

ZUR ENTWICKLUNG DER GEOGRAPHISCHEN HOCHGEBIRGSFORSCHUNG

Von HARALD UHLIG und WILLIBALD HAFFNER

Natur und Mensch im Hochgebirge finden – getragen vom steigenden Bewußtsein über Bedeutung, Gefährdung und Sicherung der Umwelt in diesen ebenso faszinierenden wie für die Menschheit wichtigen Geo-ökosystemen – gegenwärtig ein geradezu erstaunliches öffentliches und wissenschaftliches Interesse. Im Frühjahr 1983 fanden – abgesehen von der an eine breitere Öffentlichkeit gerichteten ›Himalaya-Konferenz‹ des Deutschen Alpenvereins – im Bereich der deutschen Geographie und ihren Nachbardisziplinen allein drei internationale Symposien zur Hochgebirgsforschung statt¹.

Abgesehen von ihrer landschaftlich großartigen Erscheinung wird die Bedeutung der Hochgebirge auch dadurch beleuchtet, daß etwa 10 % der Weltbevölkerung in Bergländern leben und darüber hinaus über 40 % in verschiedener Weise von den Ressourcen der Gebirge abhängig sind, wenn Wasser, Bodenschätze, Forst- und Landwirtschaft oder Erholung eingeschlossen werden (International Workshop on the Development of Mountain Environment, hrsg. von K. MÜLLER-HOHENSTEIN 1974). Besonders Süd-, Südost- und Ostasien – mit mehr als der Hälfte der Menschheit! – sind stark von den großen Strömen abhängig, deren Ursprungsgebiet die Ökosysteme des Himalaya-Karakorum-Systems und Tibets sind.

Ihnen können viele Beispiele für Hochgebirgsökosysteme mit weit-

¹ ›Natur und Mensch in den Ökosystemen tropischer Hochgebirge‹ (Kommission „Mountain Geography“ der Int. Geogr. Union: Mainz); ›Probleme der Vergleichenden Kulturgeographie von Hochgebirgen‹, (Int. Symposium in Eichstätt), und die ›Arbeitsgemeinschaft für Vergleichende Hochgebirgsforschung‹ (Mondsee). 1984 fand der 25. Int. Geographenkongreß unter dem Titel ›Paris-Alpes‹ statt, der mit zahlreichen Symposien seinen Schwerpunkt in den europäischen Alpenländern hatte!

reichenden Auswirkungen über große Erdräume zur Seite gestellt werden, die alle die Notwendigkeit ihrer intensiven Erforschung und die Koordination dieser Studien fordern (B. MESSERLI 1983 a).

Der Begriff „Hochgebirge“ – in der Alltags- und Bergsteigersprache als selbstverständlich erscheinend – wird wissenschaftlich keineswegs einheitlich verwendet. Eindeutig bezeichnet „Hochgebirge“ zwar die „hochalpinen“ Regionen der Matten, Felsen und Gletscher. Werden jedoch die Alpen, der Himalaya u. a. als „Hochgebirge“ charakterisiert, versteht man darunter nicht nur die hochalpinen Regionen, sondern das *gesamte Gebirge* von den besiedelten Tälern bis zu den Gletschern und Gipfeln hinauf. Diese *Doppeldeutigkeit* erschwert die wissenschaftlichen Definitionsversuche.

Nach Forschungsreisen in den Anden, dem Himalaya und in den ostafrikanischen Gebirgen erläuterte C. TROLL 1940 (publ. 1941) zum ersten Mal seine *Vergleichende Geographie der Hochgebirge*. Sie wurden für ihn zum besonderen Forschungsgegenstand, weil man in ihnen „die ganze Fülle und Buntheit der Welt in unerhörter Abwechslung, nicht nur in zwei Dimensionen, wie allerwärts, sondern dreidimensional, neben- und übereinander geordnet“ erlebt (1941, S. 51): „Als Geograph, zumal als Biogeograph, wird man bei solchen Eindrücken geradezu darauf gestoßen, die eigentliche Gebirgsnatur vergleichend ins Auge zu fassen . . . wie sie sich so vielfältig in allen Erscheinungen der Natur offenbart . . . aber auch in den Menschen, ihrer Kultur und ihren Wirtschaftsformen, schließlich auch im rein physischen Ertragen der Gebirgsnatur durch den Menschen“ (1941, S. 53–54). Später formulierte er in einer „geographisch-landschaftskundlichen Definition“: „Hochgebirge sind Gebirge, die sich in dem jeweiligen Klimagürtel zu solcher Meereshöhe erheben, daß sie den Formenschatz, das Pflanzenkleid, die Verwitterungsböden und den Landschaftscharakter annehmen, die man mit der ursprünglich in den Alpen² gewonnenen Vorstellung eines Hochgebirges verbindet. Dazu gehört, daß sich die Gebirge über die obere Grenze des Waldes und Baumwuchses erheben; weiter, daß sie in der Eiszeit bzw. daß sie in den Eiszeiten über die damalige Schneegrenze aufragten, so daß sich der an den nivalen Klimabereich

² Auch die französische Definition von P. und G. VEYRET (1962) bezeichnet Hochgebirge kurz als „Gebirge alpinen Typs“.

gebundene Formenschatz ausbilden konnte; schließlich, daß in der heutigen Landschaft durch eine starke Wirkung der Bodengefrorenis, der mechanische Gesteinszerfall, die Strukturbodenbildung und die solifluidale Bodenabtragung flächenhaft wirksam werden konnten. Diese Höhenstufe und die Grenzen der Hochgebirgsnatur erhebt sich in den Tropen auf über 4000 m, in den trockensten Gürteln der Erde auch über 5000 m. In den gemäßigten Breiten senkt sie sich herab, und wo sie den Meeresspiegel erreicht, beginnt im allgemeinen das Polargebiet im geographisch-landschaftlichen Sinn. Damit wäre auch eine landschaftsökologische Begrenzung der Polarzonen in Vorschlag gebracht“ (C. TROLL 1955 a).

Für TROLLS Verständnis ist der Terminus „Hochgebirge“ ein „Landschaftsbegriff“, der sich nicht auf ein einzelnes orographisches, klimatisches oder morphologisches Element bezieht, sondern auf den gesamtlandschaftlichen Charakter, also auf den Landschaftshaushalt bzw. die *Landschaftsökologie* (TROLL 1950).

W. PILLEWIZER (1976, S. 48) stellte – bei grundsätzlicher Übereinstimmung – die *morphologische Formung* des Hochgebirges wieder stärker heraus, nicht zufällig in einem Vortrag über *Hochgebirgskarten*, für die das Relief den wichtigsten Geofaktorenkomplex bildet: „Für den Gebrauch dieses Ausdruckes (Hochgebirge) kann sicherlich nicht die Höhe eines Gebirges, sondern nur seine Ausstattung mit Hochgebirgsformen ausschlaggebend sein. In Hochgebirgen herrschen Kerbtäler, Schluchten und Klammern, hohe steile Hänge und vielfach felsige Wände und Grate vor. Solch ein Formenschatz wird uns veranlassen, auch dann von Hochgebirgen zu sprechen, wenn deren absolute Höhen gering sind, wie es z. B. in West-Spitzbergen der Fall ist.“

C. RATHJENS (1966) betonte im Sinne von TROLLS „dreidimensionaler Betrachtung der Erdoberfläche“, daß Hochgebirge geographische Räume seien, die eine ausgeprägte *landschaftliche Vertikalgliederung* aufwiesen. Seine Ausführungen (in diesem Band) treten dafür ein, nicht nur die engere Hochgebirgsstufe, sondern das Gebirge in seiner Gesamtheit zu erfassen; ähnlich auch P. HÖLLERMANN (1976, S. 61), der die „ausgeprägte Höhenstufung“ als allgemeinstes Kennzeichen der Hochgebirge der Erde ansieht. – Im Anschluß an die Arbeiten von C. TROLL ist die Analyse der landschaftlichen Höhenstufung in den Gebirgen der Erde fast eine Selbstverständlichkeit geworden!

Die Diskussion um die Begriffe „Hochgebirge“ und „Vergleichende Hochgebirgsforschung“ ist in den letzten Jahren nochmals besonders lebhaft geworden. Zur Erfassung des gesamten geographischen „Ökosystems Mensch-Erde“ im Hochgebirge, d. h. der dort besonders eng miteinander verflochtenen geoökologischen *und* kulturgeographischen Geofaktorenkomplexe (UHLIG 1983), zeichnet sich ein Konsensus ab, den Gesamttraum des Gebirges – und nicht nur die obersten Hochgebirgszonen im engeren Sinne – zu erfassen. W. HAFNER (1982 a) wies darauf hin, daß selbst im Himalaya dieses Areal der vollen „Hochgebirgsnatur“ im Sinne TROLLS (1955^a) bzw. der „High Altitude Environment“ (S. MANI 1968) nur einen sehr begrenzten Raum einnehmen. Die geographische Hochgebirgsforschung müßte vielmehr „hohe Gebirge“, die mit den Hochgebirgen viele Qualitätsmerkmale gemeinsam haben, mit ausgeprägter *klimaökologischer wie kulturgeographischer Höhenstufung, hoher Reliefenergie, Anfragen über die Höhengrenze der Ökumene* usw. mit einbeziehen. Es geht also um den „Lebensraum Hochgebirge“, der vor allem „durch die Vertikale geprägt“ ist (E. GRÖTZBACH 1982), woraus sich die Notwendigkeit einer dreidimensionalen Betrachtung ergibt, die gerade C. TROLL, an A. v. HUMBOLDT anknüpfend, eingeführt hat, wie sie aber auch von der Kulturgeographie konsequent anzuwenden ist!

C. RATHJENS (1982 a) – der gerade ein erstes Studienbuch über die Geographie des Naturraumes der Hochgebirge herausgebracht hat (1982 b), während die Kulturgeographie durch E. GRÖTZBACH folgen soll – sieht den Anspruch einer „vergleichenden“ Hochgebirgsforschung erst in der *Typenbildung* als erfüllt an, im Sinne einer „Landschaftstypologie“, in der Höhenstufen und Höhengrenzen wesentliche Grundlagen für die Typenbildung im Hochgebirge oder ihren Teilsystemen sein müßten; „Vergleich und Typenbildung stehen also in einem engen Wechselverhältnis; um ganze *Hochgebirge als Geosysteme* miteinander vergleichen zu können, müssen Hochgebirgstypen und Landschaftstypen im Hochgebirge herauskristallisiert werden“. Gleichzeitig muß RATHJENS aber einräumen, daß diese Zielvorstellung erst in Ansätzen verwirklicht ist und die Schwerpunkte des Vergleichs in der geographischen Hochgebirgsforschung bisher stark in der analysierenden Verfolgung einzelner Geofaktoren bestanden haben.

