterrassen im Gebiet von Atiquipa in der Luftlinie nur etwa 60 km von dieser Stelle stärkerer Vegetationsentwicklung entfernt ist, und daß es eine ähnliche Exposition besitzt. Vielleicht empfängt auch Atiquipa relativ hohe Niederschlagsmengen, die hier zur Entwicklung von Trockenfeldebau in vorspanischer Zeit geführt haben. Für eine stärkere Ergiebigkeit der Garuanebel in diesem Raume sprechen ja auch die Ortsnamen Rio de Lomas und Lomas, die beide hier vorkommen.

4. Beobachtungen zur physischen Geographie des Titicacagebietes.

a) Morphologie

Das Titicacagebiet (etwa 60 000 km²) ist ein vorzüglich in sich abgeschlossener geographischer Raum. Es verlockt über Spezialuntersuchungen hinaus zu einer allgemeinen landeskundlichen Erfassung. Auch bei vorwiegend kulturgeographischen Untersuchungen drängten sich neben klimatologischen und pflanzengeographischen Fragen morphologische und hydrographische Probleme auf. Es zeigte sich nämlich, daß sich im Titicacagebiet mehrere im geologischen Bau begründete Relieftypen unterscheiden lassen, die für die kulturgeographische Entwicklung durchaus von Bedeutung sind.

Zur Geologie des Titicacagebietes sind in den beiden letzten Jahrzehnten verschiedene Spezialuntersuchungen und auch zusammenfassende Arbeiten erschienen (*Cabrera la Rosa* und *Petersen* 1936, *Ahlfeld* 1946, *Newell* 1949, *Heim* 1947 und 1950), die im großen Überblick eine deutliche Gliederung des Beckens in fünf Teilgebiete von unterschiedlichem geologischem Bau erkennen lassen:

1. Den ganzen Südwesten nehmen von den Gipfeln der Westkordillere bis fast zum Ufer des Titicacasees große vulkanische Deckenergüsse des Tertiärs und Quartärs ein.

2. Im Nordwesten sind einem Sockel von paläozoischen und teilweise auch mesozoischen Sedimenten örtlich Sandsteine und Konglomerate des Tertiärs aufgelagert, die sich besonders in einzelnen Senkenzonen erhalten haben.

3. Im Nordosten bestimmen Sedimente der Kreidezeit das Landschaftsbild, die sehr regelmäßig in NW-SE streichende Falten gelegt sind.

4. An dieses Gebiet regelmäßiger Faltung schließen sich im Osten große eiszeitliche Moränen- und Schotterfelder an, die vom Fuß der Ostkordillere im Norden bis an das Gebiet kreidezeitlicher Ablagerungen und weiter im Süden bis in die unmittelbare Nachbarschaft des Sees reichen.

5. Der Südosten und Süden ist schließlich vorwiegend Aufschüttungsgebiet des Tertiärs und Quartärs. Hier werden weite quartäre und alluviale Aufschüttungsebenen überragt von jungtertiären Schotterterrassen. Örtlich erheben sich aus diesen Aufschüttungsebenen auch noch Bergzüge mit älterem geologischem Kern.

Im Verlaufe meiner Reisen konnte ich feststellen, daß sich im Titicacabecken mehrere Gebiete mit recht

unterschiedlicher Reliefgestaltung voneinander abheben. Diese schließen sich eng an die geologische Gliederung des Raumes an (vgl. Karte 2).

1. Am gleichförmigsten ist das Relief im Gebiet der jungen Deckenergüsse des Südwestens, die noch weitgehend ihre ursprüngliche Lagerung beibehalten haben. Da hier auch die Zertalung verhältnismäßig gering ist, überwiegen weite, sanft gewellte Flächen, die vom Titicacasee aus allmählich zu den Höhen der Westkordillere hinaufleiten.

2. Auch im Nordwesten sind große, relativ ebene Flächen häufig vertreten. Sie beschränken sich hier aber auf die höchstgelegenen Gebiete und entsprechen einem alten Abtragungsniveau, dem Punarelieff, das sich in mehreren Terrassenstufen zu den heutigen Tälern abdacht (Abb. 1 u. 2). Im Unterschied zu den Flächen der Deckenergüsse ist das Punarelieff also durch die Wirkung der Erosion entstanden. Insgesamt ist es daher nicht ganz so eben wie diese, sondern stärker in sich gewellt.

3. Ein sehr charakteristischer Relieftyp findet sich im Nordosten, wo die gleichmäßige Faltung der kreidezeitlichen Sedimente sich deutlich in der Ausbildung von Synklinal- und Antiklinal- sowie von Durchbruchstätern (Klusen) ausprägt. Die morphologischen Verhältnisse erinnern hier in mancher Beziehung an den Schweizer Jura. Die Entwicklung von Flächen — auch des Punarelieffs — tritt stark zurück.

Die Grenze zwischen Typ 2 und 3 läßt sich nur schwer angeben. Anscheinend klingt die Faltungsintensität nach Norden rasch ab, so daß sich hier mehr plateauartige Gebiete anschließen, die ohne scharfe Grenze in das vom Punarelieff bestimmte Gebiet übergehen. Hier kann nur eine intensivere Gelandearbeit zur endgültigen Begrenzung der verschiedenen Typen führen.

4. Im Osten wird das Relief vorwiegend bestimmt durch die „glaziale Serie“, bei der sich in die Moränen einer älteren Eiszeit interglaziale Schmelzwassertäler eingetieft haben, in denen dann die Moränen der letzten Eiszeit zur Ablagerung kamen. An die Moränen der älteren Eiszeit schließen sich nach außen hin mächtige eiszeitliche Schotterfelder an, die sich mit abnehmendem Gefälle weit nach Westen hin, bis in die Nachbarschaft des Titicacasees, ausdehnen. Diese Verhältnisse wurden von C. Troll (1935) am Beispiel der Cordillera Real näher untersucht.

5. Im Südosten entspricht das Relief schon weitgehend dem Typ des südlichen Altiplano, in dem wegen der abnehmenden Transportkraft der Flüsse und der Abflußlosigkeit des Gebietes weitflächige Aufschüttung verhältnismäßig feiner Sedimente überwiegt, die langsam ein früher vorhandenes, stärker bewegtes Relief unter sich begraben. Dabei zeigen die oben erwähnten mächtigen jungtertiären Schotterterrassen, die im ganzen Südteil des Titicacagebietes verbreitet sind (Troll 1935), daß im späten Tertiär hier schon einmal eine frühere Phase der Aufschotterung, damals allerdings mit sehr groben Schottern, vorausging. Diese ältere Schotterdecke muß dann in einem späteren Stadium größerer Erosionskraft der Flüsse erneut zerschnitten worden sein.

Neben den im geologischen Bau bedingten, regionalen Relieftypen fallen in stärkerer örtlicher Isolierung noch besondere Formengruppen auf. Dazu gehören einerseits der glaziale Formenschatz in den Gebieten heutiger oder eiszeitlicher Vergletscherung und andererseits die Formen, die durch den Titicacasee selbst geschaffen wurden (lakustre Aufschüttungsebenen, Sedimentations- und Abrasionsterrassen).

