

## BERICHTE UND MITTEILUNGEN

GEOÖKOLOGISCHE GEBIRGSFORSCHUNG ALS ANGEWANDTE  
UMWELTFORSCHUNG

Ein Bericht zur Entwicklung und zu den Zukunftsaufgaben der IGU-Commission  
„Mountain Geocology and Sustainable Development“

JÖRG STADELBAUER

*Summary:* Geoecological research on mountain regions as applied environmental research. Development and further tasks of the IGU Commission "Mountain Geocology and Sustainable Development"

The IGU Commission "Mountain Geocology and Sustainable Development" is part of an international and interdisciplinary network of institutes and organizations contributing to the study of mountain areas. During the last two decades, the main approach of mountain geocology shifted from physiogeographic and biological topics to applied environmental ones. The UNCED held at Rio de Janeiro in 1992 accepted the "Mountain Agenda" as a part of the "Agenda 21" dealing with the prospects of environmental and socio-economic development beyond our century. Those agenda define the conceptual framework of further studies in mountain regions. The organizational basis is a close network embracing the International Mountain Society, the IGU Commission, specialized institutes and NGO's as well. The IGU Commission meeting at Davis, CA, in 1992 discussed this network of international mountain research and the tasks of further investigations. The symposium forming part of a continuous series of conferences also gave a lot of examples for recent applied research. An excursion to the Sierra Nevada and the White Mountains confronted the participants with the intense research work which is done by the Department of Geography of the University of California at Davis.

### 1 Rückblick: (Hoch-)Gebirgsforschung im Rahmen der IGU

Die Kommission, die sich innerhalb der Internationalen Geographen-Union (IGU) mit ökologischen Fragen der Gebirgsforschung beschäftigt, gehört zu den dauerhaftesten und sicher auch produktivsten. Nachdem 1966 auf der Lateinamerika-Regionalkonferenz der IGU in Mexico eine von der UNESCO getragene erste internationale Konferenz zu Gebirgsfragen stattgefunden hatte (vgl. TROLL (Hg.) 1968), wurde auf Anregung und unter Leitung von CARL TROLL während des Geographenkongresses in New Delhi (Indien) eine *Commission on High-Altitude Geoecology* begründet. Sie hat seither einen mehrfachen Namenswechsel erlebt. Er war wegen der Statuten der IGU erforderlich, reflektiert jedoch zugleich den mehrfach sich verschiebenden Arbeitsschwerpunkt der Kommission:

1968–1976 *Commission on High-Altitude Geoecology*  
1976–1988 *Mountain Geoecology*  
1988–1992 *Mountain Geoecology and Resource Development*  
1992– *Mountain Geoecology and Sustainable Development*

Nachdem TROLL aufgrund seiner Erfahrungen in Südamerika und Afrika bereits 1941 die Hochgebirgsökologie als Forschungsfeld umrissen hatte (TROLL 1941), stand zu Beginn der Kommissionsarbeit der biogeographisch orientierte geoökologische Ansatz im Vordergrund, wie die erste von der Kommission in Mainz abgehaltene Konferenz (1969) dokumentiert (vgl. TROLL (Hg.) 1972)<sup>1)</sup>. Seit den 70er Jahren ist vor allem der Ressourcengedanke verstärkt in die Geographie eingeflossen. Zugleich haben unter dem Einfluß von Raumplanung und Entwicklungshilfe die „Gesellschaftsrelevanz“ (um ein Schlagwort der frühen 70er Jahre aufzugreifen) und der Anwendungsbezug geographischer Forschung zugenommen. Geoökologische Gebirgsforschung versteht sich heute daher nicht mehr ausschließlich als naturwissenschaftliche Grundlagenforschung, sondern sie wird wesentlich von der Herausforderung getragen, an der Erhaltung und Gestaltung von Lebensgrundlagen für den Menschen in Gebirgsräumen mitzuwirken. Dies bedeutet, daß kulturgeographische und angewandt-geographische Fragestellungen in der Kommissionsarbeit eine wachsende Rolle spielen, ohne daß freilich der naturwissenschaftliche Aspekt der Gebirgsforschung mit „klassischen“ Themen wie der Analyse von Höhenstufen der Vegetation oder der reliefformenden Prozesse unter dem Einfluß von Höhenklimaten dadurch verdrängt würde. Gerade die Gebirgsforschung erweist sich als ein sehr geeignetes Feld, auf dem der Diskurs um Vorrang bzw. Ausgleich von Ökologie und Ökonomie geführt werden kann. Eine zweite Verschiebung kennzeichnet in der Namensgebung die räumliche Ausweitung des Arbeitsfeldes der Kommission. Waren es zunächst vornehmlich die

<sup>1)</sup> Folgekonferenzen fanden 1974 und 1983 ebenfalls in der Mainzer Akademie der Wissenschaften statt (vgl. zur Folgekonferenz 1974 TROLL u. LAUER (Hg.) 1978; zur Folgekonferenz 1983 LAUER (Hg.) 1984).

Hochgebirge i. e. S. gewesen, so gilt die Forschungsarbeit heute generell den Gebirgen. Bei der Definition dieser Raumtypen kann sicher von der Festlegung durch TROLL (1941, ND 1984, S. 132; 1955) ausgegangen werden, die für das Hochgebirge ein Auftragen über die Waldgrenze sowie einen aktuellen oder früheren glazialen Reliefformungsstil oder wenigstens eine rezente periglaziale Prägung fordert, während ein „Gebirge“ geringere Unterschiede zum Vor- und Umland aufweisen darf<sup>2)</sup>.

Die räumliche Ausweitung der Arbeit der Kommission bedeutet natürlich nicht, daß die Hochgebirge ihre Faszination für die geographische Forschung verloren hätten. Aber die weniger extremen Höhen sind dichter besiedelt, intensiver bewirtschaftet, sie stehen unter dem Streß ökonomischen Anpassungszwanges und sind daher nicht minder fragile Gebilde. Bei wachsendem Bevölkerungsdruck, bei der Ausweitung der Fläche für die Nahrungsgewinnung, bei einer Abkehr von angepaßten Landnutzungsformen und traditionellem Agrarwissen, bei einer zunehmenden Ressourcen-Übernutzung oder aber nach Bergflucht und touristischer Umwidmung sind sie spezifische Problemgebiete. Mit dem Forschungsprogramm *Highland-Lowland Interactive Systems* der United Nations University (UNU) wird seit 1977 den Verflechtungen von Gebirgsräumen mit ihrem Vorland und damit auch der wechselseitigen Orientierung der mittelhohen Gebirge als Ausweichgebiete der Vorländer und als Bergfluchtziele aus den höheren Lagen Rechnung getragen (vgl. Ives 1980).