Das wird zwangsläufig der vorliegende Sammelband reflektieren

müssen und sowohl *expressis verbis* „vergleichende“ wie auch andere Arbeiten vorzustellen haben, die den Vergleich nur „implizit“ enthalten und die statt ganzer Gebirgs-Geoökosysteme nur einzelne Geofaktoren (-komplexe) in bestimmten Gebieten (mit dem forschungsgeschichtlich bedingten Schwerpunkt in den Alpen) behandeln.

Wegen der besonders ausdrucksstarken Erscheinungen und Verflechtungen vieler natürlicher und anthropogener Gegebenheiten in den Gebirgen wurden diese ein bevorzugter Arbeitsbereich vieler Teilgebiete der Geographie und ihrer Nachbarfächer. Die Fülle des Stoffes ist dementsprechend fast erdrückend und es kann nur eine begrenzte Auswahl von Arbeiten wiedergegeben werden. Deshalb wird für *diese Einleitung* die *Aufgabe* weniger in deren Kommentierung als in der *Vorstellung weiterer Publikationen, Arbeitsgebiete und Ausschnitte aus der Forschungsgeschichte im Hochgebirge* gesehen, um den Leser möglichst umfassend zu orientieren und die *umfangreiche Literatur aufschließen* zu helfen. Das *Zusammenstellen parallel gerichteter Arbeiten aus verschiedenen Gebirgen* (bzw. ihren Teilräumen) soll für den *weiteren Ausbau der wirklich „vergleichenden“ Hochgebirgsforschung Ansätze aufzeigen* und diese stimulieren. Besonderer Wert wurde auf die *Fortführung dieser einleitenden Übersicht bis zu den zahlreichen Arbeiten und Projekten jüngsten Datums* gelegt, die sich sehr stark den *angewandten Aspekten der Sicherung der gefährdeten Hochgebirgsumwelt* zugewandt haben.

Seit Alexander v. HUMBOLDT weiß man, daß die gesetzmäßige Abnahme der Temperatur mit der Höhe in den Gebirgen einen *vertikalen Klimawandel* induziert, der sich in allen vom Klima abhängigen Landschaftselementen widerspiegelt, vor allem in der Höhenstufung der Vegetation und Landnutzung. Hohe Gebirge der Tropen ragen z. B. aus einer frostfreien Fuß- und Montanstufe über die Höhengrenze der Warmtropen (im Sinne von WISSMANN 1948) in die Region der kalten und schließlich nivalen Tropen auf (vgl. W. LAUER 1975; TROLL u. LAUER 1978), in den Anden z. B. aus dem Bereich der Tierra caliente bis in die Höhenstufe der Tierra fría und helada. Die letzteren wurden von LAUER (1975) auch als die „Kalttropen“ zusammengefaßt. Für Europa stellte z. B. HÖLLERMANN (1972) in den Pyrenäen den Anstieg von der mediterranen über die submediterrane zur subalpinen und alpinen, und bis zur subnivalen und nivalen Höhenstufe in einem Profilschnitt dar.

In der vertikalen Differenzierung der Hochgebirge zeigen sich durch die Breitenlage bedingte Unterschiede. Die von ihrem Ansatz her *klimatische Typisierung von Gebirgen* in tropische, subtropische und außertropische Gebirge weist darauf hin, daß das jeweilige Gebirgsklima nur aus der *Lage in den Klimagürteln* der Erde verständlich wird. Die klimaökologischen Unterschiede zwischen Gebirgen der Tropen und Außertropen spiegeln sich in der Vegetationsstufung wider; die Vegetation wie die landwirtschaftliche Nutzung reichen in den tropischen Gebirgen doppelt so hoch hinauf wie in den Gebirgen der gemäßigten Zone. Maximale Höhen erreichen die klimabedingten Höhengrenzen, z. B. Waldgrenze, klimatische Schneegrenze u. a., in den strahlungsreichen subtropischen Gebirgen (TROLL 1959). Immer wieder hat TROLL jenen fundamentalen Unterschied tropischer Hochgebirge, die zwar in die Kalttropen aufragen, aber dennoch keine thermischen, sondern nur hygrische Jahreszeiten kennen, ("where winter never comes!" – BATES 1942, nach LAUER 1976) gegenüber dem gravierenden Sommer/Winterhythmus der außertropischen Hochgebirge hervorgehoben und deshalb z. B. entschieden gegen die Gleichsetzung von *Tundra und Paramo* (etwa im Klimasystem nach HOLDRIDGE) argumentiert, die den Vergleich der Hochgebirgs-Ökosysteme über die vielfältigen Wirkungen der klimatischen Differenzierung hinweg unzulässig vereinfacht (zum Paramo vgl. E. GUHL 1968; W. LAUER 1981).

Auch *hygrische Besonderheiten* sind in Abhängigkeit von der Breitenlage zu beobachten (W. LAUER 1976). Im Unterschied zu den Gebirgen hoher Breiten, z. B. der Alpen, steigt in niederen Breiten die Niederschlagshöhe mit zunehmender Höhe nicht an, sondern tropische Gebirge besitzen eine typische Stufe maximaler Niederschläge. Eine noch darüber befindliche Hochgebirgsregion ist dagegen in der Regel wieder beträchtlich niederschlagsärmer als die Gebirgsabdachung oder der Gebirgsfuß. Dies gilt jedoch, wie WEISCHET (1965, 1969) nachgewiesen hat, nur bei vorherrschend konvektiven Niederschlagstypen. Da in vielen Gebirgen der Tropen sowohl konvektive als auch advektive Niederschläge auftreten oder jahreszeitlich alternieren, ergeben sich im Einzelfall beträchtliche Unterschiede in der Höhenlage der Stufe maximaler Niederschläge (vgl. auch DOMRÖS 1968, 1977).

Für die Fortschritte der Klimatologie in den Alpen – die auch für andere Hochgebirge zukunftsweisend sind – sei hier beispielhaft auf die

Klimakarten in den Regionalatlanten (s. u.) verwiesen, besonders auf die von F. FLIRI im »Tirol-Atlas«, der in den Begleittexten (VII, 1981) zugleich einen Überblick über die Entwicklung der alpinen »Klimatographie und Klimakartographie« am Beispiel Tirols gibt; vgl. auch dessen »Wetterlagenkunde« (1962) und die Beschreibung des »Klimas der Alpen im Raume von Tirol« (1975). Die Karten »Klima und Wetter« für den »Atlas der Schweiz« (s. u.) bearbeitete M. SCHÜEPP (1965).

Schon v. HUMBOLDT bezog in seine *vergleichenden Landschaftsprofile* der Hochgebirge³ auch *anthropogene Elemente* ein (z. B. Kennzeichnung und *Höhengrenzen* von Anbau- oder Weidewirtschaft). Trotz seiner überwiegend auf Vegetationsstufen und klimaökologische Gliederung gestützten Vergleiche hat auch C. TROLL schon 1940 die Einbeziehung des Menschen und seiner Hochgebirgskulturen vorgeschlagen und in Einzelbeispielen behandelt (Indianerkulturen, 1931; Höhenstaffelung am Nanga Parbat, 1973) und durch ein gemeinsam mit C. RATHJENS und H. UHLIG veranstaltetes Symposium »Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge des südlichen Asiens« 1970 (publ. 1973) gefördert.

Beim *Vergleich der Kulturlandschaften* – im kontinentalen Maßstab – fehlt z. T. in den hohen Vulkan- und tropischen Waldgebirgen, bedingt durch die Breitenlage, die *nivale Höhenstufe*. Absolute Höhe und entsprechende Reliefgestaltung und -energie lassen aber auch dort ausgeprägt *vertikal gestufte Strukturen* entstehen.

Einem seiner letzten Aufsätze (1975) gab C. TROLL den Titel: »Vergleichende Geographie der Hochgebirge der Erde in landschafts-ökologischer Sicht«. Damit konkretisierte er sein Konzept einer vergleichenden Forschung auf der Basis der von ihm so benannten *Landschaftsökologie*, aus der mehrere miteinander verflochtene Indikatoren am Beispiel von Hochgebirgen in verschiedenen Klimazonen verfolgt

³ Vgl. die nach HUMBOLDTS (1817) Forschungen gezeichneten, bildhaften Vergleiche verschiedener Hochgebirge der Erde: in diesem Bande die schwarz-weiß umgezeichnete Wiedergabe bei C. TROLL (1962); schon zu HUMBOLDTS Lebenszeiten mehrfarbig verschiedene Darstellungen in den Atlanten von H. BERGHAUS (1838–48) und von T. BROMME (1851). Eine Übersicht über die Entwicklung und Anwendung der Profildarstellungen in der Hochgebirgsgeographie versuchte H. UHLIG (1983).

werden. Sein besonderes Interesse galt den *Hochgebirgen der Tropen* und ihrem *thermischen Tageszeitenklima* und denen der *Subtropen*, die durch ein *thermisches Jahreszeitenklima* charakterisiert sind. Seine vergleichenden Untersuchungen umfaßten pflanzliche Lebensformen, Typen der Solifluktion, Schnee- und Trockengrenzen, Ablationsformen der Schneedecke, Gletschertypen, Strahlungsverhältnisse, Lokalwinde usw.⁴ Selbstverständlich bezieht sich sein Vergleich nicht nur auf verschiedene Gebirge bzw. Gebirge in verschiedenen Erdteilen: der dreidimensionale Landschaftsaufbau der Hochgebirge wird vielmehr dort besonders eindrucksvoll, wo ein Gebirgssystem mehrere Klimazonen durchschneidet und in sich differenziert werden kann. Der Himalaya oder die Anden bilden klassische Beispiele dafür. Bei Übertragung auf kulturgeographische Fragestellungen manifestieren sich die naturnahen oder naturbestimmten Geofaktoren in analoger Weise, so daß beispielsweise die oberen Anbaugrenzen, sowohl zwischen Gebirgsräumen verschiedener Klimazonen als auch innerhalb eines einzelnen, klimatisch stark differenzierten Gebirgssystems, in ihren regelhaften Erscheinungen oder Abwandlungen verglichen werden können. Als eindruckliches Beispiel für die *räumliche Koinzidenz natürlicher und naturnaher anthropogeographischer Faktoren* sei auf einen Vergleich der von C. TROLL (1967) *vegetationsgeographisch* bestimmten „*klima-ökologischen Gliederung des Himalaya*“ (verkleinert in diesem Band wiedergegeben) mit der unabhängig davon empirisch ermittelten *Differenzierung der Reisbautypen im Himalaya* durch H. UHLIG (1978) hingewiesen (s. Abb. 1).

Der Vergleich der Hochgebirge oder von Geofaktoren aus den Gebirgsräumen kann nach *unterschiedlichen methodischen Prinzipien* erfolgen. TROLL (und eine große Zahl jüngerer Arbeiten) können im Sinne eines dreidimensional-typologischen, geoökologischen Ansatzes interpretiert werden. Auch H. LAUTENSACH (1952) vergleicht Formkomplexe oder Teilräume der Gebirge als Gesamterscheinung in der hypso-metrischen oder vertikalen Lagekategorie seines „*geographischen*

⁴ Die aus der vergleichenden Beobachtung in zahlreichen Hochgebirgstälern der Erde gewonnene, allgemeine Erkenntnis der stark orographisch bestimmten Variabilität der Niederschläge durch die Tal- und Hangzirkulation nannte H. FLOHN (1970) den „TROLL-Effekt“.