Die letztgenannte Formengruppe ist von besonderer Bedeutung für die Frage nach der Entstehung und der Geschichte des Titicacasees. Diesem Problem kann erst in einer späteren Veröffentlichung unter Berücksichtigung der umfangreichen Literatur im einzelnen nachgegangen werden. Es seien daher an dieser Stelle nur zwei besonders auffällige Beobachtungen vorweggenommen.

1. Fast alle größeren Zuflüsse zum Titicacasee haben in ihrem Unterlauf und häufig auch bis weit in den Mittellauf hinein ihre Täler stark aufgeschottert. Immer wieder bietet sich das Bild weiter, völlig flacher Aufschüttungsebenen, aus denen zu beiden Seiten die Talwände verhältnismäßig steil aufsteigen, mit scharfem Knick gegen die Aufschüttungsebene abgesetzt (Abb. 2). Aus der Form dieser Täler muß man schließen, daß die ursprüngliche Talsohle, das anstehende Gestein, etwa 100—200 m unterhalb der heutigen Oberfläche der Schotter liegt, und damit auch mehr als 100 m unter dem heutigen Spiegel des Titicacasees. Zur Zeit der Ausbildung dieser Täler kann also der Titicacasee in seiner heutigen Form und Tiefe noch nicht vorhanden gewesen sein, da sonst eine derartig tiefe Erosion nicht möglich gewesen wäre.

2. An zahlreichen Stellen in der Nachbarschaft des Sees lassen sich Abrasionsterrassen beobachten, die sich deutlich in vier verschiedene Niveaus einordnen. Ihre Höhe über dem heutigen Seespiegel beträgt beim ersten Niveau etwa 8 m, beim zweiten 30—35 m, beim dritten etwa 75 m und beim vierten 100—110 m. Dazu gesellen sich dann noch die Sedimentationsterrassen aus Ablagerungen des Titicacasees, die weit in die Täler der Titicacazuflüsse hineinreichen und Höhen bis zu 90 m über dem heutigen Seespiegel erreichen (Abb. 1). Beide Arten von Terrassen zeigen an, daß der Titicacasee in früherer Zeit eine sehr viel größere Ausdehnung besaß als heute und daß sein Spiegel mindestens 100 m über dem heutigen Seespiegel lag. Dieser größere Vorläufer des Titicacasees wird in der Literatur als Lago Ballivián bezeichnet und dem späten Tertiär bis frühen Diluvium zugeordnet.

Aus beiden Beobachtungen ergeben sich folgende Gesichtspunkte für die geologische Geschichte des Titicacasees: Vor Ausbildung des Sees bestand im Titicacagebiet ein verhältnismäßig tief eingeschnittenes Talsystem, das wahrscheinlich genau wie heute nach Süden entwässerte und das möglicherweise noch eine Verbindung zum Pazifischen Ozean besaß. Die Existenz eines derartigen Urflusses wurde schon früher von Troll vermutet (1935, S. 452, Anm. 34). Durch vulkanische Zuschüttung dieses Urflusses kam es dann im weiteren Verlauf der geologischen Entwicklung zur Ausbildung des Titicacasees. Nach Ansicht der im Titicacagebiet tätigen Geologen wurde diese Entwick-

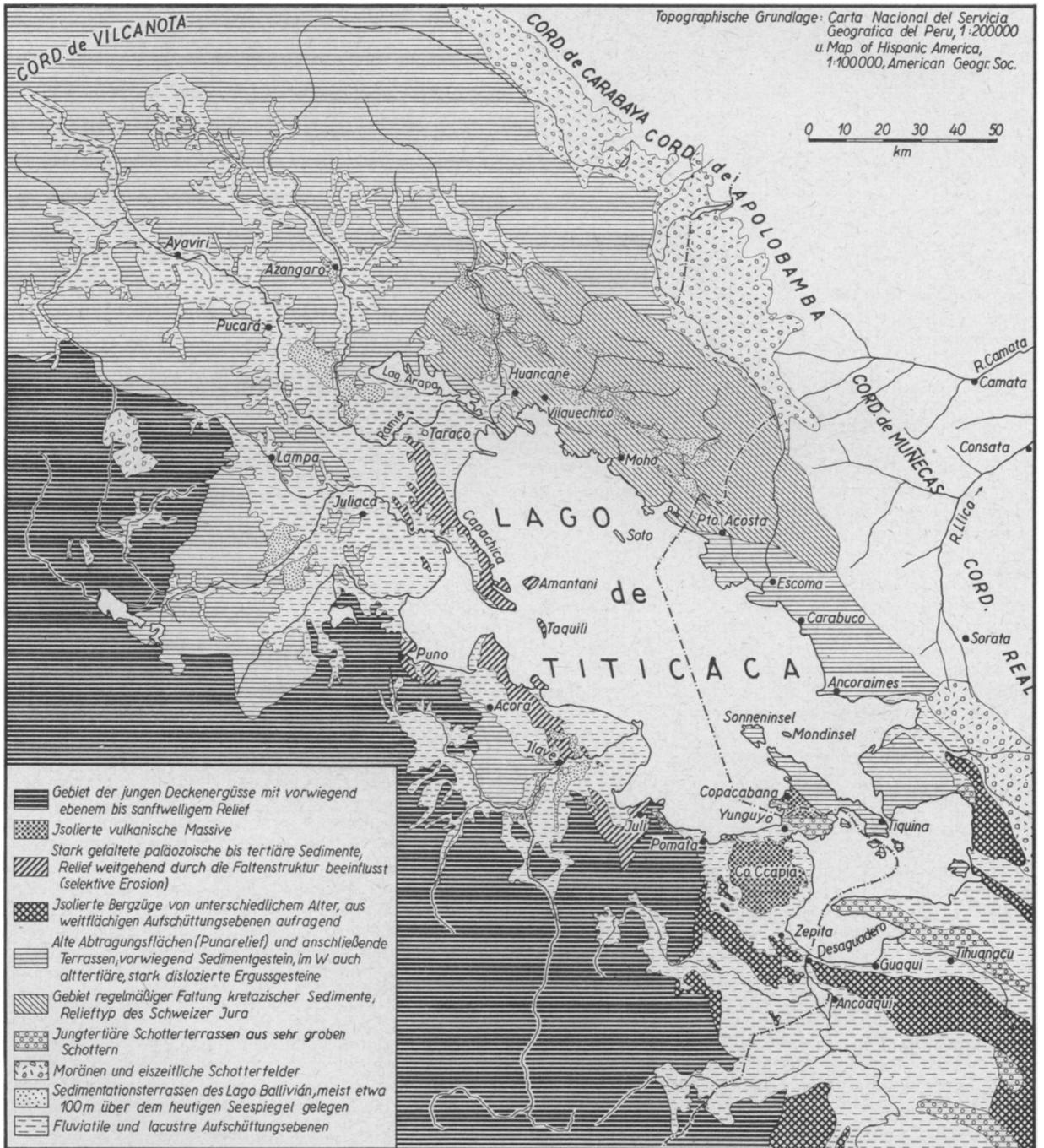


Abb. 2: Geologisch-morphologische Skizze des Titicacabeckens

(Geologische Verhältnisse nach Newell, 1949, vereinfacht und teilweise geändert.)