Wenn im Rahmen des 27. Internationalen Geographenkongresses (Washington D.C., August 1992) ein Symposium in Kalifornien die Arbeit der Kommission fortführte, dann entsprach dies nicht nur der Tradition solcher Konferenzen, sondern auch den globalen gesellschaftlichen Anforderungen an die Gebirgsforschung. Dies wurde auf der von JACK D. IVES (Davis, CA) und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bestens vorbereiteten und organisierten Tagung mit anschließender Exkursion in die Sierra Nevada und White Mountains (30. 7.-9. 8. 1992) deutlich. Das Symposium vereinigte methodisch-theoretische Grundsatzrörterungen mit dem Bericht über aktuelle Feldforschungen und intensiven Diskussionen über Geländebefunde<sup>3)</sup>.

## 2 Gebirgsforschung als Teilbereich der ökologisch orientierten Entwicklungsforschung

BRUNO MESSERLI (Bern, CH) stellte in Davis mit einem programmatischen Auftakt die eindringliche Forderung an die Gebirgsforschung, die globalen Umwelt- und Entwicklungsaufgaben in den Mittelpunkt der Bemühungen zu rücken. Er knüpfte damit an die *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED) von Rio de Janeiro (Juni 1992) an, auf der u. a. einstimmig die *Mountain Agenda* verabschiedet wurden. Sie stellen die Gebirgsräume als leicht verletzliche, aber für die ökologische Entwicklung der Erde und für die kulturelle Entwicklung der Menschen wichtigen Raumtyp heraus. Kapitel 13 der Sektion II, Agenda 21 faßt in den UNCED-Ergebnissen diese Zielsetzungen und Handlungsforderungen zusammen (vgl. *World Mountain Network Newsletter* No. 6, July 1992). Die gründliche Kenntnis der Ökologie und der nachhaltigen Entwicklung von Gebirgs-Ökosystemen wird dort ebenso postuliert wie die integrierte Erforschung von Teilräumen und ihren spezifischen Lebensbedingungen.

Der systemare Zusammenhang, der zwischen der exponentiellen Bevölkerungszunahme, der Verknappung der Grundlagen für die Nahrungsgewinnung, der Ausweitung von Agrarflächen in immer unzugänglichere und steilere Gebirgslagen und schließlich der massiven Bodenschädigung und Landschaftsdegradation mit einer sich daraus ergebenden Verursachung weiterer Armut, hungerbedingter Flucht oder Überbevölkerung und zunehmendem Entwicklungsrückstand und Unterernährung besteht und nicht allein auf jüngere Entwicklungen zurückgeht, sondern bereits historisch angelegt ist, wurde vor allem am Beispiel des Himalaya (IVES u. MESSERLI 1989) und der ostafrikanischen Gebirge (vgl. MESSERLI u. HURNI (Hg.) 1990) aufgezeigt. Dieser Zusammenhang ist zum Paradigma weiterer entwicklungsorientierter Gebirgsforschung geworden. Daß andererseits auch die in den westlichen Industrieländern erfolgte Umbewertung vieler Gebirgsräume von traditionellen Agrar- zu modernen Fremdenverkehrsräumen nicht problemlos ist, sondern in den Alpen und anderen europäischen Gebirgen zu Überlastungserscheinungen geführt hat (vgl. grundlegend

<sup>2)</sup> Vgl. zur terminologischen Diskussion, die hier nicht vertieft werden soll, RATHJENS 1968, 1981 u. 1982, HÖLLERMANN 1973b, JENTSCH u. LIEDTKE 1980, SCHWEIZER 1988.

<sup>3)</sup> Auf einen Bericht über die Exkursion, in die ein Teil der Vortragssitzungen eingebunden war, wird im folgenden verzichtet, weil das Exkursionsgebiet der Sierra Nevada und der White Mountains im deutschen geographischen Schrifttum insbesondere durch die Arbeiten von HÖLLERMANN (1973a u. b, 1980, 1990) gut dokumentiert ist. In die Problematik der nordamerikanischen Cor-

dillern insgesamt führte ein Referat von K. HANSEN (Bozeman/Montana) ein. D. ELLIOTT-FISK (Davis und Oakland) hatte einen großen Teil der Exkursion wissenschaftlich vorbereitet und übernahm längere Abschnitte der Führung. Thematische Schwerpunkte waren geomorphologische Prozesse in der Periglazialstufe, die Nutzung von Wasserressourcen für die Versorgung des Großraumes Los Angeles, die touristische Überprägung einzelner Schwerpunkträume (Mammoth Mountain, Lake Tahoe) und die historische Entwicklung der Kulturlandschaft (Ghost-town Bodie, archäologische Funde in den White Mountains).

BRUGGER et al. (Hg.) 1984 sowie als Synthese des schweizerischen MAB-6-Projektes P. MESSERLI 1989), gilt heute bereits als Warnung für etwas entfernter liegende Gebirgsräume wie die nordamerikanischen Cordilleren oder die neuseeländischen Alpen.

Die sich an die Konferenz von Davis anschließende Exkursion bot mit dem Sommeraspekt der Mammoth Mountains am Ostrand der Sierra Nevada ein fragwürdiges Beispiel, zu welcher jahreszeitlichen Verödung eine Landschafts-, „umgestaltung“ im Interesse des Skitourismus führen kann: Der gesamte nordostexponierte Hang des bis 3693 m aufragenden Berges ist durch weitgehende Abholzung, Planierung und randliche Überhöhung von Abfahrtspisten modelliert worden; ein Kabinenbahnsystem erschließt Hang und Gipfelbereich. Ob die Entwicklung einer zweiten, sommerlichen Saison mit der neuen Sportart des Mountain Biking ökologisch angepaßt ist, erscheint nicht minder fragwürdig. Eher scheint es ein Versuch zu sein, den Raum über die winterliche Saison hinaus für den Naherholungs- und Fremdenverkehr zu nutzen, um eine höhere Rentabilität der Investitionen im Verkehrswesen zu erzielen. Andererseits muß diskutiert werden, ob es nicht tatsächlich sinnvoll ist, kleinere Gebirgsräume schwerpunktmäßig für den Fremdenverkehr und die Naherholung benachbarter Ballungsgebiete bereitzustellen oder gar zu opfern, um schwerer erreichbare Gebirgsräume besser durch Schutzmaßnahmen sichern zu können.