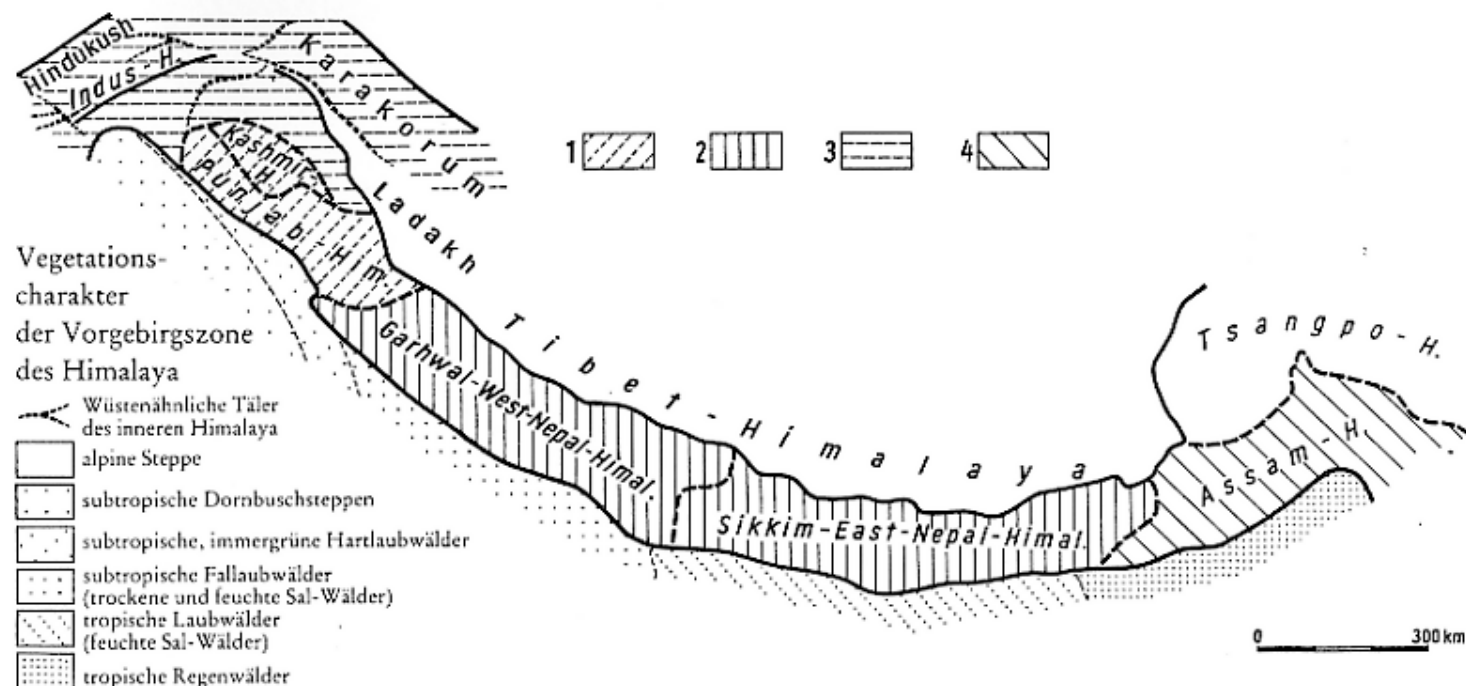


Abb. 1: Reisanbautypen im Himalaya. Dargestellt in Anlehnung an die klimatisch-ökologische Regionalisierung nach TROLL.

Quelle: UHLIG 1978 (Kartographie: L. Dreher)

Formenwandels“, den er „als erklärenden Versuch zur Typenverbreitung“ definiert.

Mehr beschreibend geht dagegen die *Vergleichende Länderkunde* von N. KREBS (1951) vor. Sie vergleicht ebenfalls einige Hochgebirge, z. B. Pyrenäen und Kaukasus; das Kapitel ›Alpen und Himalaya‹ wird in diesem Bande wiedergegeben. Die „Vergleichende Länderkunde“⁵ als didaktisches Mittel beruht auf einer langen Tradition, für die Namen wie C. RITTER oder PESTALOZZI stehen mögen (vgl. auch E. PLEWE 1932 oder O. JESSEN 1930). Einen jüngeren regionalgeographisch-vergleichenden Versuch am Beispiel zweier kleinerer Gebirgsräume unternahm H. UHLIG mit seinem ›Tiroler Etschtal und Kaschmir-Becken‹ (1962), bezogen auf den „geographischen Vergleich“ von Südtirol und Welschtirol durch F. DÖRRENHAUS (1959).

Berücksichtigt man die verschiedenen Ansätze zur Hochgebirgsforschung, ergibt sich eine solche Fülle an Forschungsbeiträgen, daß nur eine kleine Auswahl hier nachgedruckt oder erwähnt werden kann. *Bahnbrechende Schriften*, wie die A. v. HUMBOLDTS – dessen Grundlegung einer weltweit vergleichenden Hochgebirgsforschung hier in den Beiträgen von C. TROLL gewürdigt wird – oder die Ergebnisse der Erforschung des Himalaya durch die, von ihm intensiv geförderten, drei Brüder v. SCHLAGINTWEIT, die v. HUMBOLDT quasi die geplante, ihm aber selbst versagt gebliebene Erforschung Hochasiens ersetzen mußten und laufend mit in seinem „Kosmos“ verarbeitet wurden (ausführl. zu A. v. HUMBOLDT und den Brüdern v. SCHLAGINTWEIT: W. KICK 1969), konnten wegen ihres Umfanges nicht einbezogen werden. Das gilt ebenso für Pionierleistungen, wie etwa ›Die Alpen im Eiszeitalter‹ von PENCK und BRÜCKNER, oder jüngere Werke wie U. SCHWEINFURTHS ›Horizontale und vertikale Verteilung der Vegetation im Himalaya‹ (1957) und andere, die wegen ihres Umfanges nicht wiedergegeben werden können; auch viele wertvolle kürzere Aufsätze konnten aus Platzgründen nicht aufgenommen werden. Es wird sicher ein subjektiver Ermessensspielraum verbleiben, welche Untersuchungen unter der

⁵ C. RATHJENS (1982 a) vermutet, daß TROLLS Konzeption einer „Vergleichenden Hochgebirgsgeographie“ anfangs auch von A. HETTNERs (1935) Benennung seiner Allgemeinen Geographie als „Vergleichende Länderkunde“ beeinflusst worden sein könnte.

Konzeption einer Vergleichenden Hochgebirgsforschung auszuwählen sind; die Herausgeber haben sich bemüht, eine möglichst repräsentative und breit gefächerte Auswahl zu treffen; andere Arbeiten und Gebiete seien im folgenden wenigstens kurz angesprochen!

In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts stand die *Reliefentwicklung* im Vordergrund der Hochgebirgsforschung. Der *Vergletscherung*, der *rezenten* und mehr noch der *eiszeitlichen*, und ihren Wirkungen galt, oft auch vergleichend, das Hauptinteresse vieler Arbeiten. Das drei Bände umfassende Werk *Die Alpen im Eiszeitalter* von A. PENCK und E. BRÜCKNER (1902–1909) war einer ganzen Forschungsepoche Vorbild oder Herausforderung! Es ist implizit als ein Hauptwerk *vergleichender Hochgebirgs-Geomorphologie* zu verstehen, das mit seiner Erforschung aller Alpentile nach gleichen Prinzipien die Formungsprozesse, Terminologie und Hypothesen nicht nur für die Alpen, sondern praktisch für alle eiszeitlich vergletscherten Hochgebirge der Erde dem forschenden Vergleich geöffnet hat. Der „glaziale Formenschatz“, die „glaziale Serie“, die Abfolge und *Nomenklatur der Eiszeiten* oder die Formentypen und ihre Begriffe wurden weltweit standardisiert. Entsprechend markierte es auch die eine Grundposition im jahrzehntealten, *wissenschaftlichen Disput* um den Vorrang der Wirkung von *Flußwerk und Eiswerk in den Alpen* (J. SÖLCH 1935), seit RÜTIMEYER (1869) und A. HEIM (1878, 1927) die wesentliche Vorarbeit der fluviatilen Erosion in der Formung von glazial ausgestalteten Hochgebirgen postuliert hatten.

Über den Diskussionen mit A. PENCK (oder mehr mit den über seine Deutungen weit hinausschießenden „Glazialisten“) darf nicht übersehen werden, daß PENCK selbst (1882) und wieder in seiner (hier abgedruckten) Zusammenfassung über das *Antlitz der Alpen* (1924) der Vorformung des alpinen Reliefs durch fluviatile Erosion weitgehend zugestimmt hat, für die auch E. v. DRYGALSKI (1912), J. BRUNHES (1906/7), E. DE MARTONNE (1910/11) u. a. in den Alpen, oder H. W. AHLMANN (1919) in Skandinavien eingetreten waren. Über den dabei entstandenen *geomorphologischen „Stockwerkbau“* der Täler – Teil des Kriteriums der vertikalen Gliederung von Hochgebirgen! – wurden häufig „Zonen oberster Verflachungen“ erkannt, über denen vielfach erst die Gipfel des (morphologisch) „eigentlichen Hochgebirges“ aufragten (R. v. KLEBELSBERG 1922). O. AMPFERER (1915) hob diese Stufe als

„Höchstgebirge“ – damit die Zugehörigkeit der Talstockwerke zum „Hochgebirge“ voraussetzend – hervor!

Hochgelegene Verebnungsflächen fluviatiler Entstehung, vom Schichtbau unabhängige Rumpfflächen vermutlich miozänen Alters, hatten A. PENCK (1900), N. KREBS (1903) und E. BRÜCKNER (1907) beschrieben, letzterer sprach die von einem kleinkuppigen bis mittelgebirgigen Eigenrelief beherrschten Höhen der Raxalpe bei Wien als Reste einer alten Landoberfläche an. Im vergleichenden Überblick prägte N. CREUTZBURG (1921) für die hohen Flachformen der Zentralalpen den Begriff des „*Firnfeldniveaus*“; 1922 wagte v. KLEBELSBERG einen weiträumigen Vergleich dieses Systems der obersten Verflachungen; er bezeichnete es später als „*Mitteltertiäre Gebirgsoberfläche*“ (1935). E. FELS (1929) bezog die präglaziale Anlage der *Karböden* auf diese alten Flachformen; F. MACHATSCHKE (1916, 1922) gliederte unter den Kuppenlandschaften auf den Kalkstöcken der Salzburger Alpen noch weitere, *jungtertiäre Eintiefungsphasen* aus, aus denen nach AMPFERER (1915) der heutige Formenschatz nur als eine „Umprägung älterer Modelle“ entstanden sei. J. SÖLCH zog zur Sicherung dieser Erkenntnisse Beobachtungen aus den nicht diluvial vergletscherten steirischen Randgebirgen (1917) heran. Differenzierte *Heraushebungen der Hochgebirge*, auch noch im Pleistozän, wurden z. B. von L. RÜGER (1931) in den Karpaten, andere in den Anden und dem Himalaya erkannt (u. a. TRINKLER 1931; DE TERRA 1934; C. TROLL 1937, 1938). A. PENCK (1919) bezeichnete sie – in Anlehnung an Theorien seines Sohnes W. PENCK (1920) aus den argentinischen Anden – als „*Großfaltung*“ (epirogenetische Heraushebungen nach der Orogenese). Es läge nahe, diesen Fragen im Lichte der modernen Hypothesen der *Plattentektonik* erneut nachzugehen!