Korrektur: In der Legende rechts oben muß es heißen: 1 : 1 Mill., nicht 1 : 100 000.

lung hervorgerufen durch tektonische Bewegungen (grabenartiges Absinken des eigentlichen Seegebietes). Solche tektonischen Bewegungen in der unmittelbaren Nachbarschaft des Sees haben sicher stattgefunden und zur Ausbildung des heutigen Seebeckens beigetragen. Ich halte es aber nach eigenen Beobachtungen

für möglich, daß die eigentliche, erste Aufstauung des Urflusses durch einen Vulkanausbruch im Gebiet des Cerro Ccapía, zwischen Pomata, Yunguyo und Zepita, hervorgerufen wurde. Diese Hypothese bedarf aber noch der näheren Nachprüfung an Hand der Tagebücher und der Literatur.

b) Hydrographie

Das Vorhandensein von Abrasions- und Sedimentationsterrassen in verschiedenen Höhen hat zu der in der Literatur weit verbreiteten Anschauung geführt, daß der Titicacasee einer beständigen Austrocknung unterliege. Diese Annahme wurde scheinbar bestätigt durch ein starkes Absinken des Seespiegels in der Zeit von 1933—1943 um insgesamt 4,90 m.

Die jüngste Entwicklung seit 1943 hat aber gezeigt, daß die Annahme einer bis in die jüngste Zeit hineinreichenden beständigen Austrocknung des Sees nicht zu Recht besteht. Die Zeit von 1943—1953 brachte ein ziemlich beständiges Ansteigen des Seespiegels, wenn auch mit starken jahreszeitlichen Schwankungen. Bei meinem ersten Besuch im Titicacagebiet Ende März 1954 war der See sogar als Folge eines sehr regenreichen Sommers auf weite Strecken über seine Ufer getreten. Insgesamt hat sich der Seespiegel seit seinem Tiefststand im Jahre 1943 wieder um 3,70 m gehoben. Da die jahreszeitlich bedingte Absenkung im Winter 1954 (Südwinter!) ungewöhnlich gering war, und da die sommerliche Regenzeit ungewöhnlich früh und heftig einsetzte, kann für das laufende Sommerhalbjahr sogar mit einem weiteren Ansteigen des Seespiegels gerechnet werden.

Die Kenntnis der Hydrographie des Titicacasees gewinnt zur Zeit eine erhöhte aktuelle Bedeutung. Von verschiedenen Seiten aus werden lebhaft Pläne zur Energiegewinnung aus dem See diskutiert (vgl. z. B. *Rudolph* 1940). Im vergangenen Sommer wurde dann von chilenischer Seite aus der Weltenergiekonferenz in Petropolis (Brasilien) ein Plan zur Ableitung des Titicacaausflusses in den Pazifischen Ozean vorgelegt. Diese Projekte basieren aber meines Erachtens meist auf unzureichenden hydrographischen Grundlagen.

Durch verschiedene glückliche Umstände war es mir nun möglich, entscheidend wichtiges, großenteils noch nicht veröffentlichtes Material zur Hydrographie des Titicacasees einzusehen und die Genehmigung zu seiner Auswertung zu erhalten. Es handelt sich 1. um langjährige Pegelmessungen des Seespiegels, die seit 1910 in Puno durch die „Ferrocarriales del Sur del Perú“ durchgeführt werden; 2. um Beobachtungen über den Seeausfluß am Desaguadero, die mir von bolivianischer Seite aus zur Verfügung gestellt wurden; 3. um laufende Verdunstungsmessungen in Puno; 4. um die Niederschlagsmessungen mehrerer Stationen im Titicacagebiet. Durch eine Kombination dieser verschiedenen Messungsreihen, die sich

in günstiger Weise ergänzen, ergibt sich ein weitgehend abgerundetes Bild der Hydrographie des Titicacasees. In Anbetracht der erhöhten Aktualität dieser Frage beabsichtige ich, darüber in Kürze ausführlicher zu berichten.

c) Klima und Vegetation

Zur Klimatologie wurden während der ganzen Reise laufend Beobachtungen über den Ablauf des Wetters und teilweise auch über Zugrichtung und Zuggeschwindigkeit der tiefen, mittelhohen und hohen Wolken angestellt. Zusammen mit den Messungen mehrerer meteorologischer Stationen dürften sie ein brauchbares Bild vom Klima des Titicacagebietes ergeben.

Dieses Bild wird ergänzt durch pflanzengeographische Beobachtungen. Wichtig scheint vor allem die Tatsache, daß auf den im Titicacasee gelegenen Inseln sowie an geschützten Stellen des Seeufers eine von der Vegetation des übrigen Gebietes völlig abweichende Pflanzengesellschaft auftritt, die deutlich die klimatische Begünstigung in der Nachbarschaft des Sees erkennen läßt. Es handelt sich um immergrüne mesophytische Strauchbestände von 1—2 m Höhe. Im Gegensatz zu den Halbsträuchern des Altiplano (*Bacharis*- und *Lepidophyllum*arten) lassen die dünnen, weichen Blätter dieser Sträucher äußerlich keinen Schutz gegen Frost und Austrocknung erkennen. Mitten im Winter tragen sie noch reichen Blütenschmuck und zeigen damit deutlich die klimatische Begünstigung der seenahen Gebiete, die für die Landwirtschaft auf dieser Höhe entscheidend wichtig ist.

Eine entgegengesetzte floristisch-klimatologische Beobachtung läßt sich in den weiten Aufschüttungsebenen im Norden des Titicacasees anstellen. Während sonst im Titicacagebiet bis zu etwa 3900 m Höhe bei den Indianergehöften häufig der Buddleyabäum vorkommt, fehlt er in diesen Aufschüttungsebenen auch innerhalb der Siedlungen vollständig. Obschon sie nur wenige Meter über dem Seespiegel liegen, kann *Buddleya* hier nicht mehr gedeihen, da sich hier in Frostnächten die Kaltluft staut, so daß es zur Ausbildung von stärkeren Frösten kommt. Diese Fröste beeinflussen natürlich auch die Landwirtschaft und erschweren z. B. den Anbau von frostempfindlichen Kartoffelsorten, die an den seenahen Hängen noch gut gedeihen.

Ein besonderes Problem bildet die Waldlosigkeit des Altiplano. Heute noch finden sich nämlich im Titicacagebiet mehrfach größere Queñualeswäldchen (*Polylepis*), die bis in Höhen von etwa 4300 m stei-

Abb. 1: Ballivian-Terrasse und Punarelief bei Cabanillas. Über dem flachen Talboden erhebt sich eine etwa 20 m hohe Sedimentationsterrasse, die aus Aufschüttungen des jungtertiären Balliviansees aufgebaut ist. Darüber im Devon der Anstieg zur Höhe des Punareliefs. Abb. 2: „Ertrunkenes Tal“ bei Ayaviri. Die Hänge steigen relativ steil aus der weiten Aufschüttungsebene auf, aus der inselartig noch einzelne Bergspitzen aufragen. Die Sohle des Seitentals (vorn) ist ganz mit Äckern überzogen, die Hänge sind terrassiert. Abb. 3: Feldbestellung mit dem Grabstock (Taclla) bei Ayaviri. Abb. 4: Terrassierter Hang mit schmalen Ackerparzellen auf der Insel Taquili. Bis zum höchsten Punkt der Insel ist jeder nutzbare Fleck in Ackerland umgewandelt. Abb. 5: Wasserpflanzen fressende Kühe im Titicacasee. Abb. 6: Balsaboot auf dem Titicacasee. Abb. 7: Indianisches Gehöft bei Puno, aus vier Einzelbauten bestehend. Mit Ichugras gedeckte Giebedachhäuser. Abb. 8: Pyramidenhäuser der Ramisebene. Die vordere Gehöftgruppe bestand ursprünglich aus 6 Pyramiden- und 3 Giebedachhäusern. Durch die Ramisüberschwemmung wurden die Giebedachhäuser fast vollständig zerstört.



gen und die stets eine charakteristische Begleitflora aufweisen. Diese Begleitflora tritt an anderen Stellen auch ohne Polylepis auf. Es drängt sich daher die Frage auf, ob die allgemeine Waldlosigkeit des Altiplano natürlich bedingt ist, oder ob sie durch die wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen hervorgerufen wurde.