Die Forderung des in Rio de Janeiro vorgetragenen und dort ohne kontroverse Diskussion einmütig akzeptierten Handlungsprogramms umfaßt den Überblick über Bodenverhältnisse, Wälder, Wassernutzung, Anbau, floristische und faunistische Ressourcen, ferner den Aufbau von Informationssystemen zum besseren Management der Gebirgsräume, die Analyse und Verbreitung von angepaßten Nutzungsformen, den verstärkten Schutz von Gebirgsräumen und den Einsatz moderner Informationstechnologien zur Bewertung von Umweltrisiken und Naturkatastrophen.

Besonderes Augenmerk gilt den Auswirkungen globaler Klimaveränderungen, die in den Hochgebirgsräumen einerseits klimatische Voraussetzungen für Besiedlung und agrarische Bewirtschaftung begünstigen können, andererseits aber das Risiko von Gebirgskatastrophen erhöhen. Die Einbindung der Gebirgsforschung in die von der ICSU initiierten internationalen Forschungsprogramme *Global Change* bzw. *International Geosphere-Biosphere Programme* (IGBP) und *Human Dimensions of Global Change* (HDGC) (vgl. zu den internationalen Forschungsprogrammen mit

Umweltbezug MANSHARD 1990) ist eine logische Konsequenz. Auch auf der 1989 in Cachkadzor/Armenien abgehaltenen Gebirgskonferenz standen erstmals *Transformation of Mountain Environment and Consequences of Global Change* nebeneinander<sup>4)</sup>.

Daraus lassen sich Aufgaben für die künftige Gebirgsforschung ableiten, die den Herausforderungen am Ende unseres Jahrhunderts entsprechen:

- besseres Verständnis der natur- und kulturgeographischen Veränderungsvorgänge;
- Erfassung der Grenzsituation, an der Veränderungsprozesse außer Kontrolle geraten, zum Risiko oder gar zur Katastrophe werden;
- Erfassung der Voraussetzungen für eine nachhaltige Nutzung und Entwicklung;
- Erfahrungsaustausch zwischen Industrie- und Entwicklungsländern;
- Festlegung von sensitiven Regionen innerhalb der Gebirgsräume und Aufbau eines Monitoring-Netzes.

Eine solche umfassende Zielsetzung geht über die Möglichkeiten sowohl einer kleinen Forschergruppe als auch einer IGU-Kommission weit hinaus, sie erfordert einen Verbund von Forschung und Information.

### 3 Ein weltweites Netzwerk von Forschungs- und Informationseinrichtungen

Die Aktivitäten, in welche die Arbeit der IGU-Kommission eingebunden ist, machen deutlich, daß die mit Gebirgsräumen verknüpften, aber letztlich globalen Aufgaben ernst genommen werden. Die Arbeit der IGU-Kommission ist Teil eines internationalen Netzwerks der Gebirgsforschung:

- Als Koordinierungszentrale versteht sich die *International Mountain Society* (Präsident: JACK D. IVES), die mit der Herausgabe der interdisziplinär orientierten und international anerkannten Fachzeitschrift *Mountain Research and Development* (Bd. 1, 1981ff.) sowie eines *World Mountain Network Newsletter* (No. 1, 1990ff.) den institutionellen Kontakt innerhalb der internationalen Gebirgsforschung herstellt.

- Im Rahmen des internationalen Forschungsprogramms *Man and Biosphere* hat die UNESCO seit 1972 im Teilprojekt MAB 6 ein Netz von nationalen Forschungsstationen und -projekten organisiert und internationale Konferenzen zu Gebirgsfragen unterstützt, deren lange Reihe 1973 in Salzburg und Lillehammer/Norwegen begann und z. B. noch 1989 auf der oben erwähnten Konferenz in Cachkadzor/Armenien fortgesetzt wurde.

- Durch das von WALTHER MANSHARD als Vize-Rektor der *United Nations University* (UNU, Tokyo) im Bereich des *Natural Resources Research* initiierte und in modifizierter Form von ROLAND FUCHS fortgeführte Programm ist ein Netzwerk von Forschungseinrichtungen und -programmen vornehmlich in Entwick-

<sup>4)</sup> Vgl. *Preobrazovanie gornoj sredy* . . . (1989) sowie vorausgehend und thematisch diesen Zusammenhang für die damalige Sowjetunion artikulierend: *Problemy gornogo hozjajstva i rasselenija* (1988).

lungsländern entstanden, in dem die Gebirgsforschung fest eingebunden ist und aus dem auch nicht unerhebliche Mittel zur finanziellen Unterstützung der Forschungsarbeit und für den Erfahrungsaustausch auf internationalen Konferenzen fließen. Hauptprojekt der UNU *Global Life Support Systems* ist in Fortsetzung des früheren Programmes *Highland-Lowland Interactive Systems in the Humid Tropics and Subtropics* ein Unterprogramm *Mountain Ecology and Sustainable Development*.

– Prototyp des Gebirgslandes ist in den hochentwickelten Industriestaaten die Schweiz, die sich in besonderem Maß engagiert, was nicht zuletzt der Aktivität der Arbeitsgruppe um BRUNO MESSERLI (Bern) zu verdanken ist. Da die Schweiz selbst mit verschiedenen Entwicklungsprogrammen zur Bergbauernhilfe und zur Entwicklung der Gebirgsräume hervorgetreten ist, lag es nahe, daß hier ein Schwerpunkt der Gebirgsforschung entstand. Das Engagement der Schweiz geht über die Forschung hinaus: Ein beträchtlicher Teil der Entwicklungshilfe der Schweiz dient der Unterstützung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Gebirgsräumen.