In den 30er Jahren und nach dem Kriege wurden die Untersuchungen weiter ausgedehnt (z. B. H. BOBEK 1933; C. RATHJENS 1939, 1948; H. UHLIG 1954 – alle Arbeiten mit vergleichenden Zusammenfassungen). Unter dem „*obersten Sanftrelief*“, das N. LICHTENECKER 1925 als „*Raxlandschaft*“ (besser: „*Raxformengruppe*“) bezeichnet hatte, wurden die weiteren Abfolgen von Talgrundresten des *jüngeren Stockwerkbaues* nach der „*Relation der Serie*“ verglichen und benannt. WINKLER v. HERMADEN (1957) suchte die Datierung auf die korrelierten Ablagerungen im Alpenvorland zu stützen. Ein neuer Vergleich solcher Ablage-

rungen und der Altrelief- und Talnetzentwicklung zwischen Südalpen, Pyrenäen und patagonischen Anden von K. FISCHER (1976) kommt zu einer kritischen Beurteilung der Zuordnung der Altreliefs zu bestimmten Bildungsphasen und überwiegend erst pliozänem und pleistozänem Alter. Wie das hohe Sanftrelief unter der Gipfelflur (beide stellen ein weiteres Element des Vergleiches dar!) für wichtige anthropogeographische Faktoren Standorte und Leitlinien bietet (z. B. für Pässe und Verkehrswege, Hochweidewirtschaft und hochgelegene Agrarsiedlungen, Fremdenverkehrseinrichtungen, Skigebiete oder Schutzhütten), ist auch die Einbettung von „Mittelgebirgen“ in den großen Tälern oder intramontanen Becken natur- und kulturgeographisch weithin vergleichbar. Geomorphologisch sind diese z. T. mit den Terrassen des Stockwerkbaues zu verbinden, jüngere durch eiszeitliche Aufschüttungen entstanden, zusammenfassend werden sie von R. v. KLEBELSBERG als „Mittelgebirge“ bezeichnet (z. B. im Inntal und in Südtirol; als „Moränenterrassen“ im Wallis (H. EGGERS 1961); das „Werdenfelser Mittelgebirge“ (H. UHLIG 1954) ist dagegen im anstehenden Kalk ausgebildet.

Bei allen Beispielen finden sich zahlreiche vergleichbare Typen in vielen anderen Hochgebirgen!

Unter den »Problemen der rezenten geomorphologischen Höhenstufungen im Rahmen der vergleichenden Hochgebirgsgeographie« hob P. HÖLLERMANN (1976) den gesteigerten Energie- und Materialfluß aufgrund der relativ jungen tektonischen Heraushebungen der Hochgebirge hervor. *Elementarereignisse*, wie Bergstürze, Lawinen, Murabgänge oder Hochwässer – im Gebirgssteilrelief etwa um das Zehnfache stärker als außerhalb (A. YOUNG 1969) – sind in der *Morphodynamik der Hochgebirge* erdweit charakteristisch: *Klimatisch-morphologische Höhenstufen* werden häufig durch *gravitative, gefällsorientierte Bewegungsbahnen* bzw. Prozesse gestört und überlagert.

Die Bedeutung der durch *häufigen Gesteinswechsel* und das Zurücktreten der Pflanzen- und Bodendecke im Hochgebirge besonders starken Wirkungen von *Gesteinsresistenz und Gesteinslagerung* wurden schon in älteren, stärker strukturell orientierten Auffassungen, z. B. der »Morphologischen Formengruppen der Erosion« (W. BEHRMANN 1932, 1939; O. MAULL 1933) oder in F. MACHATSCHEKS »Relief der Erde« (1938, 1955²) und auch bei französischen und amerikanischen Morphologen stärker betont. Gesteinsbedingte Unterschiede in der Ausbildung

und Gliederung der Periglazialformen hat später z. B. H. STINGL (1969, 1971) gezeigt. Auch in tropischen Gebirgen verursachen *Substrateinflüsse Abweichungen von den typischen Höhenstufen der Soliflukations- und Strukturbodentypen* (S. HASTENRATH 1975) oder Verarmung des periglazialen Kleinformenschatzes (G. BARTELS 1970). Gesteinsbedingte morphologische Konvergenzen und Divergenzen, wie sie H. WILHELMY (1974) planetarisch-zonal begründete, treten auf den exponierten Gesteinen der Hochgebirge besonders auffällig hervor. Die Abstufung nach „Klimavarianz“ und „Petrodominanz“ (BÜDEL 1971) hat im Hochgebirgsrelief nur begrenzte Gültigkeit.

Klimatisch-zonale oder hypsometrische und edaphisch-lithologische Einflüsse sind dementsprechend schwer zu unterscheiden und es ist schwierig, eine klimamorphologische Zonierung für die Hochgebirge aufzustellen. Die Zahl der Höhenstufen nimmt mit hypsometrisch ausgeprägter Differenzierung der Formen von den hohen zu den niederen Breiten zu, da in dieser Richtung immer neue klimamorphologische Zonen als Fußstufe der Gebirge einrücken. Damit wird die „eigentliche Hochgebirgsstufe“ (s. o.) in immer größere Höhe geschoben; ihre höchsten Lagen erreicht sie in den trockenen Hochländern der Subtropen und Randtropen (TROLL 1941, 1955 a), wo jedoch die Abgrenzungskriterien unscharf werden (B. MESSERLI 1973; P. HÖLLERMANN 1972).

Unter den „*natürlichen Hazards*“ (die weiter unten mit den angewandten Aspekten der heutigen geoökologischen Hochgebirgsforschung nochmals aufgegriffen werden!) kommt der Erforschung der *Bergstürze* (G. ABELE 1974 für die gesamten Alpen, 1979 vergleichend mit den chilenischen Anden) und der *Muren* (schon 1910: F. STINY), der *Schutt- und Schwemmkegel* (K. FISCHER 1965), *Wildbachschäden* und *Talverschotterungen*, *Bodenerosion*, *Rutschungen* (JÄCKLI 1957) und *Lawinengefährdung* mehr und mehr Bedeutung zur *Sicherung der Gebirgs-Ökosysteme* bzw. Lebensräume zu (H. AULITZKY 1973; J. KARL und W. DANZ 1969; G. BUNZA 1976; J. KARL 1981).

Eine Auswirkung der im Hochgebirge bedeutsamen *Exposition* ist u. a. die *Asymmetrie der Kämme* (G. K. GILBERT 1904; H. SPREITZER 1960; J. HAGEDORN 1970; H. KARRASCH 1974): periglazial-denudativ geformte „*Glatthänge*“ auf der einen und glazial-erosiv gestaltete Wände auf der anderen Seite; sie sind Beispiele, wie sich Prozesse und

Wirkungen, die an sich verschiedenen Höhenstufen zugehören, expositionsbedingt miteinander verzahnen (W. KLAER 1962, 1969). Meso- und mikroklimatische Differenzierungen überlagern oft die großklimatischen Wirkungen bzw. diejenigen von Klimawandlungen bei der Reliefentwicklung. So sind z. B. langdauernde Schneeflecken, deren Lage oft stärker von Geländeform und Exposition als von der Höhenstufung anhängig sind (H. FRIEDEL 1952), neben den Wirkungen der „*Nivation*“ von Bedeutung (F. E. MATTHES, schon 1900 in den USA; H. BERGER 1964; vgl. WILHELM 1975).

Die rezente Morphodynamik – stark vom *Periglazialklima der Hochregion* beeinflusst – wird dennoch auch von den „*Vorzeitformen*“ bestimmt. Das wurde schon mit der oben genannten Erhaltung von Flachformen der Höhe des morphologischen Stockwerkbau (besonders begünstigt bei Konservierung durch Karst!) verdeutlicht; HÖLLERMANN (1973, 1976) bestätigte das erneut mit der Erhaltung präpleistozäner Sanftreliefreste im Wasserscheidenbereich gegenüber den erosiv stark angegriffenen, steilwandigen pleistozänen Talschlüssen in der Sierra Nevada Kaliforniens. Verschiedene „Ausgangsreliefs“ können also in der gleichen morphologisch-klimatischen Höhenstufe ganz verschiedene rezente Prozesse und Formen nebeneinander zeigen!

Klimageomorphologische Prozesse, wie die klimatisch differenzierte *Höhenstufung der Karstformung* (K. HASERODT 1965; C. RATHJENS), oder das „*Höhenstockwerk der Solifluktion*“, dessen planetarischer Wandel in der unterschiedlichen Ausprägung von Frostmusterböden im Bereich des Tages- gegenüber dem der Jahreszeitenklimaten (C. TROLL 1944) zum Ausdruck kommt, gewannen zusehends Interesse. Ihre weltweit vergleichende Bearbeitung brachte u. a. das von H. POSER (1977) geleitete Symposium über die *periglazialen Höhenstufen der Hochgebirge Europas und Afrikas zwischen Arktis und Äquator*, mit Beiträgen zahlreicher namhafter europäischer Geomorphologen.

Zeigt das untere Stockwerk der Periglazialstufe meist Erscheinungen der durch die Pflanzendecke gebundenen Solifluktion, treten in den hohen, unbewachsenen Lagen die Frostmusterböden hervor. Die Solifluktionsgrenze, meist etwas oberhalb der Waldgrenze, und die Strukturbodengrenze fallen dann um mehrere 100 Höhenmeter auseinander; in den Tropen und hohen Subtropen fallen sie dagegen fast zusammen; in manchen tropischen Gebirgen entspricht die Untergrenze

der Solifluktion der Obergrenze der Pflanzendecke (TROLL 1944; J. GRAF 1971; HÖLLERMANN 1974). Daß die Untergrenze der Periglazialstufe in den meisten europäischen und mediterranen Gebirgen erst 50 bis 200 m über der heutigen Waldgrenze liegt (entgegen ihrem Zusammenfallen in Nordamerika), führt letzterer auf die quasinatürlichen Prozesse der stark anthropogenen Waldgrenzniedrigung in der Alten Welt zurück.