Das örtliche Auftreten der charakteristischen Begleitflora scheint mir anzuzeigen, daß an ihren Standorten früher auch Queñualeswäldchen vorhanden waren, die der Brennstoffentnahme zum Opfer gefallen sind. Da aber die Queñualeswäldchen und ihre Begleitflora stets nur an relativ steil geneigten Hängen auftreten, ist anzunehmen, daß sie auch vor Beginn der menschlichen Eingriffe in den Gebieten mit flacherem Relief völlig fehlten. Somit dürfte die baumlose Puna doch für den größten Teil des Altiplano die natürliche Vegetationsformation darstellen, während die steileren Hänge bis zu einer Höhe von etwa 4300 m ursprünglich wohl Buschwälder getragen haben.

In jüngerer Zeit hat man an vielen Stellen des Titicacagebietes mit gutem Erfolg Aufforstungsversuche mit Eukalyptusbäumen durchgeführt. Der Eukalyptus, der sich von Australien her in der ganzen Welt große Gebiete erobert hat, gedeiht hier bis zu etwa 4000 m Höhe. Da seine Anpflanzung stark propagiert wird, dürfte er zu einer weitgehenden Umgestaltung des Landschaftsbildes führen, die sich heute schon örtlich bemerkbar macht. Darüber hinaus kann er sogar zu Umstellungen in der Landwirtschaft beitragen. Als sehr schnellwüchsiger Baum liefert er nämlich große Mengen von Brennholz. Damit besteht grundsätzlich die Möglichkeit, die tierischen Fäkalien, die bisher fast ausschließlich das Brennmaterial bildeten, als Dünger dem Boden zuzuführen und so die bisher notwendige Brachwirtschaft etwas einzuschränken.

5. Kulturgeographische Beobachtungen im Titicacagebiet.

Der Schwerpunkt meiner Untersuchungen lag auf dem Gebiet der Kulturgeographie. Dabei standen vor allem landwirtschaftsgeographische und siedlungsgeographische Fragen im Vordergrund des Interesses. Daraus ergab sich dann zwangsläufig als ein weiteres Problem die Frage nach der Bedeutung altindianischer und spanischer Züge für das Bild der heutigen Kulturlandschaft.

a) Bevölkerungsdichte

Eine der auffälligsten anthropogeographischen Erscheinungen des Titicacabeckens, die im Grunde erst seinen besonderen geographischen Reiz ausmacht, ist die hohe Bevölkerungsdichte der seenahen Gebiete. Auf sie wurde daher schon von vielen Reisenden hingewiesen. Darüber hinaus hat *A. G. Ogilvie* (1922) den Versuch unternommen, sie für den Südteil des Titicacabeckens auch kartenmäßig darzustellen, indem er von den statistischen Angaben für die kleineren Verwaltungseinheiten ausging und die so ermittelten Werte nach seiner geographischen Kenntnis des Raumes innerhalb der einzelnen Einheiten möglichst wirklichkeitstreu einsetzte. Bei dieser Methode

war es natürlich nicht möglich, die Bevölkerungsdichte für die dichtest besiedelten Teile genauer zahlenmäßig zu erfassen. Diese Möglichkeit ist neuerdings grundsätzlich durch den Census von 1940 gegeben, dessen Ergebnisse für ganz Peru wohnplatzweise veröffentlicht wurden.

Eine vollständige Auswertung dieser Statistik ist leider sehr erschwert durch die Tatsache, daß der größte Teil der Wohnplätze sich selbst bei Befragung der örtlichen Verwaltungsstellen nicht auf den Karten lokalisieren läßt und daß die Ausdehnung und die Begrenzung der kleineren Verwaltungseinheiten, der Distrikte, nicht genau bekannt ist. Immerhin wurde mir durch den Servicio Territorial in Cuzco eine dort entworfene Kartenskizze zur Verfügung gestellt, die wenigstens in großen Zügen den Verlauf der Distriktsgrenzen anzeigt. Auf dieser Grundlage läßt sich dann auch annäherungsweise die Größe der Distrikte und ihre Bevölkerungsdichte errechnen. Ich hoffe, daß es mir darüber hinaus an Hand des im Gelände gesammelten Materials möglich sein wird, wenigstens für den Distrikt Acora eine Karte der Bevölkerungsverteilung nach der Punktmethode zu entwerfen. Da dieser Distrikt vom dichtbesiedelten Seeufer bis zu den menschenleeren Höhen der Westkordillere reicht, dürfte eine derartige Karte beispielhaft für die Grundstruktur der Bevölkerungsverteilung sein.

Innerhalb des Titicacagebietes findet sich die stärkste Siedlungskonzentration in der klimatisch begünstigten unmittelbaren Nachbarschaft des Sees. Hier zeichnen sich insbesondere die Ramisebene und die Pampa von Ilave durch ihre ungewöhnlich dichte Besiedlung aus. An Hand des Census von 1940 war es mir bereits möglich, für den Bereich der Halbinsel Capachica und der Insel Amantani die Bevölkerungsdichte zu berechnen. Dabei ergab sich für Capachica der Wert von 80 Einwohnern und für Amantani sogar die unglaubliche Zahl von 170 Einwohnern je km². Damit entspricht hier in über 3800 m Höhe die Bevölkerungsdichte — wenn man nur die landwirtschaftlich tätige Bevölkerung berücksichtigt — den dichtest besiedelten Gebieten der klimatisch sehr begünstigten Oberrheinischen Tiefebene!

b) Landwirtschaft und Sozialstruktur

Die hohe Zahl von 170 Einwohnern je km² ist freilich wohl nur dadurch möglich, daß auch der See selbst mit in die Nutzung einbezogen wird. Dabei ist einmal an die Fischerei zu denken, vor allem aber an die besondere Form der Rindviehhaltung, die sich in der unmittelbaren Nachbarschaft des Sees entwickelt hat. Das Rindvieh, das hier in großer Menge gehalten wird, lebt nämlich fast das ganze Jahr hindurch von Wasserpflanzen (*Myriophyllum* und *Totora*), die es direkt im Wasser stehend abweidet (Abb. 5). Auch von den tiefer im See gelegenen Gebieten werden die Wasserpflanzen mit Balsabooten an Land gebracht und dort an das Vieh verfüttert. Die Rinder gedeihen bei dieser Ernährung vorzüglich. Sie werden größtenteils als Schlachtvieh nach Arequipa, Lima und La Paz verkauft und bilden eine der wichtigsten Einnahmequellen für die Indianer. Im Jahre 1953 wurden allein aus dem Departement

Puno 33 560 Rinder ausgeführt, die größtenteils aus Indianerwirtschaften in der unmittelbaren Nachbarschaft des Sees stammen.