– Die thematische, personelle und institutionelle Ausweitung der internationalen Gebirgsforschung hat eine organisatorische Regionalisierung sinnvoll werden lassen. Forschungseinrichtungen und Koordinationsstellen wie das *International Center for Integrated Mountain Development* (ICIMOD) in Kathmandu, das *International Centre for Alpine Environment* (ICALPE) in Le Bourget-du-Lac bei Chambéry für die europäischen Alpen, einer *African Mountain Association* sowie einer *Andean Mountain Association* sind bereits etabliert.

– Für die Gebirge der ehemaligen Sowjetunion ist eine vergleichbare nichtstaatliche Organisation im Entstehen (*International Mountain Research-Information Laboratory* – IMRIL, Leitung YU. BADENKOV, Moskau). Durch die Übersetzung des *World Mountain Network Newsletter* ins Russische wird dem Informationsbedarf Rechnung getragen.

– Das Netzwerk der internationalen Gebirgsforschung umschließt ferner im deutschsprachigen Bereich die *Arbeitsgemeinschaft für Vergleichende Hochgebirgsforschung*, die in besonderem Maß an die Aktivitäten von CARL TROLL anknüpft, aber auch die Forschungserfahrungen aus Süd- und Südostasien betont (H. HEUBERGER, C. RATHJENS, H. UHLIG u. a.). Unter den im Entwicklungsbereich tätigen Organisationen hat sich in jüngster Zeit das *East-West Center Honolulu* auch für den Gebirgsbereich hervorgetan (L. HAMILTON).

– Einzelne geographische Institute konnten sich in der (Hoch-)Gebirgsforschung besonders profilieren. Daß hier das Geographische Institut der Universität Bonn, das Geographische Institut der Universität Bern, die Geographischen Institute der Universitäten Innsbruck und Salzburg, das Institut de Géographie Alpine der Universität Grenoble, das Instituto Pire-

naico de Ecología in Jaca/Spainien, das Department of Geography der Universität Davis/California in der Tradition des Department of Geography der Universität Boulder/Colorado und das Institut für Geographie der Russischen Akademie der Wissenschaften (vormals Akademie der Wissenschaften der UdSSR) in Moskau genannt werden, beruht auf dem Engagement der dort tätigen Wissenschaftler bei der Organisation des internationalen Erfahrungsaustauschs.

– Schließlich beteiligen sich andere internationale Organisationen an der Entwicklung von Gebirgsräumen, wie die Aktivitäten der *Food and Agriculture Organization* (FAO) mit mehreren *Watershed Management Projects* zeigen (*World Mountain Network Newsletter* 6, Juli 1992, S. 9).

Die Auflistung zeigt, daß die internationale Gebirgsforschung in ihrer Grundlagenarbeit und bei der Anwendung heute auf ein dichtes Netz von Forschungseinrichtungen und – damit verbunden – auf ein schon fast unübersehbar werdendes Erfahrung- und Ergebnispotential zurückgreifen kann. Ein Teil der Erkenntnisse der jüngeren Gebirgsforschung, die den Aspekt des globalen Vergleichs und der Einbindung in die globale Umwelt- und Entwicklungsprobleme immer mehr hervorgehoben hat, ist in den problemorientierten Überblick zur Gebirgsforschung eingeflossen, der der UNCED in Rio de Janeiro vorgelegt wurde (*An Appeal for the Mountains*, 1992). In ausführlicher Form wurde dieser Bericht unter der Herausgeberschaft von PETER B. STONE als regionaler Überblick publiziert (*The State of the World's Mountains*, 1992). Solche vergleichenden und problematisierenden Überblicke machen auch deutlich, welche Forschungslücken noch bestehen. Daher wurde im Verlauf des Symposiums in Kalifornien bei der Diskussion über die weitere Arbeit der IGU-Kommission auch ein Handbuch zur Terminologie, Merkmalscharakteristik und vergleichenden Beschreibung der Gebirgsräume als Desiderat bezeichnet.

#### 4 Einige zurückliegende Gebirgskonferenzen

Die Konferenz von Davis steht in einer Tradition internationaler Tagungen. Von der IGU-Kommission gingen seit einem früher vorgelegten Bericht über die Konferenz in Tsukuba/Japan 1980 (STADELBAUER 1981; vgl. B. MESSERLI 1984) aus:

- 1981 ein in Bern abgehaltener Workshop zur Stabilität und Instabilität von Gebirgsökosystemen;
- 1982 ein in Mohonk/USA durchgeführter Workshop zu Problemen der Entwicklung erneuerbarer Ressourcen in Gebirgsräumen;
- 1983 ein Symposium *Natural Environment and Man in Tropical Mountain Ecosystems* in Mainz;
- 1984 eine Konferenz in Bern im Rahmen des 25. Internationalen Geographenkongresses, Paris, mit Exkursion in den schweizerischen Alpen;

- 1986 im Rahmen der in Spanien abgehaltenen Regionalkonferenz der IGU eine Tagung in Barcelona und Jaca mit Exkursion in die Pyrenäen;
- 1986 eine in Addis Abeba durchgeführte Konferenz zum Ökosystem afrikanischer Gebirge (*African Mountains and Highlands*);
- 1988 im Rahmen des 26. Internationalen Geographenkongresses, Christchurch, mit anschließender Exkursion durch die neuseeländischen Alpen;
- 1990 eine den afrikanischen Gebirgen gewidmete Konferenz in Rabat.

Dazu kommen mehrere internationale Konferenzen mit regionalem Schwerpunkt, die innerhalb der *International Mountain Society* abgehalten wurden. Sie verfolgten vor allem den Zweck, die jeweiligen Großregionen enger in das gesamte Netzwerk der Gebirgsforschung einzugliedern. Die Gründung der *African Mountain Association* und der *Andean Mountain Association* waren organisatorische Maßnahmen in diesem Zusammenhang.