Die Bedeutung des Dauerfrostbodens (*Permafrost*) wurde in den Hochgebirgen der verschiedenen Klimazonen bewiesen (FURRER u. FITZE 1970; IVES 1974; G. BARSCH 1969 – letzterer hat auch die Erscheinung der „*Blockgletscher*“ bearbeitet).

Im Zusammenhang mit den Forschungen zur *glazialen Formung* seien weltweit vergleichend noch einzelne, jüngere Arbeiten aus so extrem *unterschiedlichen Hochgebirgen* wie denen der *ariden Wüsten* (H. HAGEDORN 1971; H. MENSCHING 1978, 1982), des tibetischen Hochlandes und *Kuen Lun* (J. HÖVERMANN u. M. KUHLE 1982) oder des afghanischen *Pamir* (G. PATZELT 1978), der immerfeuchten *tropischen Hochgebirge Neuguineas* (E. LÖFFLER 1983), *Ecuadors* (S. HASTENRATH 1983) oder der *ozeanischen Neuseeländischen Alpen* (W. u. R. KLAER 1982) genannt.

Einzelne Facetten der Landformungsprozesse wurden, über eine erste Untersuchung hinaus, großregional verglichen – als Beispiel etwa die *Erdpyramiden*, die z. T. schon als quasinatürliche Entwicklungsformen im Wechselspiel zwischen natürlichen und anthropogenen Ursachen stehen; sie hatten 1880 schon F. RATZEL interessiert, bis sie 1966 von F. DÖRRENHAUS am Ritten und von H. BECKER weltweit vergleichend dargestellt wurden.

Der Gesamtkomplex der *Hochgebirgs-Geomorphologie* wurde hier relativ ausführlich angesprochen, da er bei der Fülle der Themen und dem begrenzten Raum dieses Bandes sonst nur ziemlich knapp berücksichtigt werden konnte.

Im Überschneidungsfeld zwischen dieser, der Gletscherkunde, Vegetationsforschung und Klimatologie, liegt die Bearbeitung des *Spät- und des Postglazials* und seiner *Klimaschwankungen*. Eine jüngere Zusammenfassung darüber gab G. PATZELT (1977), die auch die neuen Methoden der „*Dendrochronologie*“ (Klimageschichte nach Baum-Jahresringen – z. B. H. N. MÜLLER 1980) einbezog. Ein berühmtes Bei-

spiel der Fluktuationen von Gletscherständen mit den jüngeren Klimaschwankungen bietet der intensiv untersuchte Grindelwald-Gletscher (MESSERLI u. a. 1975/76, 1978); einen Überblick über die klimatisch bedingten Schwankungen der Gletscher und ihres Massenhaushaltes gab H. HOINKES (1970).

Aus der *Erforschung von Schnee und Eis* und ihrer Wirkung für den Menschen wird in diesem Band ein Vorschlag zur Terminologie der *Gletschertypen* (H. J. SCHNEIDER) wiedergegeben. Die Einbeziehung klimatisch bedingter Formen in die systematischen Vergleiche der *nivalen Hochgebirgsstufe*, etwa des „Büßerschnees“, hat C. TROLL (1942) eingeleitet, fortgeführt von G. SCHWEIZER (1969) u. a.

Lawinen, erstmals von J. COAZ (1881) und auch F. RATZEL (1889) differenziert, wurden durch W. PAULCKE (1938), W. FLAIG (1955) oder HAEFELI und DE QUERVAIN (1955) in eine Systematik gebracht und in ihren Schadwirkungen und Gefahren für den Bergsteiger behandelt – dem folgt die umfangreiche Technik der Lawinenverbauung und anderer Schutzmaßnahmen (z. B. die Arbeit von 1930 des am Nanga Parbat gebliebenen W. WELZENBACH) bzw. ihrer Schadwirkungen (z. B. DE QUERVAIN 1964, 1974). Auch dieser angewandte Komplex wurde wiederum durch die nordamerikanische (J. IVES u. a.) und die sowjetische Hochgebirgsforschung in jüngerer Zeit durch Zusammenfassungen aufgeschlossen (K. V. AKIFJEVA, G. K. TUSHINSKY u. a. 1978).

Statt vieler einzelner Arbeiten kann hier auf eine noch relativ junge Zusammenfassung, die *Schnee- und Gletscherkunde* von F. WILHELM (1975) (vorher die Handbücher von DRYGALSKI und MACHATSCHKE 1942 u. R. v. KLEBELSBERG 1948/49), verwiesen werden. WILHELM behandelt auch die Verbreitung der *Schneebedeckung*, für die auch ältere, großregionale und damit vergleichende Ansätze, z. B. E. KOSSINAS (1939) *Die Schneedecke der Ostalpen* oder KÜCHLE-SCHIEDEMANNs Karte der Schneedeckendauer in Europa (1956) zu nennen wären. Auch die mannigfaltigen natur-, kultur- und wirtschaftsgeographischen Auswirkungen von Schneebedeckung und Gletschern verdienen Erwähnung.

Die *Gletscherkunde* nimmt schon im 18. Jh. in den Westalpen mit J. J. SCHEUCHZER (ab 1706); H. B. DE SAUSSURE (1775), F. J. HUGI (1842) und L. AGASSIZ, der als erster die (diluviale) Eiszeit erkannte (1840;

1841) und der mit dem Kartographen WILD 1841–1846 die erste Gletscherkartierung 1 : 10000 am Unteraarferner vornahm, sowie dem irischen Physiker J. TYNDALL (1857: Erklärung der Gletscherbewegungen) ihren Anfang. In den Ostalpen folgen J. WALCHER (1773), H. u. A. SCHLAGINTWEIT (1852; Ötztal, Gletscherglockner), F. SIMONY (1871: Dachstein) und F. SEELAND (Pasterze). Organisiert durch E. RICHTER (»Die Gletscher der Ostalpen«, 1888) begann die systematische und *vergleichende Vermessung, Formen- und Bewegungsbeobachtung* (S. FINSTERWALDER) der Gletscher bzw. Gletscherstände (F. WILHELM 1975). Mit den Brüdern SCHLAGINTWEIT wird die Gletscherforschung schon früh vergleichend in den *Himalaya* getragen (W. KICK 1967), später durch OESTREICH, VISSER (1938) u. a. fortgeführt, während in den *Anden* (Peru) I. BOWMAN (1916) die moderne Forschung einleitet. Deutscherseits wurden Gletscherforschung, Geomorphologie, Kulturgeographie und Kartographie in den Anden von H. KINZL (Cordillera Blanca, 1934, 1942, 1950) bis zu den Untersuchungen und der Kartenaufnahme des Huascaran und seiner verheerenden Gletscherausbrüche und Bergstürze (W. HOFMANN u. a. 1983) bearbeitet.

Die Gletscherforschung kam über die Vermessung der Gletscher und ihrer Bewegungen in eine enge Verbindung mit der Entwicklung der Hochgebirgskartographie – mit S. FINSTERWALDER (1897) am Vernagletscher beginnend. Eines der ersten Expeditionskartenwerke war das des Pamir durch R. FINSTERWALDER (RICKMERSSche Expedition 1928), der einen der Gletscher zum Dank für die bis heute die deutsche Hochgebirgsforschung wesentlich tragende Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft als »Notgemeinschaftsgletscher« (ihr damaliger Name) benannte.

Die Kartographie des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins diente der Forschung auch als Grundlage thematischer Kartierungen, z. B. der Vegetationskarte der Glocknergruppe durch H. GAMS (1936), der des Nanga Parbat durch C. TROLL (1939), oder geologischer Karten, z. B. der Lechtaler Alpen (O. AMPFERER 1932) oder der Glocknergruppe (CORNELIUS u. CLAR 1935) u. a.; die »Neuen Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe« (BÜDEL u. GLASER, Hrsg. 1969) mit der vierten Neuaufnahme der Glocknerkarte 1 : 25 000 und auf dieser beruhenden vegetationskundlichen, geologischen und gletscherkundlichen

Karten und Panoramen war als eines der letzten großen »Wissenschaftlichen Alpenvereinshefte« eine Widmung zum 100jährigen Bestehen des Deutschen Alpenvereins!

Für die Gletschergeschichte (H. HEUBERGER 1966; B. MESSERLI u. a. 1975/76) bietet die Hochgebirgskartographie hervorragende Mittel zur vergleichenden Forschung, bis hin zu den jüngsten Werken der Karten des Everestgebietes (E. SCHNEIDER 1955 ff. – Khumbu-Himal-Projekt der Thyssen-Stiftung; regional erweiterte Fortführung heute durch die »Arbeitsgemeinschaft für Vergleichende Hochgebirgsforschung«); diese Karten sind eine wertvolle Unterstützung für die Feldarbeiten wie für den weiträumigen regionalen Vergleich! Selbstverständlich haben auch die schweizerische, französische oder amerikanische Hochgebirgskartographie hervorragende Beispiele geliefert (ausführlich hierzu H. PASCHINGER 1957; E. ARNBERGER 1970; W. PILLEWIZER 1976).

Ein großräumiges Pendant bieten die Regionalatlanten einiger Gebirgsländer, z. B. der Atlas der Schweiz (Hrsg. E. IMHOF 1966), von Österreich (Hrsg. H. BOBEK 1960 ff.) oder der Atlas von Tirol (Hrsg. A. LEIDLMAIR, ab 1969; zusammenfassende Beurteilung von E. ARNBERGER 1979).

Größere Hochgebirgsforschungen im Expeditionsstil mit Kartenaufnahmen und noch in enger Verbindung mit Bergsteigergruppen, wie sie R. FINSTERWALDER 1938 noch besonders hervorgehoben hatte, lebten nach dem Kriege 1954 nochmals mit der Hunza-Karakorum-Expedition auf (PAFFEN, PILLEWIZER u. H.-J. SCHNEIDER 1956); später verlagerte sich – abgesehen von der stärker werdenden Einzelforschung – das Schwergewicht auf größere, z. T. längere Zeit stationäre Projekte, z. B. auf den Gletschern des Everest (F. MÜLLER 1958), das Khumbu-Himal-Projekt, die Hochgebirgsanteile des interdisziplinären Mexiko-Projektes der DFG oder heute des Kallawaya-Projektes in Bolivien (W. LAUER; 1979, 1983).

Vergletscherung und *Schneegrenzen* wurden von V. PASCHINGER (1912) in den Alpen bis zu den großräumigen Arbeiten H. v. WISSMANN (1959) über Hochasien, oder Untersuchungen durch H. LOUIS (1954) und K. HERMES (1955) mit *weltweit vergleichenden Schnee- und Baumgrenzstudien geführt* (ein kürzerer Beitrag des letzteren in diesem Band; zu den Waldgrenzen »in vergleichender Sicht« s. F. K. HOLTMEIER 1974). Bestimmungsmethoden und Definitionen für die Schnee-

grenze in alpinen Gletschergebieten fassen G. GROSS, H. KERSCHNER u. G. PATZELT (1978) zusammen.

