



Trends angewandter Hochgebirgsforschung in Tibet – Bericht über ein Hochgebirgs-Fernerkundungs-Symposium

Von HERMANN HÄUSLER*)

Mit 2 Abbildungen

*China
Nepal
Tibet
Fernerkundung
Neotektonik
Geomorphologie
Massenbewegungen
Erosion
Landnutzung*

Inhalt

Zusammenfassung	59
Abstract	59
1. Kongreß-Splitter und Kurzbeschreibung der Geologie der Exkursionsroute in Tibet/Nepal	59
2. Unterschiedliche Aspekte des Himalaya-„uplift“	60
3. Erosions- und Landnutzungsproblematik in Tibet	62
Literatur	63

Zusammenfassung

Die Vorträge des zweiten, heuer in China abgehaltenen, Internationalen Kongresses über Hochgebirgs-Fernerkundungs-Kartographie vermittelten das große internationale Interesse am Aufbau eines globalen, auf Fernerkundungsdaten erdbeobachtender Satelliten basierenden Umweltmonitoring-Systems. Als Testgebiet für den Aufbau eines Geographischen Informationssystems wurde von der chinesischen Regierung das „Three River Valley“-Gebiet im tibetischen Hochland, westlich von Lhasa, ausgewählt. Grundlage für dieses interdisziplinäre Projekt sind neben geowissenschaftlichen Kartierungen hochauflösende multisensorale und multitemporale Fernerkundungsdaten.

Development of Applied High Mountain Research in Tibet – Report Upon a High Mountain Remote Sensing Symposium

Abstract

The lectures of the Second Congress on High Mountain Remote Sensing Cartography (HMRSC-II) reflected the international interest in remote sensing and global environmental change. The “Three River Valley” area in southern Tibet was selected by the Chinese government for establishing a geographical information system mainly based on multisensor and multitemporal remote sensing data.

1. Kongreß-Splitter und Kurzbeschreibung der Geologie der Exkursionsroute in Tibet/Nepal

Der folgende Kurzbericht über das Zweite Internationale Symposium über Hochgebirgs-Fernerkundungs-Kartographie (High Mountain Remote Sensing Cartography – HMRSC-II) in China/Nepal soll einen Querschnitt internationaler Forschung auf dem Gebiet der Fernerkundung in

bezug auf Probleme der Hochgebirgsökologie sowie einen Eindruck von den mit gewaltigen Umweltproblemen konfrontierten Landnutzungsbestrebungen der tibetischen Regierung vermitteln.

Das vom Institute of Remote Sensing Application der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Peking (Organisation Prof. LIU Jiyuan) gemeinsam mit dem Institut für Digitale Bildverarbeitung und Computergraphik, Joanneum Research, Graz (Leitung Prof. M. BUCH-

*) Anschrift des Verfassers: Ass.-Prof. Univ.-Doz. Dr. HERMANN HÄUSLER, Institut für Geologie, Universität Wien, Universitätsstr. 7, A-1010 Wien.

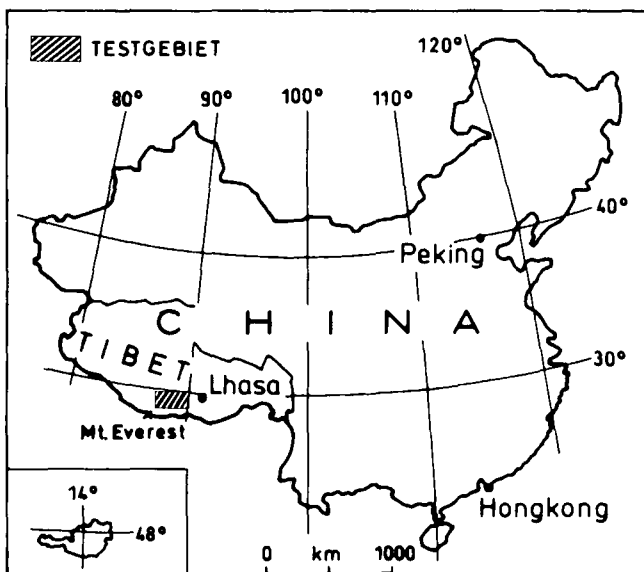


Abb. 1. Lage des für geowissenschaftliche Fernerkundungs-Studien ausgewählten Gebietes in Südtibet. Das etwa 8000 km² große Testgebiet im „Three River Valley“, westlich Lhasa, nimmt vergleichsweise 10% der Fläche von Österreich ein.

Fig. 1. Area of remote sensing studies in southern Tibet. The „Three River Valley“ area west of Lhasa is a testsite of approximately 8000 km².

ROITHNER) und dem Institut für Geologie der Universität Wien (Doz. H. HÄUSLER, Mag. LEBER) veranstaltete 2. Internationale Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography (HMRSC-II) führte von Peking aus nach Tibet (vgl. Abb. 1) und endete in Kathmandu/Nepal bei ICIMOD (International Center for Integrated Mountain Development).

Die Vorträge der Konferenzteilnehmer verteilten sich auf die Tagungsorte Peking (Session A) und Lhasa (Session B-D).

Über internationale applikationsorientierte Fernerkundungs-Projekte in Hochgebirgsregionen berichteten unter anderem C. BARDINET („International geosphere-biosphere project“, Aufbau einer internationalen Datenbank über „Data for global changes in critical zones“), G. BAX (4-D Computersimulation der Geologie Nord-Skandinaviens), M. BUCHROITHNER (Tauern-Dachstein-Testgebiet: „TADAT“), H. BLOEMER („Earth observation system sensor data for geobiophysical modelling of mountainous terrain“), V. KAUFMANN (ERS-1 SAR: Stereo-Radarbildauswertung Süditalien) und R. KOSTKA (Gletscher-Kartierung in Nepal).