### 5 Veränderte und gleichbleibende Paradigmen der Gebirgsforschung

Der vorstehende Überblick über die Entwicklung der Gebirgsforschung hat den organisatorischen Rahmen, die Einbindung in die IGU, in die Programme des *International Council of Scientific Unions* (ICSU), die Beziehungen zur *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) hervorgehoben, um den integrativen Anspruch der geographischen Gebirgsforschung zu verdeutlichen. Sie hat sich immer bemüht, Grundlagenforschung am Einzelobjekt, Modell- und Theoriebildung für den Transfer von Forschungsansätzen und die Anwendung der Ergebnisse in Raumplanung und Umwelt/Naturschutz miteinander zu verknüpfen und dabei traditionelle Fachgrenzen eher zurückgestellt. Die Entwicklung von Modellen im Rahmen der europäischen MAB-6-Projekte (z. B. Obergurgl, Aletsch, Grindelwald) verdeutlichen dies besonders gut. So haben sich auch beim Symposium von 1992 diese Aspekte sowohl während der Vortragssitzungen wie bei den Diskussionen auf der Exkursion gegenseitig ergänzt.

Die Einbindung der IGU-Kommission in das internationale Netzwerk der Gebirgsforschung war aber nur ein Aspekt des Treffens von 1992. In Davis und in der *White Mountain Research Station* Crooked Creek wurden Forschungsergebnisse aus verschiedensten Bereichen der Gebirgsforschung präsentiert. In diesen Fachvorträgen lassen sich die folgenden Schwerpunkte feststellen:

- (a) Gebirge als spezifische Problemgebiete innerhalb großer Problemregionen (F. OJANY für Afrika, YU. BADENKOV für die GUS-Staaten);
- (b) Naturschutz in Gebirgen (L. HAMILTON, R. GALLOWAY);

(c) Kulturlandschaft der Gebirgsräume zwischen Verfall und Nutzung (J. STADELBAUER, J. GARCIA-RUIZ, R. MARTINEZ-CASTROVIEJO);

(d) Indikatorenbedeutung von Vegetation und Tierwelt als klassisches Thema der Gebirgsforschung (M. RICHTER, B. LUCKMAN, F. K. HOLTMEIER, I. NAKASHINDEN, P. HÖLLERMANN, H. U. SCHÜTZ, S. GALE, K. S. VALDIYA);

(e) Klimaeinflüsse und Reliefentwicklung (D. BARSCH, H. ROMERO).

(Zu a): In Afrika haben sowohl die autochthone Siedlungsgeschichte als auch die kolonialen Besiedlungsprozesse unterstrichen, welche Bedeutung die Hochländer für Bevölkerung und Landwirtschaft haben. Das mit der intensivierten Gebirgsnutzung verbundene Erosionsproblem verlangt heute Gegenstrategien, um der unkontrollierten Abtragung Einhalt zu gebieten. Am Beispiel von Kenya kann dies aufgezeigt werden (F. OJANY, Nairobi).

Der Zusammenbruch der Sowjetunion ließ auch die desolate Umweltsituation in weiten Gebirgsbereichen der heutigen GUS-Staaten und Georgiens deutlicher als je zuvor sichtbar werden (YU. BADENKOV, Moskau). Dabei belasten nicht nur die Mißachtung einfachster Regeln zur Nutzung der natürlichen Ressourcen, sondern vor allem die auf Moskau zentrierte und realitätsferne Wirtschaftspolitik sowie eine die Konflikte eher schürende als ausgleichende Nationalitätenpolitik die aktuelle Entwicklung der Gebirgsräume. Die kriegerischen Auseinandersetzungen zwischen ethnischen und politischen Gruppierungen in Kaukasien und Tadschikistan dokumentieren das mit dem Verfall der Zentralgewalt freigelegte Konfliktpotential, das wesentliche Nachhaltigkeits- und Schutzbestrebungen hinfällig macht.

(Zu b): Der Naturschutzgedanke ist nicht neu; erste Nationalparke sind in Gebirgsräumen ausgewiesen worden (Yellowstone 1882). Auf der im Frühjahr 1992 in Caracas/Venezuela abgehaltenen 3. Internationalen Konferenz der IUCN (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*, Hauptsitz in Gland/CH) spielten Gebirgsräume eine entscheidende Rolle. L. HAMILTON (East-West Center, Honolulu/Hawaii) hob in der Begründung der besonderen Schutzwürdigkeit von Gebirgsräumen hervor, daß dort die natürlichen Prozesse besonders dynamisch ablaufen, daß viele Gebirge eine besonders große biologische Artenvielfalt sowie eine hohe Dichte schützenswerter Kulturdenkmäler aufweisen und daß sie als Regen- und Schneefänger die Wasserversorgung der Vorländer sicherzustellen haben. Die relative Unberührtheit prädestiniert viele Gebirge als Erholungsgebiete, doch bringt die touristische Nutzung auch Gefahren einer Übernutzung mit sich. Da zahlreiche Grenzen bewußt in unbesiedelten Gebirgsräumen gezogen wurden, sind diese Gebirge zugleich politische Pufferzonen. Unter den Herausforderungen der globalen Klimaveränderungen eignen sich

die Gebirge mit ihren besonders sensibel reagierenden Ökosystemen in hohem Maße als Testgebiete für ein Monitoring. Daß der Schutz von Gebirgsräumen noch verstärkt werden muß, ist eine logische Schlußfolgerung.

Als kleinräumiges Beispiel für einen geschützten Gebirgsraum stellte R. GALLOWAY (Canberra) den Kosciusko State Park vor, der über hundert Jahre lang als Hochweide diente, eher er unter Schutz gestellt wurde. Die aus der Weidenutzung überkommenen Schutzhütten führen heute zu Diskussionen über kulturlandschaftliche Einzelelemente, welche mit den aktuellen Schutzansprüchen nicht mehr vereinbar erscheinen. Die Nutzung als Regenschutzhütten, eine Nutzung für die Parkverwaltung, aber auch der Abriß sind Alternativen, die sich aus unterschiedlichen Bewertungen ergeben. Es bietet sich an, die wenigen verbliebenen Hütten in das Parkmanagement einzubeziehen und sie auch für eine räumliche Steuerung der Besucherströme zu verwenden.