Eine „Tendenzwende“ von einer fast rein physisch-geographischen zur *Mensch und Erde verbindenden Hochgebirgsforschung* hat C. JENTSCH (1977) an den beiden, standortbedingt stark von der Hochgebirgsgeographie geprägten Deutschen Geographentagen in Innsbruck aufgezeigt, deren erster (1912) „von der Diskussion über die Eiszeit im Hochgebirge“ bestimmt war, während der zweite (1975) die Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge in den Vordergrund rückte. Noch F. RATZEL (1889), der Begründer der Anthropogeographie, hat in seinen „Höhengrenzen und Höhengürteln“ fast nur Fragen der Firn- und Waldgrenzen behandelt.

Relativ wenig bekannte Arbeiten, wie die über die Almen im Ötztal (F. SCHINDLER 1890), oder aus Nachbarfächern, wie »Der Wald und die Alpenwirtschaft« (A. KERNER v. MARILAUN 1908) sind zu nennen, bevor mit den siedlungs- und almgeographischen Arbeiten R. SIEGERS (1907) die *kulturgeographischen Untersuchungen im Hochgebirge* einsetzen – von den Alpen über Südosteuropa allmählich weltweit ausgreifend.

Die „*Almgeographie*“ wurde aus jüngerer, sozialgeographischer Sicht und mit den modernen Wandlungen durch Mechanisierung, Wirtschaftsentwicklung und Fremdenverkehr erneut aufgenommen, in diesem Buche z. B. durch einen Beitrag von K. RUPPERT (1965), der auf einem Symposium (HARTKE u. RUPPERT, Hrsg. 1962) mit Beiträgen über die Almwirtschaft aller Alpenländer diese Aspekte erstmals in die Diskussion brachte. Dieses Symposium verstand sich als neue Bestandsaufnahme seit dem 2 Jahrzehnte älteren Buch J. FRÖDINS (1940/41) »Zentraleuropas Alpwirtschaft«, das C. TROLL (1942) in einem weiterführenden Besprechungsaufsatz ergänzt hatte. Neben jüngeren Arbeiten über einzelne Regionen, z. B. die Almen Österreichs durch F. ZWITTKOVITS (1974) oder H. PENZ (1978), wird durch E. GRÖTZBACH (1980) allgemein »Die Nutzung der *Hochweidestufe als Kriterium einer kulturgeographischen Typisierung von Hochgebirgen*« herausgestellt. Ihr Vergleich wird weltweit von zahlreichen Varianten bestimmt, wie Intensität, Nutzvieharten, Wirtschaftsweisen oder -dichten und Lebensformen der beteiligten Bergbevölkerungen – eine Vielfalt, die beim typisierenden Vergleich zu Abstraktion und Generalisation zwingt (C. JENTSCH 1977). Die Nutzung der *Hochweidezonen* erweitert die agrari-

sche Tragfähigkeit der Hochgebirge; dieses Potential wird aber in sehr unterschiedlicher Weise in Wert gesetzt. Die Zone einer „Verzahnung“ zwischen oberer Wald- und Hochweidestufe (GRÖTZBACH) ist als Werk des wirtschaftenden Menschen für viele Hochgebirge von Bedeutung, da der Wald nicht nur durch Holzeinschlag und Rodung, sondern auch durch die Beweidung und die Gebirgsnomaden (Brennholzentnahme!) unter die natürlichen Grenzen herabgedrückt wurde.

Für eine Fortentwicklung der vergleichenden Kulturlandschaftsforschung forderte C. JENTSCH (1983) ein „Betrachtungsmodell“ von der Hochgebirgsnatur zur Hochgebirgskultur über naturbestimmte und andere Konvergenzen; G. SCHWEIZER (1983) brachte als ein weiteres Kriterium für „Hochgebirge im kulturgeographischen Sinne“, neben den obengenannten, statt des Auftrags über die Grenzen der Ökumene das über die „Obergrenze der landwirtschaftlichen Dauersiedlung“ ein. F. MONHEIM hat – in TROLLS Sinne mit einem Vergleich der vegetations- und der agrargeographischen Standortverhältnisse – den Begriff „*Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge*“ erstmals vorgetragen (Agrargeographie der westlichen Hochalpen 1954); hier wird sein Aufsatz zu den Höhenstufen des Anbaues der westlichen Hochalpen (1953/55) wiedergegeben. Später dehnte er seine Vergleiche auf Hochlands- und Hochgebirgskulturen der zentralen Anden aus.

Die in diesem Band wiedergegebenen Arbeiten reichen vom „*Bergbauernproblem*“ – der Entsiedlung, Wandlung in periodische Siedlungen und Zugüter (Almen oder Sommersiedlungen) und die saisonalen Wanderungen durch die wachsenden Industrieinflüsse in den österreichischen Alpen (E. LICHTENBERGER 1965; zum Thema der Bergbauerngebiete Bayerns vgl. K. RUPPERT, L. DEURINGER u. J. MAIER 1971) – bis zu den Fragen des ab- oder zunehmenden *Bevölkerungs- und Siedlungsdruckes* durch Sesshafte wie Nomaden und im Vergleich über den *gesamten Alpen-Himalaya-Gürtel* (X. DE PLANHOL 1968). Über die vertikale Organisation der sozialen und/oder ethnischen Gruppen in klimaökologisch unterschiedlichen Höhenstockwerken der Himalaya-Teile und der Gebirge Südostasiens – „*Schichtung*“ oder „*Staffelung*“ von Siedlungs- und Nutzungseinheiten – suchte H. UHLIG (1976) die Gebirgsbesiedlung zu erfassen. Für die Diskussion des Hochgebirgsbegriffes ist es bemerkenswert, daß die Darstellung der

„Völkerschichtung“ im Gebirge zuerst von W. CREDNER in Thailand (1935) und H. v. WISSMANN (1943) in Süd-Yünnan dargestellt wurde! Die geoökologisch begründete Höhenstufung bestimmte auch W. HAFNERS Aufsatz (1967). E. GRÖTZBACH (1976) richtete seine Überlegungen zur vergleichenden Kulturgeographie altweltlicher Hochgebirge zunächst auf die *altweltlichen Hochgebirge*, da Kulturge-schichte und Besiedlung zwischen diesen und denen der *Neuen Welt* (von den andinen Indianerkulturen abgesehen) bedeutende Unterschiede zeigen – letztere sind allenfalls peripher in großflächige Ranch-Betriebe einbezogen (RINSCHKE 1983). Die Hochweidewirtschaft ist nur ein Teil des Unterschiedes zwischen Alter und Neuer Welt – das *Fehlen der gebirgsbäuerlichen Bevölkerung* insgesamt bildet bei einem Vergleich der *Hochgebirge der USA, Kanadas oder Neuseelands* gegenüber denen der Alten Welt (und der zentralen und nördlichen Anden) die markantesten Unterschiede! Subjektiv erlebt man dies auf Aussichtspunkten der Rocky Mountains: dichte und geschlossene Waldbedeckung beherrscht Sonn- wie Schatthänge, Talböden und Gebirgsbeken! Außerhalb der verkehrs- und tourismusbezogenen Siedlungen wirken diese Gebirge fast monoton, wenn man die von Menschen, Siedlungen und vielfältiger Nutzung belebten Kulturlandschaften europäischer und asiatischer Hochgebirge vor Augen hat!

Außer den Unterschieden zwischen Alter und Neuer Welt sind auch kulturgeographisch die *Unterschiede zwischen tropischen und außertropischen Gebirgen* erheblich. Die mangelnde Eignung tropischer Hochgrasfluren für die Hochweidewirtschaft führt GRÖTZBACH auf das isotherme Tageszeitenklima der Tropen mit dem Fehlen einer Saisonalität und damit periodischer Auf- und Abwärtsbewegungen von Vieh und temporären Anbausystemen zurück. Es gibt aber auch in den immerfeuchten Tropen durchaus wirksame, regelhafte Intensitätsschwankungen der Niederschläge. Ihre Saisonalität wirkt sich auf den tropischen Waldgebirgshängen für den Rhythmus der dort vorherrschenden „shift-ing cultivation“ aus, die auch temporäre Zusatzsiedlungen kennt. Gewiß entsprechen tropische Wald- und Vulkangebirge (I. HENNING 1976) nicht streng der ursprünglichen TROLLSchen Begriffsfassung des Hochgebirges mit der nivalen Höhenregion. Ihre absoluten Höhen, die Reliefenergie und ihre klimatischen wie kulturgeographischen, vertikalen „Schichtungen“ erfüllen aber durchaus jene Kriterien „hoher Ge-

birgsräume“, die eine Berücksichtigung für einen weltweiten Vergleich der Mensch-Erde-Ökosysteme in den Gebirgen rechtfertigt.

GRÖTZBACH (1976) läßt erkennen, daß auch zwischen *Hochgebirgen* und *sonstigen Gebirgstypen* – sowie *Hochländern* – eine klare begriffliche Abgrenzung oft schwierig sei; alle diese Großformen des Reliefs können kulturgeographisch relevante Eigenschaften gemeinsam haben, im „echten“ Hochgebirge sind diese Eigenschaften lediglich bis zum Extrem gesteigert! Die mangelnde Eignung der feuchttropischen Hochgrasfluren, TROLLS „Paramo“ (1959), auch in Neuguinea (E. LÖFFLER 1979) oder im Ruwenzori-Gebirge Ostafrikas – wird freilich für Neuguinea nicht ganz zutreffend beurteilt. Sicher ist der darunter liegende dichte, feuchte Bergwald eine schwer durchdringbare Schranke (GRÖTZBACH 1980) – darüber, in der Höhenstufe der Hochgrasfluren selbst, bestehen dort aber die ausgedehnten Anbaukulturen mit Süßkartoffeln u. a.! Die Schweinehaltung – statt eigentlicher Weidetiere – ist nicht mit den klimatischen Gegebenheiten zu verbinden, sondern Glied der gesamt-melanesischen Schweinekulte. Die „Stockwerksgliederung“ entsteht dort nicht mit saisonaler Hochweide, sondern aus der Abfolge verschiedener Ethnien mit unterschiedlichen Anbaukulturen, z. B. der Sagogewinnung in den Tal- und Küstenniederungen, der „shifting cultivation“ auf Yams und Taro im Waldbergland und jener sesshaften Hochlandvölker mit Süßkartoffelanbau (oft bereits in der Hochgras-Stufe).