Die Tatora (*SCIRPUS TOTORA*) bildet vor allem im Nordwesten des Titicacasees, in der Bucht von Puno, große geschlossene Bestände, die sich im Privatbesitz der Bewohner der benachbarten Dörfer befinden. Sie ist von großer Bedeutung für das ganze Wirtschaftsleben der Indianer. Neben ihrer Verwendung als Viehfutter liefert sie das Material zum Bau der Balsaboote, die auch heute noch, trotz der Einführung von Holzbooten, das wichtigste Verkehrsmittel auf dem Titicacasee bilden (Abb. 6). Darüber hinaus wird Tatora auch zur Dachbedeckung und zur Herstellung von Matten verwandt. Außerdem werden ihre jungen Schosse im Frühjahr als Gemüse gegessen.

Mein besonderes Interesse galt den Eigenarten des hochandinen Ackerbaus im Titicacagebiet. Dabei handelte es sich vor allem um die Fragen der Höhenstufung und der Höhengrenzen sowie der Sortenwahl auf der Grundlage altindianischer und moderner Züchtungsergebnisse. Besonders eindrucksvoll ist in Anbetracht der Höhenlage die große Ausdehnung des Ackerlandes, die ja erst die eigentliche Grundlage für die dichte Besiedlung bildet, und die hohe Zahl unterschiedlicher Kulturpflanzen, die auf dieser Höhe noch gedeihen.

Die große Ausdehnung des Ackerbaus im Titicacagebiet ist eine Folge der klimatischen Begünstigung durch die große Seefläche. Diese ermöglicht zugleich ein beträchtliches Hinaufrücken sämtlicher Höhengrenzen. So werden bis zu 3850 m noch Mais, Weizen, Saubohnen und Lupinen angebaut. Dazu gesellen sich Kartoffeln, Oca, Ullucu, Gerste, Quinoa und Cañihua, die hier ganz allgemein bis auf etwa 3950 m Höhe steigen. Kartoffeln und Gerste reifen an zahlreichen Stellen noch in einer Höhe von 4300 m. Den höchsten Gerstenanbau (unbewässert) konnte ich in einer Höhe von etwa 4700 m (bei Poto am Fuß des Ananea) beobachten, doch gelangen die Körner hier nicht mehr zur Reife.

Da die größte klimatische Begünstigung sich auf die unmittelbare Nachbarschaft des Sees beschränkt, ergibt sich auf engem Raum ein rascher Wechsel der Anbaubedingungen. In den untersten Lagen, bis etwa 40 m über dem See, werden an günstig exponierten Stellen noch alle oben aufgeführten Gewächse angebaut, so daß sich hier ein für Hochgebirgsverhältnisse ungewöhnlich reicher Fruchtwechsel entwickelt hat. Dieser reiche Fruchtwechsel mit Leguminosen ermöglicht örtlich sogar einen Anbau ohne Brache, die sonst im ganzen Titicacagebiet einen umfangreichen Platz in den Fruchtfolgen einnimmt (im allgemeinen innerhalb der 8—16 Jahre dauernden Rotationen höchstens vier Anbaujahre). Oberhalb etwa 3850 m ist der Anbau von Weizen, Mais, Bohnen und Lupinen nicht mehr möglich. Dabei wirkt sich insbesondere der Ausfall der bodenverbessernden Leguminosen nachteilig auf den Ackerbau aus. Er kann daher in dieser Höhe nur noch unter Einschaltung von Brachen betrieben werden. Bei weiterer Höhenzunahme fallen dann rasch auch Ullucu, Oca und Quinoa aus, so daß schließlich nur noch Kartoffeln (und zwar die

weitgehend frostresistente Bitterkartoffel), Gerste und Cañihua angebaut werden.

Umfangreicher Ackerbau findet sich vor allem in den tiefergelegenen und meist relativ seenahen Gebieten, unterhalb etwa 4000 m. An sie schließen sich nach außen hin, gegen die Gebirgsumrahmung des Titicacabeckens, Weidegebiete an, die heute größtenteils im Besitz von Hacienden sind. Die Zucht von Schafen und Alpacas bildet hier die wichtigste Wirtschaftsgrundlage, während von den zur Hacienda gehörenden Indianern auf kleinen Feldstücken innerhalb des Haziendalands noch etwas Ackerbau betrieben wird.

In der Literatur wird des öfteren die Meinung vertreten, daß das Titicacagebiet noch in historischer Zeit durch tektonische Bewegungen um einige hundert Meter emporgestiegen sei. Diese Annahme wird damit begründet, daß die Entwicklung der alten Titicacakulturen (Tihuanaco- und Aymarakultur) mit ihrer großen Bevölkerungsdichte unter den heutigen klimatischen Bedingungen bei Fehlen der erst durch die Spanier eingeführten Kulturpflanzen nicht möglich gewesen wäre.

Diese Annahme besteht meines Erachtens nicht zu Recht. Die große Fülle altindianischer Kulturpflanzen, die auch heute noch in dieser Höhe gedeihen, genügte in früherer Zeit durchaus als Ernährungsgrundlage. Von den altweltlichen Kulturpflanzen, die durch die Spanier eingeführt wurden, spielt nämlich im Titicacagebiet nur die Gerste eine größere Rolle, wobei ein großer Teil der hier angebauten Gerste an die Brauereien in La Paz und Arequipa verkauft wird. Die Einführung des Rindes hat zwar in jüngerer Zeit örtlich zu einer weiteren Bevölkerungsverdichtung geführt, doch wäre hier auch ohne Rinderhaltung mit einer ungewöhnlich großen Bevölkerungsdichte zu rechnen.

Als weitere Begründung für die Annahme einer jugendlichen Hebung des Titicacagebietes werden dann noch die zahlreich vorhandenen aufgelassenen Ackerbauterrassen angeführt. Die mit der Hebung verbundene Verschlechterung des Klimas soll hier zu einer Aufgabe des Ackerbaus gezwungen haben.

Schaut man sich die Gebiete etwas näher an, in denen aufgelassene Ackerbauterrassen einen größeren Raum einnehmen, so muß man feststellen, daß sie in den meisten Fällen durchaus nicht in den klimatisch ungünstigen Gebieten liegen. Es handelt sich im allgemeinen um Höhenlagen zwischen 3850 und 4000 m, dazu in relativer Seenähe, so z. B. im Raum Vilquechico — Moho im Nordosten des Titicacasees oder im Gebiet der Hacienda Chingarani am Lago Umayo, wo Ackerbau heute klimatisch ohne weiteres möglich wäre. Der Rückgang des Ackerbaus ist hier meines Erachtens nur die Folge eines Bevölkerungsrückgangs. Dieser wurde seinerseits wahrscheinlich durch die Ausbeutungsmethoden der frühen Kolonialzeit hervorgerufen. Besonders die übermäßige Anwendung des „Mita“-Systems zur Gewinnung von Arbeitskräften für die Silberminen in Potosi hatte zeitweise eine beträchtliche Entvölkerung großer Teile des Altiplano zur Folge. Durch die mangelnde Pflege verfielen dann die Ackerbauterrassen und die Bodenkrume wurde

abgeschwemmt, so daß diese Äcker heute nicht mehr ohne weiteres in Kultur genommen werden können.