(Zu c): Die Erfassung und Bewertung kulturlandschaftlicher Relikte in mitteleuropäischen Mittelgebirgen (J. STADELBAUER, Freiburg i. Br.) kann ein ähnliches Dilemma zwischen Erhaltung und Folgenutzung oder Aufgabe und Verlust aufzeigen. Siedlungs- und Wirtschaftsrelikte haben einen historischen Quellenwert und sind eine Bereicherung des Ressourcenpotentials für den Erholungsverkehr. Das Beispiel der Vogesen zeigt die Vielfalt kulturlandschaftlicher Zeugnisse zurückliegender Phasen der Raumentwicklung. Schutz und Zweitnutzung sollten gleichermaßen verfolgt werden, um dokumentarische, edukative und rekreative Zielsetzungen zu unterstützen. Es kann vermutet werden, daß von Schutz und erneuter Präsentation ein positiver Einfluß auf die Eigenidentifikation der Bergbevölkerung ausgeht – ein Gesichtspunkt, der zur Übertragung auf außereuropäische Gebirgsräume anregt.

Den Zusammenhang zwischen sozio-ökonomischem Wandel und ökologischen Konsequenzen zeigt die Vegetationssukzession auf aufgegebenen Nutzungsterrassen in den Zentralpyrenäen (J. GARCIA-RUIZ, Zaragoza). Dort hat der kontinuierliche Rückgang der agrarischen Landnutzung – nochmals beschleunigt nach dem EG-Beitritt Spaniens und dem Wirksamwerden der EG-Agrarpolitik – zu unkontrollierten Abtragungsprozessen und zur Zerstörung von alten Terrassensystemen geführt. Ihrer Intensität kann mit einer erneuten, landespflegerisch orientierten Nutzung begegnet werden. Ebenfalls aus den zentralen Pyrenäen sind Schuttströme bekannt, die in historischer Zeit in Bewegung geraten sind und große Schwemmfächer aufbauten (R. MARTINEZ-CASTROVIEJO, Zaragoza). Deren anfängliche Instabilität läßt sich durch gezielte Aufforstung überwinden.

(Zu d): Zu den Handicaps, durch die die klimatologische Forschung in Gebirgsräumen beeinträchtigt wird, gehört der Mangel an kleinräumig aufgeglie-

derten klimatologischen Daten, weil ein den stark differenzierten äußeren Bedingungen angepaßtes Netz an Klimastationen fehlt. Hier bietet sich an, Merkmale der Vegetation stellvertretend heranzuziehen. Am Beispiel der südamerikanischen Tropengebirge wurde gezeigt (M. RICHTER, Erlangen), daß die Blattform, insbesondere Blattform und -größe der Melastomataceen, und die Epiphytenform ausreichend exakte Indikatoren für die dreidimensionale Differenzierung des Gebirgsklimas sind.

Mit dendrochronologischen Methoden lassen sich Baumringe als Indikatoren zur Abschätzung von langfristigen Klimaveränderungen heranziehen (B. LUCKMAN, Ontario). Sie korrelieren insbesondere signifikant mit dem Temperaturgang, wie Untersuchungen in einem 400 km ausgedehnten Gebiet der Rocky Mountains in Alberta gezeigt haben.

Prozesse an der oberen Waldgrenze sind über biotische Indikatoren gut nachvollziehbar. In historischer Zeit haben unterschiedliche anthropogene Einflüsse (Weidenutzung, Bergbau, Salzgewinnung) die alpine Waldgrenze teilweise um 100 bis 250 m herabgedrückt. Der schmaler gewordene Waldstreifen erweist sich als wesentlich anfälliger für Windbruch und Lawineneinflüsse. Um den Schutzwaldcharakter wiederherzustellen, ist Aufforstung erforderlich, die jedoch auf kleinräumig unterschiedliche Rahmenbedingungen stößt. Es ist nahezu ausgeschlossen, die natürliche Höhengrenze der Waldbedeckung wiederherzustellen. Eine globale Temperaturerhöhung und die Verbreitung von Samen durch Vögel bieten Chancen für eine Ausweitung der Waldgebiete. Das Hauptproblem bleiben die weidenden Tiere, wobei fragwürdiges Schutzdenken bereits zu einer Überpopulation mit verschiedenen Wildarten geführt hat. Das Beispiel der europäischen Alpen verdeutlicht die Vielzahl von Faktoren, die bei der Erforschung von Prozessen an der Waldgrenze zu berücksichtigen sind (F. K. HOLTMEIER, Münster/Westf.).

Zu den Kleinnagern, die durch die Anlage ausgedehnter unterirdischer Bauten in die Ökologie der Waldgrenze eingreifen, gehört die Taschenratte (*pocket gopher*), die sich wegen ihrer besonderen Einbindung in den Höhensaum der oberen Waldgrenze in Nordamerika gut für eine Detailuntersuchung eignet (H. U. SCHÜTZ, Münster/Westf.).

Als spezielle Gehölzart der japanischen Gebirge kann die aus Nordost-Asien eingewanderte Steinkiefer (*Pinus pumila*) gelten (I. NAKASHINDEN, Tokyo), die sich mit der Erwärmung der Gebirgsregionen weiter ausbreiten konnte. Ihre Wuchsform charakterisiert sie im Normalfall als Strauch von 10 bis 300 cm Höhe. Die Zapfenbildung benötigt zwei Jahre. An den Wachstumsringen läßt sich zeigen, daß die Jahre 1981, 1984 und 1988 sich durch eine starke Mast auszeichneten, während 1983 ein ausgesprochen schlechtes Jahr war. Gefahren gehen für den Habitat von der Invasion verschiedener Alnusarten (begün-

stigt durch ein relativ feuchteres Klima) und vom Massentourismus aus.

Der Untersuchungsansatz der Feuerökologie hat einen Schwerpunkt in subtropischen Gebirgsräumen (P. HÖLLERMANN, Bonn). Waldbrände sind dort – meist im Juli/August auftretend – überwiegend anthropogen verursacht, haben aber neben vielen negativen Folgen auch einige positive Effekte: Die Asche reichert den Boden mit Nährstoffen an, die Keimung von Sträuchern wird vielfach begünstigt. Unter günstigen Bedingungen kann sich in der Waldstufe der Kanarischen Inseln bereits fünf bis acht Jahre nach einem Feuer eine neue Strauchformation, nach acht bis zehn Jahren neuer Wald auf dem betroffenen Areal einstellen. Flächenhafte Brände führen zu offenen Pinus-Waldlandschaften. Im Normalfall sollten daher Feuer in subtropischen Wäldern nicht nur als Katastrophe betrachtet werden, sondern auch in ihren positiven Folgen (Bodenernährung, bessere Wuchsbedingungen für einzelne Pflanzenarten) gesehen werden. Problematisch werden die Brände allerdings, wenn sie in zu großer räumlicher und zeitlicher Dichte als anthropogener Einfluß auftreten.