Über die lokale Gunst durch vulkanogene Böden (z. B. Teile Sumatras) hinaus, ist generell eine relative Bodengunst ein Erklärungsfaktor für die häufig viel *dichtere Besiedlung tropischer Gebirge* gegenüber den (durch organogene Sumpfböden, degradierte Podsole und schwere Regenwälder benachteiligten) immerfeuchten Tiefländern: „Tropengebiete mit einem großen Flächenanteil von Hochgebirgen sind folglich im Endeffekt Vorzugsgebiete agrarwirtschaftlicher Aktivität, da einerseits Gebirgsskelettböden und andererseits die korrespondierenden Rohböden über dem von den Flüssen wieder abgelagerten Abtragungsmaterial bessere Produktionsbedingungen liefern, als in den in situ abgelagerten und in langer Bildungsgeschichte verarmten Kaolisolon tropischer Tiefländer“ (W. WEISCHET 1977).

Das Kriterium der *Höhengrenzen* hat auch die alte Frage nach den *des Anbaues* neu belebt. Nachdem E. ARNBERGER (1951) die Ostalpen

und F. MONHEIM die höchsten Getreidelagen (und Dauersiedlungen) der (West-)Alpen untersuchten (1953), wandte der letztere sich den Obergrenzen von Anbau und Siedlung in der Tierra fría des Altiplano Boliviens und Perus zu, wo in Höhen von 3800 bis 4000 m die höchste noch ausreifende, bis 4700 m dann nur als Futter gebrauchte Gerste angebaut wird.

Im Himalaya wurden Kartoffeln im Khumbu Himal (Mt. Everest) in 4690 m ermittelt (W. HAFFNER 1967; HEUBERGER 1973). Sind diese aber eine Innovation der kolonial-britischen Periode, bildet die tibetische Gerste den höchsten einheimischen Getreideanbau. Jenseits der Klimascheide des Himalaya-Hauptkammes muß sie künstlich bewässert werden; das Klima erlaubt normalerweise nur Sommergetreide. Als höchste Gerstenanbaufläche der Welt galten die in 4540 m in Westtibet durch K. WIENERT (Schäfer'sche Tibet-Expedition 1939, zit. nach BRÜCHER/ÅBERG 1950) gefundenen und von H. BRÜCHER und E. ÅBERG publizierten (1950) Vorkommen. Im Inneren des Himalaya liegen die obersten Siedlungen mit bewässertem Gerstenanbau bis 4470 m in Dolpo (Zentral-Nepal; C. KLEINERT 1974), südlich des Everest in Khumbu in 4350 m (HAFFNER 1967). Jetzt brachte der Kontakt mit den intensivierten Forschungen chinesischer Agrargeographen in Tibet eine Revision, und der höchste Getreide-(Gersten-)Anbau der Erde wurde in Westtibet in 4750 m festgestellt (YU XIAOGAN u. SUN SHANGZHI 1981); auch Versuche mit Winterweizen wurden unternommen. Auf einem Symposium über 'Höhengrenzen in den Hochgebirgen der Erde' (1979, publ. JENTSCH u. LIEDTKE 1981) berichtete H. UHLIG darüber; sowie über die Absenkung aller Anbauhöhengrenzen gegen Südostasien zu, besonders mit dem Eintritt in die wechselfeuchten und inneren Tropen; weiter über die *Höhengrenze des Reisbaues* (1978) als kultureller und klimaökologischer Indikator der Unterschiede zwischen den strahlungsreichen, subtropischen Hochgebirgsbecken und den wechselfeucht- und immerfeucht-tropischen Gebirgsländern. Während in Westnepal der höchste Naßreisbau der Erde bis 2850 m (C. KLEINERT) vorkommt, bestätigten chinesische Forschungen H. VON WISSMANN (1973) Reisbauobergrenzen in Nordwest-Yünnan mit bewässerten Anbauflächen um den Luku-See (Yungning) in rund 2700 m Höhe (YU 1983). C. RATHJENS fand in Afghanistan Reisanbau bis 2500 m, die durchschnittlichen Obergrenzen im Himalaya liegen bei 2150 m bis

2200 m; sie fallen in den tropischen Gebirgen extrem rasch ab, und in den indonesischen Vulkangebirgen werden mit 1480 m (wenige Ausnahmen in Sumatra knapp über 1500 m) die höchsten Naßreisbaulagen erreicht, durchschnittlich schon zwischen 900 bis 1100 m, und bei 2250 m endet jeglicher andere Anbau. Die Angaben, daß der „Bergreis“ die höchsten Lagen einnehme (HAMBLOCH 1966; u. a.) sind zu korrigieren; er endet bei 1100 m bis 1700 m, alle höheren Reisbaulagen können nur unter der lokalklimatischen Begünstigung durch die Bewässerung bestellt werden!

Die von Yu mit verschiedenen Niederschlagsexpositionen begründeten Höhengrenzunterschiede der Anbauobergrenzen im „*Hengduan Shan*“ (neuer Sammelbegriff der Chinesen für ihre Hochgebirge östlich des Himalaya), wurden von B. MESSERLI (1983 b) bestätigt. Dies war der erste kurze Besuch eines „westlichen“ Geographen seit der abenteuerlichen Erkundung des 7600 m hohen Mynia-Kongka (1930) durch A. HEIM und E. IMHOF (1931, 1947) – (eindrucksvoll ist dessen Expeditionsbuch mit Karten und Aquarellen »Die großen, kalten Berge von Szetchuan« 1974). Ähnliches gilt für den Yülangshan (v. WISSMANN 1937, 1943, 1959 a, 1959 b; nach ROCK 1926, 1930, 1947) und K. F. WARD (SCHWEINFURTH 1975). Das ebenfalls Jahrzehnte verschlossene Tibet wurde 1980 durch das internationale Symposium »Geocological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau« (Proceedings: Beijing 1981) erstmals wieder zugänglich; auch für eine geomorphologische Expedition (HÖVERMANN und KUHLE 1982).

Weitere Aspekte vergleichender Kulturgeographie drängen sich mit den großen *Wandlungen durch das Industriezeitalter* auf. Sie führten zu tiefgreifenden Umbrüchen in den in industrialisierten Ländern gelegenen Hochgebirgen (VEYRET 1948; KOPP 1968/69; H. CAROL 1955) und ließen erhebliche regionale Disparitäten (VEYRET 1962) bzw. eine „differenzierte Höhenflucht“ (C. JENTSCH 1977) entstehen. Zu kleine Betriebsgrößen – Realernteilung, Besitzzersplitterung, aber auch „Bauernlegen“ zur Schaffung von Wald- und Jagdgebieten – lösten das Phänomen der *Höhenflucht* bzw. *Bergflucht* aus. Das Mißverhältnis aus Bevölkerungsbesatz (v. WISSMANN 1927; KINZL 1958; RYSER und IMBODEN 1953; BRAVARD 1961; C. DEGENER 1964; LEIDLMAIR 1976) und Tragfähigkeit, trotz der klimatischen und reliefmäßigen Schwierigkeiten, führte aber noch nicht überall zur dauernden Migration, sondern

mehr zu *saisonalen Arbeiterwanderungen*, sowohl in europäischen wie auch in asiatischen oder andinen Gebirgsregionen (in diesem Band: LICHTENBERGER 1965; X. DE PLANHOL 1968; GRÖTZBACH 1976; UHLIG 1976).

Die Mobilität vieler Gebirgsbevölkerungen entstand schon durch den Paß- und Saumverkehr und Handelskarawanen, mit der Politik der Bildung von „Paßstaaten“ (RATZEL), aber auch mit den saisonalen Vertikalbewegungen in Anbau- und Weidewirtschaft. Alle förderten eine gewisse Migrationsbereitschaft, die auch die Wanderarbeit erleichtert. Andererseits hat die Isolation von Gebirgsräumen nach außen hin (VEYRET 1962; RÜDISÜHLI 1968; GRÖTZBACH 1976) durch Geländehindernisse und Erschwerung des Verkehrs, besonders des Güterverkehrs (zu den verkehrsgeographischen Problemen der Hochgebirge u. a.: ZIMPEL 1958; RUTZ 1969; TIEFENTHALER 1973), die Tendenzen zur Subsistenzwirtschaft zunächst gesteigert. Nach der modernen Erschließung folgte dann oft ihr radikaler Abbau – und damit auch das *Sinken von Anbaugrenzen und Höhensiedlung! Umgekehrt sind neue Höhensiedlungen* bzw. neu genutzte Höhenstockwerke entstanden. In den Gebirgen der Subtropen und Tropen begann diese Entwicklung mit den „hill stations“ – klimatisch begünstigten Erholungsgebieten für den Kolonial-Europäer; heute vielfach Fremdenverkehrsgebiete (vom Himalaya über Burma bis Indonesien und zu den Philippinen). Sie wurden zugleich Ausgangspunkt des tropischen Kartoffel- und *Höhenmarktgartenbaues*, der, gestützt auf die Klimaunterschiede, auf den Märkten der Tiefländer dort sonst nicht erhältliche und günstige Preise erzielende Produkte anbieten kann. Er gewinnt entwicklungspolitische Bedeutung als eine der Möglichkeiten zur Stabilisierung und Ablösung früherer Brandrodungskulturen der Bergstämme, mit der ein neuartiges „Stockwerk“ in der Höhenschichtung bzw. Staffelung der Gebirgsbesiedlung (UHLIG 1970, 1979) entstand.

Der *Druck auf die Ressourcen des Gebirges*, Störungen und schließlich *Zerstörungen der Ökosysteme* durch Überbesatz mit Bevölkerung, Überweidung, Degradation oder *Abholzung der Wälder*, Ausdehnung des Anbaues in erosionsgefährdete Gebiete, bildet für die Entwicklungsländer heute ein wichtiges Forschungsproblem. Nicht minder bedeutsam sind aber auch die Untersuchungen der Störungen durch einen übersteigerten oder zu hastigen Ausbau touristischer Einrichtungen in den europäischen Gebirgen, z. B. die ökologischen Auswirkungen von

Skipisten (T. H. MOSIMANN 1981; H. LESER u. a. 1982), oder auch der „schleichenden“ Veränderungen in unseren Gebirgswäldern (Wildüberbesatz, Waldweideprobleme, „Verfichtung“ – oder umgekehrt Sozialbrache und „Verwaldung“ von Almen oder Buckelwiesen, z. B. EHRIG 1977; ENGELSCHALK 1971) – auch unabhängig vom überregionalen Alarm über das gegenwärtige „Waldsterben“. Sie alle äußern sich in den vielfältigen Problemen der *Stability and instability of mountain ecosystems* (in der neuen Zeitschrift *Mountain Research and Development*, Vol. 3, 2, 1983; B. MESSERLI), die heute in den Mittelpunkt der *angewandten, ökosystemorientierten Hochgebirgsforschung* getreten sind.

Die *Combined Geomorphological Hazard Map* 1:10000 aus der Schweiz (H. KIENHOLZ 1978) ist ein Beitrag zum Projekt *Man & Biosphere 6 (MAB 6)* – *Study of the impact of human activities on mountain and tundra ecosystems* der UNESCO. B. MESSERLI (1979–83) hat eine Dokumentation über dieses Projekt herausgegeben; ein österreichisches Parallelprojekt erstellte das *Modell Obergurgl* (W. MOSER 1974) für die Wandlungen von bergbauerlichen zu touristischen Belastungen in Hochgebirgsökosystemen.