Das Studium des Ackerbaus im Titicacagebiet umfaßte auch die Frage nach den altindianischen Zügen im Bilde der heutigen Landwirtschaft. Relikte aus altindianischer Zeit finden sich einmal in den Ackerbaugeräten, die teilweise seit Inkazeiten fast unverändert benutzt werden (Abb. 3). Landwirtschaftlich wichtiger ist aber die Beibehaltung der alten Flurverfassung. In großen Teilen des Titicacagebietes haben sich Zelleinteilung und Flurzwang als Reste der straff organisierten inkaischen Landwirtschaft erhalten. Örtlich findet sich sogar noch der Gemeinbesitz an Grund und Boden, so besonders am Desaguadero und bei Ayaviri. Dabei ließ sich eine ganze Skala von Übergangsstadien in der Entwicklung zum Privatbesitz hin feststellen. Insgesamt ist die „Comunidad“, die Gemeinde, immer noch ein wichtiger ordnender Faktor im Wirtschaftsleben der Indianer. Schließlich geben auch die altindianischen Kulturpflanzen, deren Vorkommen ja weitgehend auf den andinen Raum beschränkt ist, dem Bild der Kulturlandschaft eine eigene indianische Prägung.

Trotz des allgemeinen Festhaltens am Althergebrachten hat aber auch die moderne Entwicklung der Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten im Titicacagebiet Eingang gefunden. Das gilt besonders für die peruanische Seite, wo durch das peruanische Landwirtschaftsministerium mehrere landwirtschaftliche Versuchsstationen und in Puno selbst ein sehr aktiver landwirtschaftlicher Dienst eingerichtet wurden. Dazu kommen noch eine Zweigstelle der staatlichen landwirtschaftlichen Kreditbank und der „Scipa“, der US-amerikanischen landwirtschaftlichen Hilfsorganisation für Südamerika. Alle diese Institutionen bemühen sich um eine Förderung von Ackerbau und Viehzucht. Auf dem Gebiete des Ackerbaus konzentrieren sich die Bemühungen vor allem auf die Auswahl ertragsgünstiger und schädlingsresistenter Sorten, auf die Einführung moderner Landbaumethoden (Düngung und maschinelle Feldbestellung) und auf die Schädlingsbekämpfung. Bei der Viehzucht steht die Einführung von Rassevieh und die gesundheitliche Überwachung der Viehbestände (z. B. Impfung) im Vordergrund des Interesses. Darüber hinaus haben sich einzelne Hacienden mit gutem Erfolg auch einer Höherzüchtung der einheimischen Wollvieharten Alpaca und Vicuña zugewandt. Zu erwähnen ist hier z. B. die Hacienda Calacala von F. A. Paredes, der wohl als einziger auf der ganzen Erde systematisch Vicuñas züchtet und dem auch Kreuzungen zwischen Alpaca und Vicuña gelungen sind. Der Wollertrag dieser „Pacovicuñas“ ist viel höher als der von reinrassigen Vicuñas, wobei seine Qualität weitgehend der echten Vicuña Wolle entspricht.

Die Bestrebungen zur Modernisierung der Landwirtschaft haben zunächst nur bei den Hacienden Anklang gefunden. Seit einigen Jahren wirken sie sich aber auch auf die Wirtschaftsweise der Indianer aus. Vor allem die Einrichtung von Demonstrationsfeldern durch den landwirtschaftlichen Dienst Puno hat sich als ein erfolgreiches Mittel für eine organische Modernisierung erwiesen. Auf Grund dieses Beispiels sind schon mehrere indianische Gemeinden zu gemeinsa-

mem Bezug von künstlichen Düngemitteln und staatlich geprüfem Saatgut übergegangen.

Diese Umstellungen in der indianischen Landwirtschaft werden begünstigt durch einen Ausbau des Schulwesens. Dieser liegt teilweise in der Hand von katholischen und evangelischen Missionen, doch wurden neuerdings auch zahlreiche staatliche Schulen errichtet. Das ganze Titicacagebiet ist heute schon mit einer großen Zahl von ländlichen Schulen versehen, die teilweise einen vorzüglichen Eindruck machen.

Auf der bolivianischen Seite ist die staatliche Förderung der Landwirtschaft nicht so weit fortgeschritten. Die Entwicklung wird hier außerdem zur Zeit durch eine allzu rigorose Agrarreform gehemmt, die bedeutende Umwälzungen in den Besitz- und Arbeitsverhältnissen hervorgerufen hat.

Diese Agrarreform war bedingt durch die eigenartigen Arbeitsverhältnisse auf den Hacienden. Seit der Kolonialzeit sind die auf einer Hacienda lebenden Indianer verpflichtet, alle auf der Hacienda anfallenden Arbeiten zu verrichten. Als Entgelt wird ihnen ein Stück Land zugewiesen, das sie für ihren eigenen Bedarf bestellen können. Außerdem werden ihnen gewisse Genussmittel, vor allem Coca, unentgeltlich zugeteilt. Dabei wurden die Indianer im Rahmen dieses Systems teilweise wohl übermäßig ausgebeutet.

Aus dieser Form der Arbeitsverfassung ergaben sich natürlich starke soziale Spannungen. Diese sind in allen südamerikanischen Ländern vorhanden, doch waren sie in Bolivien besonders ausgeprägt. Es hängt das damit zusammen, daß im bolivianischen Teil des Titicacagebietes ein ungewöhnlich großer Prozentsatz des Landes im Besitz von Hacienden ist. Dabei entstand ein großer Teil dieser Hacienden erst in den letzten 100 Jahren, und zwar mit Hilfe von Gesetzen, die ursprünglich zugunsten der Indianer erlassen wurden. Nach Gründung der bolivianischen Republik wurde nämlich den Indianern zum Dank für ihre Beteiligung an den Befreiungskriegen das Land, das sie bisher in der aus Inkazeiten überlieferten Form in Comunidades gemeinsam bewirtschaftet hatten, zu persönlichem Eigentum übergeben. Damit wurde es aber Hazendaderos und Unternehmern möglich, auf mehr oder weniger rechtliche Weise Land vom einzelnen Indianer zu erwerben. Auf diese Weise ist in Bolivien ein großer Teil der ehemaligen Comunidades vollständig in den Besitz der Haciendas übergegangen, die damit auch in den dichtbesiedelten Teilen in der Nachbarschaft des Sees Fuß fassen konnten. (Vgl. z. B. *McCutchen, McBride* 1921).

Diese besondere historische Entwicklung hat die Indianerfrage in Bolivien seit langem zu einem brennenden Problem gemacht. Daher kam es dann 1953 unter der derzeitigen sozialistischen Regierung zum Erlaß einer einschneidenden Agrarreform. Den Indianern wurde das Land, das sie bisher gewissermaßen in Arbeitspacht für ihren Bedarf bestellten, in eigenen Besitz übergeben. Gleichzeitig wurde die Verpflichtung zur Arbeitsleistung auf der Hacienda aufgehoben. Soweit die Indianer noch Arbeit für die Hacienden verrichten, muß ihnen ein tariflich festgesetzter Tagelohn ausgezahlt werden. Da sie aber heute

ihren Lebensunterhalt von ihren eigenen Feldern gewinnen, haben sie kein Interesse an einer zusätzlichen Arbeit. Im Gegenteil, aus der jahrhundertealten Opposition gegen die bodenbesitzende Schicht der Haziendaderos lehnen sie jede Arbeitsleistung für die Hazienden grundsätzlich ab und versuchen darüber hinaus auch jeden Maschineneinsatz auf den Hazienden zu verhindern.