Ein Sondertyp innerhalb der Gebirgslandschaften sind Kalkgebirge, weil in ihnen die unterirdische Wasserbewegung nicht nur zu einem besonderen Karstformenschatz, sondern auch zu einer zusätzlichen kleinräumigen Differenzierung nach den Einzugsbereichen der Karstwassergerinne führt (S. GALE, Armidale/New South Wales).

In welchem Maß geotektonische Prozesse zu Naturkatastrophen führen können und welche Folgen sich daraus für die sorgsame Planung von großen Bauprojekten in Gebirgen ergeben müssen, zeigte K. S. VALDIYA (Nainital, Uttar Pradesh/Indien). Neotektonische Vorgänge bewirken noch heute im Großen Himalaya vertikale Bewegungen von 0,7 bis 1,1 mm pro Jahr. Innerhalb weniger Stunden kann nach einem Bergrutsch ein ganzes Tal abgedämmt und mit jungen Sedimenten aufgefüllt werden. Die Vielzahl von Bruchlinien im Himalaya bestimmt die hohe Wahrscheinlichkeit solcher Vorgänge, die z. B. durch Erdbeben ausgelöst werden können. In der Anwendung dieser Forschungsergebnisse muß vor einem weiteren Ausbau der Wasserkraftnutzung in Großprojekten gewarnt werden.

(Zu e): Denkbare Konsequenzen, die sich aus einer Erwärmung der Atmosphäre für Reliefformungsprozesse in Hochgebirgen ableiten lassen, erläuterte D. BARSCH (Heidelberg). Die Verbreitung von Blockgletschern erlaubt eine Interpretation des Temperatur/Niederschlagszusammenhangs und führt zu der Folgerung, daß eine Erwärmung der Atmosphäre räumliche Verschiebungen zugunsten inselhafter Permafrostvorkommen bewirken und damit zu einer Ausweitung von periglazialen Phänomenen führen würde. Am Beispiel von Chile wurden regionale Fol-

gen von globalen Prozessen der Klimaveränderung sowohl für die natürliche Umwelt als auch für sozio-ökonomische Vorgänge aufgezeigt (H. ROMERO, Santiago de Chile). Für Chile sind die natürlichen Ressourcen eine wesentliche Grundlage der Wirtschaftsentwicklung, doch sind ausländische Investitionen bisher fast nur im Bergbausektor erfolgt. In der Landwirtschaft zeichnet sich mit der Aufteilung von Allmendland und der Einführung neuer Nutzungsformen auch ein Wandel ab, dessen wirtschaftlicher Wert jedoch von Klimaveränderungen globaler Art beeinflußt wird.

Insgesamt hatte zwar die physiogeographisch-ökologische Ausrichtung der Gebirgsforschung weiterhin ein Übergewicht gegenüber kulturgeographischen Ansätzen, aber mit dem Gedanken des menschlichen Eingriffes, des Schutzes und der Wechselwirkung zwischen sozio-ökonomischen und ökologischen Vorgängen trat der Anwendungsgedanke deutlicher hervor. Damit sollte auch der 1989 in Cachkadzor von J. IVES erhobenen Forderung Rechnung getragen werden, daß die Gebirgsforschung sich um umfassende Analysen bemühen muß, die angesichts der Einbeziehung der Gebirgsräume in überregionale oder gar globale Beziehungen ökologische, anthropologisch-kulturgeographische und ökonomische Aspekte miteinander verknüpfen (IVES u. MESSERLI 1990).

#### Literatur

- An Appeal for the Mountains. Prepared on the occasion of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) Rio de Janeiro, Juni 1992 ...* Bern Mountain Agenda, 1992.
- BRUGGER, E. A., FURRER, G., MESSERLI, B. u. MESSERLI, P. (Hg.): Umbruch im Berggebiet. Die Entwicklung des schweizerischen Berggebiets zwischen Eigenständigkeit und Abhängigkeit aus ökonomischer und ökologischer Sicht. Bern, Stuttgart 1984.
- GERHARD, J.: Mountain Environments: An Examination of the Physical Geography of Mountains, London 1990.
- GRÖTZBACH, E.: Höhengrenzen und Höhenstufen. In: Geographische Rundschau 37, 1985, S. 339–3344.
- : Zur siedlungsgeographischen Charakterisierung von Hochgebirgen. In: GRÖTZBACH, E. u. RINSCHADE, G. (Hg.): Beiträge zur vergleichenden Kulturgeographie der Hochgebirge. Eichstätter Beiträge 12, Geographie. Regensburg 1984.
- HÖLLERMANN, P.: Some Aspects of the Geoecology of the Basin and Range Province (California Section). In Arctic and Alpine Research 5, 1973 a, S. 85–98.
- : Some Reflections on the Nature of High Mountains, with Special Reference to the Western United States. In: Arctic and Alpine Research 5, 1973 b, S. 145–160.
- : Naturräumliche Höhengrenzen und die Hochgebirgsstufe in Gebirgen des westlichen Nordamerika. In:

- JENTSCH, C. u. LIEDTKE, H. (Hg.): Höhengrenzen in Hochgebirgen. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes 29. Saarbrücken 1980, S. 75–117.
- : Zur naturräumlichen Höhenstufung von Gebirgen subtropischer Winterregengebiete – Profile aus Mittel-Kalifornien. In: Festschrift für Wendelin Klaer zum 65. Geburtstag. Mainzer Geographische Studien 34, Mainz 1990, S. 195–214.
- IVES, J. D.: Highland-Lowland Interactive Systems in the Humid Tropics and Subtropics: The Need for a Conceptual Basis for an Applied Research Programme. In: Conservation and Development in Northern Thailand. UNU Publication 77. Tokyo 1980, S. 3–8.
- IVES, J. a. MESSERLI, B.: The Himalayan Dilemma. London 1989.
- : Progress in Theoretical and Applied Mountain Research, 1973–1989, and Major Future Needs. In: Mountain Research and Development 10, 1990, S. 101–127.
- JENTSCH, C.: Methodische Ansätze in der vergleichenden Geographie der Hochgebirge (mit Beispielen aus altweltlichen Gebirgen). In: GRÖTZBACH, E. u. RINSCHÉDE, G. (Hg.) (1984), S. 57–72.
- JENTSCH, C. u. LIEDTKE, H. (Hg.): Höhengrenzen in Hochgebirgen. Vorträge und Diskussionen eines DFG-Rundgesprächs in Saarbrücken 1979. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes 29. Saarbrücken 1980.
- MANSHARD, W.: New Global Environment Programmes and Sustainable Development – A Geographical Perspective. In: GeoJournal 20.2, 1990, S. 151–156.
- LAUER, W. (Hg.): Natural Environment and Man in Tropical Mountain Ecosystems. Proceedings ... Erdwissenschaftliche Forschung 18. Stuttgart 1984.
- MESSERLI, B.: Work and History of the Commission on Mountain Geoecology of the International Geographical Union (IGU). In: LAUER, W. (Hg.) (1984), S. 9–11.
- MESSERLI, B. a. HURNI, H. (Eds.): African Mountains and Highlands: Problems and Perspectives. Marceline, Miss. 1990.
- MESSERLI, P.: Mensch und Natur im alpinen Lebensraum – Risiken, Chancen, Perspektiven. Zentrale Erkenntnisse aus dem schweizerischen MAB-Programm. Bern 1989.
- Preobrazovanie gornoj sredy: Regional'noe razvitie i ustojčivost'; sozjaz' s global'nymi izmenenijami. Meždunarodnaja konferencija, Cachkadzor, Armjanskaja SSR. Tezisy dokladov.* Moskva, Erevan 1989.
- PRICE, L. W.: Mountains and Man. A Study of Process and Environment. Berkeley, Los Angeles 1981.
- Problemy gornogo chozjajstva i rasselenija.* Moskva 1988.
- RATHJENS, C.: Neuere Entwicklung und Aufgaben einer vergleichenden Hochgebirgsgeographie. In: Geographisches Taschenbuch 1966/69. Wiesbaden 1968, S. 199–210.
- : Terminologische und methodische Fragen der Hochgebirgsforschung. In: Geographische Zeitschrift 69, 1981, S. 68–77.
  - : Geographie des Hochgebirges. I. Der Naturraum. Stuttgart 1982.
- SCHWEIZER, G.: Zur Definition und Typisierung von Hochgebirgen aus der Sicht der Kulturgeographie. In: GRÖTZBACH, E. u. RINSCHÉDE, G. (Hg.) (1984), S. 31–56.
- : Die Begriffe Hochgebirge/Haute Montagne und Mittelgebirge/Moyenne Montagne in der deutschen und französischen Geographie. In: Probleme des ländlichen Raumes im Hochgebirge. Innsbrucker Geographische Studien 16. Innsbruck 1988, S. 11–17.
- STADELBAUER, J.: Geoökologische Gebirgsforschung. Ein Bericht über das internationale Symposium der IGU-Kommission „Mountain Geoecology“, Japan 1980. In: Erdkunde 35, 1981, S. 321–324.
- The State of the World's Mountains. A global report.* Edited by PETER B. STONE. London 1992.
- TROLL, C.: Studien zur vergleichenden Geographie der Hochgebirge der Erde. Bonner Mitteilungen 21. Bonn 1941; Nachdruck in: TROLL, C.: Ökologische Landschaftsforschung und Vergleichende Hochgebirgsforschung. Erdkundliches Wissen 11. Wiesbaden 1966, S. 95–126 sowie in: UHLIG, H. u. HAFFNER, W. N. (Hg.): Zur Entwicklung der Vergleichenden Geographie der Hochgebirge. Wege der Forschung 223. Darmstadt 1984, S. 128–169.
- : Über das Wesen der Hochgebirgsnatur. In: Jahrbuch des Deutschen Alpenvereins 80, 1955, S. 142–157; Nachdruck in: TROLL, C. (1966) [wie oben], S. 127–149 sowie in: UHLIG, H. u. HAFFNER, W. N. (Hg.) (1984) [wie oben], S. 170–195.
  - (Ed.): Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas. Geo-Ecologia de la Regiones Montanosas de las Americas Tropicales. Colloquium Geographicum 9. Bonn 1968.
  - (Hg.): Geoecology of the High-Mountain Regions of Eurasia. Erdwissenschaftliche Forschung 4. Wiesbaden 1972.
  - : Vergleichende Geographie der Hochgebirge der Erde in landschaftsökologischer Sicht. Eine Entwicklung von dreieinhalb Jahrzehnten Forschungs- und Organisationsarbeit. In: Geographische Rundschau 27, 1975, S. 185–198.
- TROLL, C. u. LAUER, W. (Hg.): Geoecological Relations Between the Southern Temperate Zone and the Tropical Mountains. Proceedings of the Symposium of the International Geographical Union, Commission on High Altitude Geoecology, November 21–23, 1974, Mainz. Erdwissenschaftliche Forschung 11. Wiesbaden 1978.
- UHLIG, H.: Gedanken zur Entwicklung der Vergleichenden Hochgebirgsforschung. In: Wirtschaftliche Aspekte der Raumentwicklung in außereuropäischen Hochgebirgen. Frankfurter Wirtschafts- und Sozialgeographische Schriften 36. Frankfurt a. M. 1981, S. 7–19.
- : Die Darstellung von Geo-Ökosystemen in Profilen und Diagrammen als Mittel der vergleichenden Geographie der Hochgebirge. In: GRÖTZBACH, E. u. RINSCHÉDE, G. (Hg.) (1984), S. 93–152.
- UHLIG, H. u. HAFFNER, W. (Hg.): Zur Entwicklung der Vergleichenden Geographie der Hochgebirge. Wege der Forschung 223. Darmstadt 1984.
- WINIGER, M.: Gebirge und Hochgebirge. Forschungsentwicklung und -perspektiven. In: Geographische Rundschau 44, 1992, S. 400–407.