Degradierte Wälder und Böden sowie die *negative Veränderung des Wasserhaushalts* sind weitgehend irreversible Folgen der Übernutzung, der massiven Waldzerstörung – ob in den Bergen Ostafrikas, Afghanistans (vgl. RATHJENS 1968/69, 1972, 1974), Nordindiens (vgl. WEISE u. a. 1983) oder Nepals (KIENHOLZ u. a. 1982). Der Schutz der natürlichen Ressourcen der Hochgebirge ist heute Gegenstand zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsprojekte (RUDDLE u. MANSHARD 1981).

Kartierungen – als Grundlage zur Sanierung – *geoökologischer Probleme* führten B. MESSERLI und K. AERNI (1978) im Simen-Bergland Äthiopiens und H. KIENHOLZ u. a. (1982) im nepalesischen Hügelland durch. Auch die amerikanische (J. IVES u. M. J. BOVIS 1978) und die sowjetische Hochgebirgsforschung haben sich ähnlichen angewandten Aufgaben gewidmet (vgl. J. IVES u. R. P. ZIMINA 1978 – *Kaukasussymposium* der IGU). Deutsche und indische Beiträge über ähnliche Probleme in *Himalayan Mountain Ecosystems* brachte ein Symposium 1977 (H. RIEGER, Hrsg.).

Weitere *MAB 6-Aktivitäten* (auch in Verbindung mit der United Nations University) umfassen etwa französische Untersuchungen, z. B. *L'Homme et son Environnement à Haute Altitude* (Nepal) (P. BAKER

u. C. JEST 1981) oder den Vergleich der Nutzung der Höhenstufen durch die Bauern der Anden und des Himalaya (O. DOLLFUS 1983). Die interdisziplinäre Behandlung übergreifender „*Highland-Lowland Interactive Systems*“ in Nepal, den Gebirgen Nordthailands und Äthiopiens (hrsg. v. J. IVES u. B. MESSERLI 1981; J. IVES, S. SABHASRI u. P. VORAURAI 1980; H. HURNI 1983) sind weitere Beispiele der vergleichenden Erforschung der Mensch-Erde-Ökosysteme in den verschiedensten Gebirgen der Welt.

Unter den *modernen Eingriffen in die Hochgebirgs-Geoökosysteme*, Funktionen und Fernwirkungen – von den Alpen über den Himalaya bis zu dem „Snowy Mountains-Projekt“ Australiens oder den USA – sind die *Staudambauten* für die hydroelektrische Kraftgewinnung ein wichtiger Faktor, auch für eine vergleichende Kulturgeographie. Sie wurden schon früh von E. FELS (1971) behandelt, der sich vorher einerseits mit den alpinen Seen, zum anderen allgemeiner mit den menschlichen Einwirkungen auf die Gestaltung der Erdoberfläche befaßt hatte. Einige neuere Arbeiten aus dem Alpenraum mögen Hinweise zum Einstieg in diese Problematik geben, die ebenfalls ein Projekt der UNESCO (1975 – MAB 10: „Effects on Man and his Environment of Major Engineering Works“) – behandelt (H. LINK 1970; OBERLEITNER 1974; P. u. G. VEYRET 1970; STEFKO u. WIDMANN 1974; VISCHER 1975; AEGERTER u. B. MESSERLI 1981).

Der Rückgang von Bergbevölkerung und Nutzungsintensität in den europäischen Hochgebirgen hat durch ihre schnell wachsende Funktion als *Freizeit- und Erholungsgebiete* ein massives Gegengewicht erhalten. K. RUPPERT (1962) hat mit seiner sozialgeographischen Aufnahme des Tegernseer Tales Maßstäbe gesetzt; inzwischen ist die Literatur über viele Hochgebirgs-Fremdenverkehrsgebiete enorm angewachsen (z. B. H. JÄGER 1953; J. BIRKENHAUER 1976; K. RUPPERT u. J. MAIER 1969, 1976). Eine Arbeitsgruppe der Internat. Geogr. Union über „*Alpinismus und Tourismus*“ (J. MATZNETTER 1982) behandelt den weltweiten Vergleich dieser Entwicklung. Die *Hochweideregion* wurde durch ihre *Eignung für den Skilauf* bevorzugt erfaßt, so daß häufig eine *Umkehr der früheren jahreszeitlichen Nutzung* eintrat; Sommerweiden oder -siedlungen wurden zu Wintersportplätzen (GRÖTZBACH 1968, 1980), nicht nur in den Alpen und Pyrenäen, sondern auch in den Abruzzen, Karpaten, der Hohen Tatra und Teilen der Gebirge Skandinaviens und

S- und SO-Europas. E. LICHTENBERGER (1976, 1979) hat die *„Sukzession von der Agrar- zur Freizeitgesellschaft in den Hochgebirgen Europas“* umfassend dargestellt und in Modelle gefaßt, die z. T. hier wieder gegeben seien. Die reine Regressionsphase der bergbäuerlichen Höhenflucht faßt sie wie folgt zusammen:

	Bevölkerung	Siedlung und Wirtschaft
Anfangsphase	„Bergflucht“	„Verschattung“ Aufgabe peripherer Areale Extensivierung der Nutzung
Hauptphase	starker Bevölkerungsrückgang und Überalterung	„mountain blight“ Verfall von Gemeinschaftseinrichtungen, Reduzierung der Viehhaltung, partielle Flurwüstung
Endphase	„Aussterben der Agrarbevölkerung“	totale Flur- und Siedlungswüstung

Die Gegenwirkung der „Sukzession“ zum Freizeitraum zeigt folgendes „bipolares sozialökonomisches Modell“ (Abb. 2).

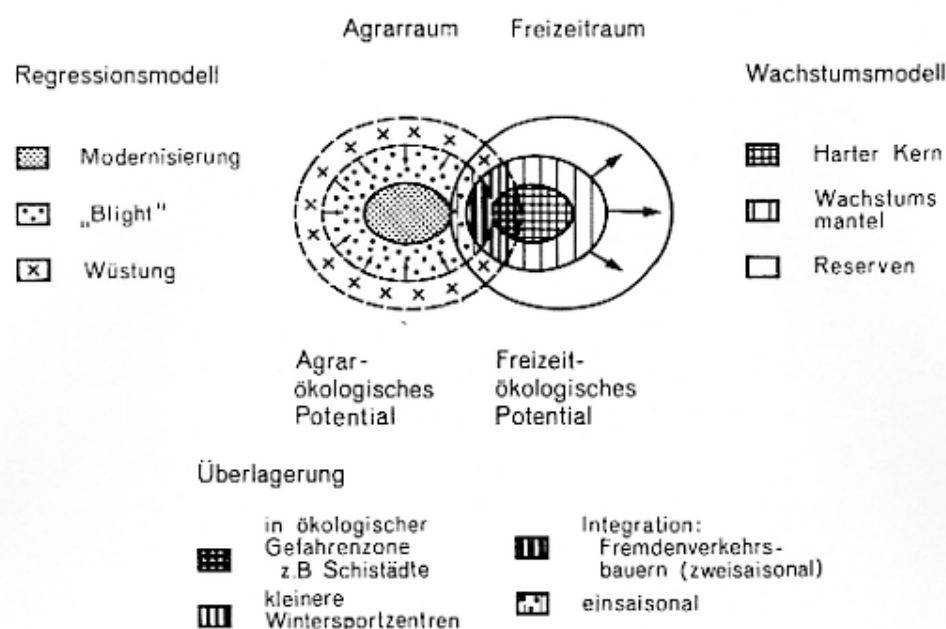


Abb. 2: Kombiniertes Regressions- und Wachstumsmodell der Hochgebirgsräume.

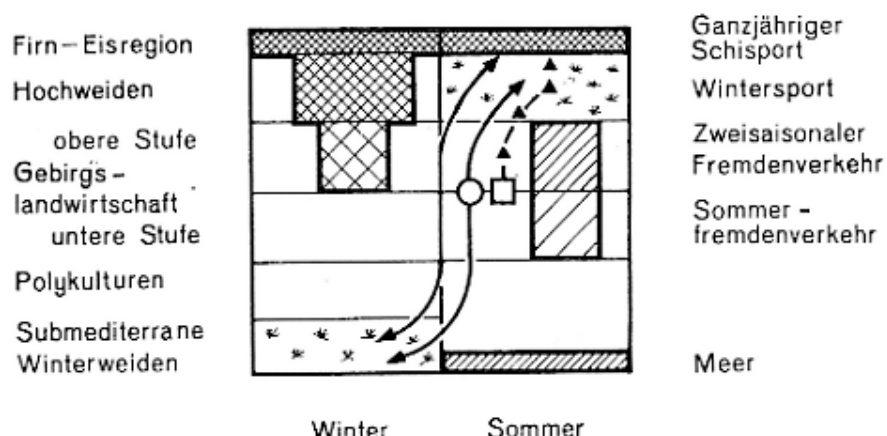


Abb. 3: Die Verschiebung der ökologischen Potentiale in Hochgebirgen nach Jahreszeiten.

Eine weitere Abbildung verdeutlicht die saisonale Verschiebung der ökologischen Potentiale (Abb. 3).

Die (*Hoch-*)*Gebirge*, besonders der Industrieländer, werden damit zu *Komplementärgebieten der Ballungsräume* – in einer so intensiven funktionellen Verflechtung zwischen Gebirge und Vorländern, wie sie in der europäischen Geschichte wohl nie zuvor bestanden hat!

Im Hochgebirgsraum gewinnt damit auch die geographische Mitwirkung in der *Raumplanung*, z. B. mit einer grenzüberschreitenden ›Arbeitsgemeinschaft Alpenländer‹ (z. B. K. RUPPERT u. POLENSKY 1979; K. RUPPERT 1980), dem ›Alpeninstitut‹ (DANZ 1975; WICHMANN 1972), oder auch in Einzelarbeiten (VEYRET u. VERNER 1971) an Bedeutung.

Während in Europa – abseits der Fremdenverkehrsgebiete – die *Gebirgsräume als Kehrseite der Industrialisierung* ihrer Länder eine *Entvölkerung* erleben (PENZ 1975), bringt diese in den Hochgebirgen der Entwicklungsländer eine gewisse *Erleichterung des Bevölkerungsdruckes* durch Abwanderungsmöglichkeiten – die Entwicklung überbevölkerter Berggebiete wird dort also von den Vorländern auf andere Weise beeinflusst! Die „Highland-Lowland Interactions“ – die *funktionalen und kulturräumlichen Beziehungen zwischen Hochgebirge und Vorländern* (C. JENTSCH 1977), werden also als künftige Forschungsprobleme wachsen – eine Aufgabe, die schon O. JESSEN (1950) als ›Fernwirkungen der Alpen‹ angesprochen hatte!