Als Folge dieser Sozialrevolution ist im bolivianischen Teil des Titicacagebietes der größte Teil der Hazienden heute nicht mehr arbeitsfähig. Teilweise wurden die Betriebe völlig aufgegeben; in anderen beschränkt man sich auf eine Aufrechterhaltung der Schafzucht in kleinerem Rahmen, um wenigstens das hochwertige, aus Übersee eingeführte Rassevieh zu erhalten.

Auf der peruanischen Seite des Titicacagebietes bestehen im Grunde ähnliche soziale Spannungen. Hier macht sich natürlich vor allem in Grenznähe der Einfluß des bolivianischen Beispiels stark bemerkbar. Es wird hier Aufgabe einer verständnisvollen Wirtschafts- und Sozialpolitik sein, durch Ausbau des Schulwesens und weitere Einbeziehung der indianischen Landwirtschaft in die Modernisierungsbestrebungen den Lebensstandard des Indianers zu heben und darüber hinaus durch schrittweise Agrarreformen die sozialen Schwierigkeiten zu überwinden.

c) Siedlungen

Bei den Siedlungsformen ist vorläufig noch keine zusammenfassende Darstellung der Beobachtungsergebnisse möglich. Es sei nur angedeutet, daß sich im Titicacagebiet zumal bei Berücksichtigung der Flurverfassung und der Besitzverhältnisse eine größere Zahl von unterschiedlichen Siedlungstypen findet. Dabei wurden auch Beobachtungen über Lage und Funktion der größeren Siedlungszentren angestellt.

Für die Hausformen kann dagegen bereits eine erste Zusammenfassung der Beobachtungen gegeben werden. Im Titicacabecken ließen sich schon bei der ersten Bereisung zwei grundverschiedene Haustypen unterscheiden, die völlig getrennte Verbreitungsgebiete einnehmen. Dabei macht der eine Haustyp einen sehr archaischen Eindruck, so daß bei mir bald die Vermutung auftauchte, daß er das Relikt einer älteren, wohl sicher vorspanischen Hausform darstellt.

Die vorherrschende Hausform im Titicacagebiet ist ein Giebeldachhaus, dessen Wände aus Adobeziegeln gefertigt sind und dessen Dach im allgemeinen aus trockenen Ichugräsern besteht, während man in der Nähe des Sees Totora zum Decken der Dächer verwendet. Diese Dachhaut aus Ichugras oder Totora ruht auf einem Gerüst von Ästen, die früher wohl vorwiegend von der Buddleya (s. o.) genommen wurden, während man heute meist Eukalyptusholz zur Dachkonstruktion verwendet.

Die Häuser sind klein und bestehen im allgemeinen nur aus einem Raum. Deshalb setzen sich die Gehöfte aus mehreren Einzelbauten zusammen, die auf drei Seiten einen Hofraum umgeben. Ein Haus dient dann als Küche, ein zweites als Wohn- und Schlafraum und ein drittes als Vorratsraum (Abb. 7).

Es wurde schon von früheren Reisenden beobachtet, daß in der Ramisebene im Norden des Titicacasees auf eng begrenztem Raum ein völlig andersartiges, pyramidenförmiges Haus auftritt. Über einem annähernd quadratischen Grundriß steigen die Wände zunächst mit leichter Neigung nach innen bis zu einer Höhe von fast zwei Metern auf. Oberhalb wird die Neigung nach innen dann stärker und gleichzeitig verschwinden die Ecken, so daß in diesem Dachraum ein kreisförmiger Querschnitt zustande kommt, der sich nach oben hin rasch verjüngt.

Dieses pyramidenförmige Haus wird ganz aus Grassoden errichtet, die meist in unmittelbarer Nähe der Baustelle aus der Rasendecke der Puna herausgestochen werden. Es handelt sich wieder um Bauten von kleiner Grundfläche (durchschnittlich etwa 3×3 m), so daß auch hier die Gehöfte aus drei bis vier Einzelhäusern bestehen (Abb. 8).

Im Grenzgebiet zwischen Giebeldachhaus und Pyramidenhaus, im Bereich des Ortes Taraco, konnte ich dann noch eine dritte Hausform beobachten, die in gewisser Weise zwischen den beiden vorgenannten Typen vermittelt. Der Form nach handelt es sich um ein Giebeldachhaus mit rechtwinkligem Grundriß. Im Gegensatz zu den übrigen Giebeldachhäusern wird es aber völlig — einschließlich des Daches — aus Adobeziegeln errichtet. Durch diese auffällige Art der Dachkonstruktion ist dieses „Taracohaus“ im Typ wohl doch mehr den Pyramidenhäusern zuzuordnen.

Pyramidenhaus und „Taracohaus“ machen ganz den Eindruck sehr altertümlicher Hausformen. Besonders auffällig ist ihre engbegrenzte Verbreitung, die sich fast ausschließlich auf das Gebiet der Ramisebene beschränkt. Im Laufe meiner Bereisungen konnte ich dann aber noch an zwei weiteren Stellen Pyramidenhäuser und „Taracohäuser“ beobachten, wenn auch jeweils nur im Bereich von ein bis zwei Dörfern. Im einen Falle handelt es sich um das Gebiet von Huarisata an der Bucht von Achacachi und im anderen um Ancoaqui am Desaguadero. Darüber hinaus ließen sich an zahlreichen Stellen in der Nachbarschaft des Sees kleine Zusatzbauten (Speicherräume und Ställe) in der Form des Pyramiden- und „Taracohauses“ beobachten.

Auf Grund dieser Feststellungen bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß es sich in beiden Fällen um Relikte von alten Hausformen handelt, die früher im Titicacagebiet viel weiter verbreitet waren, und die dann später durch das wohllichere Giebeldachhaus zurückgedrängt wurden. Im Gebiet der Ramisebene konnten sie sich aus besonderen Gründen bis heute erhalten. Die Ramisebene ist nämlich von Zeit zu Zeit (alle 10—15 Jahre) größeren Überschwemmungen ausgesetzt. Eine derartige Überschwemmung trat auch im letzten Jahr ein. Dabei konnte ich beobachten, daß die Pyramidenhäuser die Überschwemmung gut überstehen, während die Giebeldachhäuser an mehreren Stellen eingestürzt waren (Abb. 8).

Für die größere Widerstandsfähigkeit des Pyramidenhauses lassen sich zwei Gründe anführen: 1. das Baumaterial und 2. die Hausform. Das Pyramidenhaus ist ja aus Grassoden errichtet, die auf Jahre hinaus noch alle Wurzeln enthalten. Sie besitzen daher einen besseren inneren Zusammenhalt als die künstlich

aus Lehm geformten, ungebrannten Adobeziegel, die vom Wasser viel stärker angegriffen werden. Darüber hinaus widersteht aber das kompakte Pyramidenhaus mit seinen leicht nach innen geneigten Wänden, die sich gegenseitig abstützen, viel besser dem Druck des fließenden Wassers als das langgestreckte Giebeldachhaus mit seinen senkrecht aufsteigenden Adobewänden. Aus diesen Gründen ist das Pyramidenhaus in der Ramisebene auch heute noch dem Giebeldachhaus überlegen. Auch im übrigen Erhaltungsgebiet des Pyramidenhauses handelt es sich um eine überschwemmungsgefährdete Ebene, so daß hier die gleichen Gründe für seine Erhaltung maßgeblich sein dürften.

Wenn man der Annahme zustimmt, daß Pyramiden- und „Taracohaus“ Relikte einer älteren Hausform darstellen, so ergibt sich zwangsläufig die Frage, welcher Bevölkerungsschicht und Epoche sie zuzuordnen sind. Diese Frage ist schwer zu beantworten. Es läßt sich wohl mit größter Wahrscheinlichkeit behaupten, daß sie zum mindesten einer vorinkaischen Epoche entstammen, denn nach Ausweis der Ruinen von Machu-Pichu war den Inkas das Giebeldachhaus durchaus geläufig. Angesichts der engbegrenzten Verbreitung auf die unmittelbare Nachbarschaft des Titicacasees und den Desaguadero erscheint es gleichfalls fraglich, ob sie zum ursprünglichen Kulturgut der Aymaras gehören, da diese ja ein viel größeres Wohngebiet besitzen. Dagegen legt gerade die engbegrenzte Verbreitung um Titicacasee und Desaguadero den Gedanken nahe, daß es sich hier möglicherweise um das Kulturrelikt einer ursprünglichen Urbevölkerung handelt, die ja am Desaguadero gerade in Ancoacui heute noch vertreten ist, und die früher als Fischer- und Jägerbevölkerung einen größeren Teil der Ufer des Titicacasees besiedelt haben soll. Wenn diese Vermutung zutreffen sollte, so könnte man also im Pyramiden- und „Taracohaus“ ein heute noch weitgehend landschaftsbestimmendes Kulturelement einer sehr frühen Kulturepoche sehen.

Zum Abschluß dieses Berichtes sei noch auf die sozialen Umwertungen hingewiesen, die sich in jüngster Zeit im Titicacagebiet bemerkbar machen. Von früheren Reisenden wurden die Indianer, insbesondere die Aymaras, immer wieder als verschlossen und mürrisch und alles Fremde ablehnend dargestellt. Das hat sich meines Erachtens inzwischen wohl unter dem Einfluß des Schulwesens und der staatlichen Förderung für die Indianer grundlegend gewandelt, wobei möglicherweise gerade die Agrarreform in Bolivien viel zu diesem Wandel beigetragen hat. Der Indianer fühlt sich heute vor allem in Bolivien, aber auch in Peru, als vollwertiges Glied des Staates. Dabei erscheint mir symptomatisch für diesen Wandel, daß selbst Mitglieder der gebildeten Oberschicht, die ja im Altiplano im wesentlichen aus Mestizen besteht, bewußt ihr indianisches Blut betonen.

In Anbetracht dieser neuen Entwicklung ergibt sich die Frage, ob der Indianer wirklich befähigt ist, eine Stellung als vollwertiger Staatsbürger einzunehmen. Diese Frage wird im Lande selbst häufig verneint, unter Hinweis auf die Tatsache, daß der Indio hoff-

nungslos den Rauschmitteln Alkohol und Coca ergeben sei.

Mir fielen nun im Titicacagebiet eine ganze Reihe von Ortschaften durch die ungewöhnlich saubere Ausführung der Häuser und vor allem durch die tadellose Disziplin der Indianer auf. Es handelt sich hier stets um Gebiete, in denen — meist von nordamerikanischer Seite aus — eine moderne innere Mission tätig ist. Die Erfolge, die hier in mühevoller Kleinarbeit erzielt wurden, scheinen mir dafür zu sprechen, daß eine Erziehung der Hochlandindianer zu vollwertigen Staatsbürgern durchaus möglich ist.

In Anbetracht der rassistischen Zusammensetzung des Titicacagebietes (etwa 90 % Indianer) ist hier eine wirkliche Entwicklung von Wirtschaft und Kultur wohl nur unter weitgehender Mitarbeit der Indianer möglich. Daher dürfte es für die weitere Zukunft dieses Gebietes entscheidend wichtig sein, ob es gelingen wird, eine entsprechende erzieherische Arbeit mit landeseigenen Kräften in dem notwendigen großen Umfange durchzuführen.

Verzeichnis der zitierten Literatur:

- Ablfeld, Fr.*, Geología de Bolivia. Rev. Museo La Plata, Secc. Geol. Bd. 3, La Plata 1946.
- Cabrera La Rosa, A.*, y *G. Petersen*, Reconocimiento Geológico de los yacimientos petrolíferos del Dep. de Puno. Bol. del Cuerpo de Ing. de Minas del Perú, Dep. de Petróleo, Nr. 115, Lima 1936.
- Censo Nacional de Población de 1940, Vol. VIII, Dep. Cusco y Puno. Min. de Hazienda y Comercio, Direcc. Nac. de Estad. Lima 1949.
- Heim, A.*, (1947), Estudios tectónicos en la región del campo petrolífero de Pirin, Lado NW del Lago Titicaca. Min. de Fomento, Bol. Ofic. de la Dir. de Minas y Petróleo Nr. 79, Lima 1947.
- Heim, A.*, (1950), Tectonic problems of the Andes. Intern. Geol. Congr. 18, Great Britain 1948, Part XIII, London 1950.
- Kinzl, H.*, Die künstliche Bewässerung in Peru. Zeitschr. für Erdkunde Jg. 12, 1944.
- Koepcke, H. W. u. M.*, Die warmen Feuchtluftwüsten Perus. Bonner zool. Beitr. (Museum A. König) 4. Jg. 1953.
- McBride G. McCutchen*, The agrarian Indian communities of Highland Bolivia. Am. Geogr. Soc. Research Ser. Nr. 5, 1921.
- Monheim, F.*, (1954 a), Agrargeographie der westlichen Hochalpen mit besonderer Berücksichtigung der Feldsysteme. Pet. Mitt. Erg. Heft 252, Gotha 1954.
- Monheim, F.*, (1954 b), Les systèmes agricoles des Alpes Occidentales. Revue de Géographie Alpine, 1954.
- Monheim, F.*, (1954 c), Die Höhenstufen der Feldsysteme in den Alpen. Tagungsber. u. wiss. Abh. d. dt. Geographentages Essen 1953, Wiesbaden 1954.
- Newell, N. D.*, Geology of the Lake Titicaca Region, Peru and Bolivia, The Geol. Soc. of Am. Mem. 36, 1949.
- Ogilvie, A. G.*, Geography of the Central Andes. Am. Geogr. Soc., Map of Hisp. America, Publ. No. 1, New York 1922.
- Rudolph, W. E.*, Bolivias Water-Power Resources. Geogr. Rev. Vol. 30, 1940.
- Troll, C.*, u. *Finsterwalder, R.*, Die Karten der Cordillera Real und des Talkessels von La Paz (Bolivien) und die Diluvialgeschichte der zentralen Anden. Pet. Geogr. Mitt. 1935.