Speziell über Fernerkundungs-gestützte Arbeiten in Tibet referierten Zequn GUAN (Grasland-Klassifizierung in Nordtibet), H. HÄUSLER (geologisch-geomorphologische Untersuchungen im Rahmen multisensoraler und multitemporaler Vergleichsstudien), D. LEBER (geostatistische Untersuchungen im Testgebiet „Three River Valley“, Satellitenbildlineamente, Entwässerungsnetz, Trennflächengefüge), Jiyuan LIU (Fernerkundung und Landnutzung im Tibet-Plateau), J. MATTHEWS (Kartierung von Ophiolithkomplexen in Tibet), Changan SHI (Änderung der Gletscherstände in Zentraltibet) und Jinfeng WANG (kleinmaßstäbige integrative Studie über Naturkatastrophen in China – Testgebiet Tibet-Plateau).

Nähere Angaben über die Verwendung eines hochauflösenden digitalen Geländehöhenmodells (DGM) für die thematische Auswertung von Fernerkundungsdaten bzw.

über geologische, geomorphologische und geoökologische Studien in einem Testgebiet des tibetischen Hochplateaus finden sich bei M. BUCHROITHNER et al. (1993) bzw. H. HÄUSLER et al. (1993).

Eine erste Exkursion führte die HMRSC-II-Teilnehmer in das 90 km NW von Lhasa gelegene Geothermiefeld von Yangbajain (vgl. Abb. 2). Der Südteil der Nyainqen Tanglha-Plattform, der Gangdise-Lhasa-Block, wird südlich des Nam Co-Sees von jungen Bruchstufen und pull apart basins geprägt, an die geothermische Anomalien gebunden sind.

Die weitere etwa 1000 km lange Route führte von Lhasa gegen Westen in die Trias-Flysch der „High Himalaya tectonic unit“ und querte bei Xigatse die verfalteten Oberkreidflysche der Xigatse Group sowie den Yarlung Tsangpo-ophiolitic belt (nähere Angaben siehe R.M. SHACKLETON, 1981). Ihren Höhepunkt erreichte die Exkursion beim Kloster Rongbuk, am Fuß des über 8800 m hohen Mt. Everest (Chomolungma).

Von Vertretern des Lanzhou-Instituts für Glaziologie und Geocryologie der Chinesischen Akademie der Wissenschaften wurde kurz auf jene Argumente hingewiesen, welche die langjährige Theorie des Göttinger Forschers M. KUHLE widerlegen, daß ganz Tibet von einem riesigen Eiskuchen („ice sheet hypothesis“) bedeckt gewesen sei (vgl. E. DERBISHIRE et al., 1991; Y. SHI et al., 1992).

Eine beeindruckende Fahrt aus der von der Erosion fast unbeeinflussten Hochgebirgs-Felswüste der Himalaya-Kette in den subtropischen Regenwald südlich Nyalam (Grenze des Monsun-Einflusses), mit bis zu 4000 mm Jahresniederschlag, führte auf kürzeste Distanz einen enormen landschaftlichen und klimatischen Gegensatz vor Augen. Ständige Felsstürze an aktiven escarpments, junge Talbildungen und Talzuschiebe sowie Erdbeben markieren dieses unausgeglichene Relief am Südabfall des Himalaya.

Die Exkursion querte in Nepal die rutschungsanfälligen Phyllite der Kuncha-Formation (gering metamorphes Präkambrium/Altpaläozoikum) der Unteren Nawakot Group im Sun Kosi-Tal und führte im Bagmati Tal in die entlang der MCT (Main Central Thrust; Miozän) auf die tieferen Himalaya-Einheiten überschobene, hoch metamorphe Kathmandu-Deckscholle (Mahabharat Synklinorium). Anhand von Landsat Thematic Mapper-Bildern ließ sich die Exkursion auch „remote“ verfolgen.

In Kathmandu werden im Forschungszentrum ICIMOD unter der Leitung von Dir. Surendra SHRESTHA anwendungsorientierte Fernerkundungsstudien und Regionalstudien im Grenzbereich Tibet/Nepal durchgeführt (z. B.: Arun river: J. DUNSMORE, 1988; T. LI, 1990; Nyemo county: R. ZHANG, 1989). Der Aufbau eines Computer-gestützten Mountain Environment and Natural Resources Information Systems (MENRIS) ist geplant.

Am Department of Mines and Geology (Ministry of Industry) wird derzeit von der Photogeology- and Remote Sensing Section im Annapurna Himal eine Bestandsaufnahme von Massenbewegungen (Kombination Satellitenbildauswertung/Geländeaufnahme, Bestimmung bodenphysikalischer Kennwerte etc.) durchgeführt (vgl. auch ältere Arbeiten von Ch. SHARMA, 1981; H. KIENHOLZ & H. HAFNER, 1982 sowie V. GALAY, 1987).

2. Unterschiedliche Aspekte des Himalaya-„Uplift“

So wie es unterschiedliche Auffassungen über die Vergletscherung des tibetischen Hochlandes gibt, wird

ROUTE OF THE FIELD TRIP OF THE 2nd INTERNATIONAL CONGRESS OF HIGH MOUNTAIN REMOTE SENSING CARTOGRAPHY 1992 (HMRSC-II) by H. HÄUSLER & D. LEBER

NYAINQEN TANGLHA PLATFORM
(with mostly continental Meso-
zoic)

GANGDISE - LHASA - BLOCK (Mesozoic with Transhimalayan plutons -

- [Cretac. granodiorites] related to Indus - Tsangpo - Suture zone [Gangdise unit - Paleogene / Neogene cover])

HIGH HIMALAYA TECTONIC UNIT (Crystalline + sedi-
mentary cover with U. Triassic
flysch)

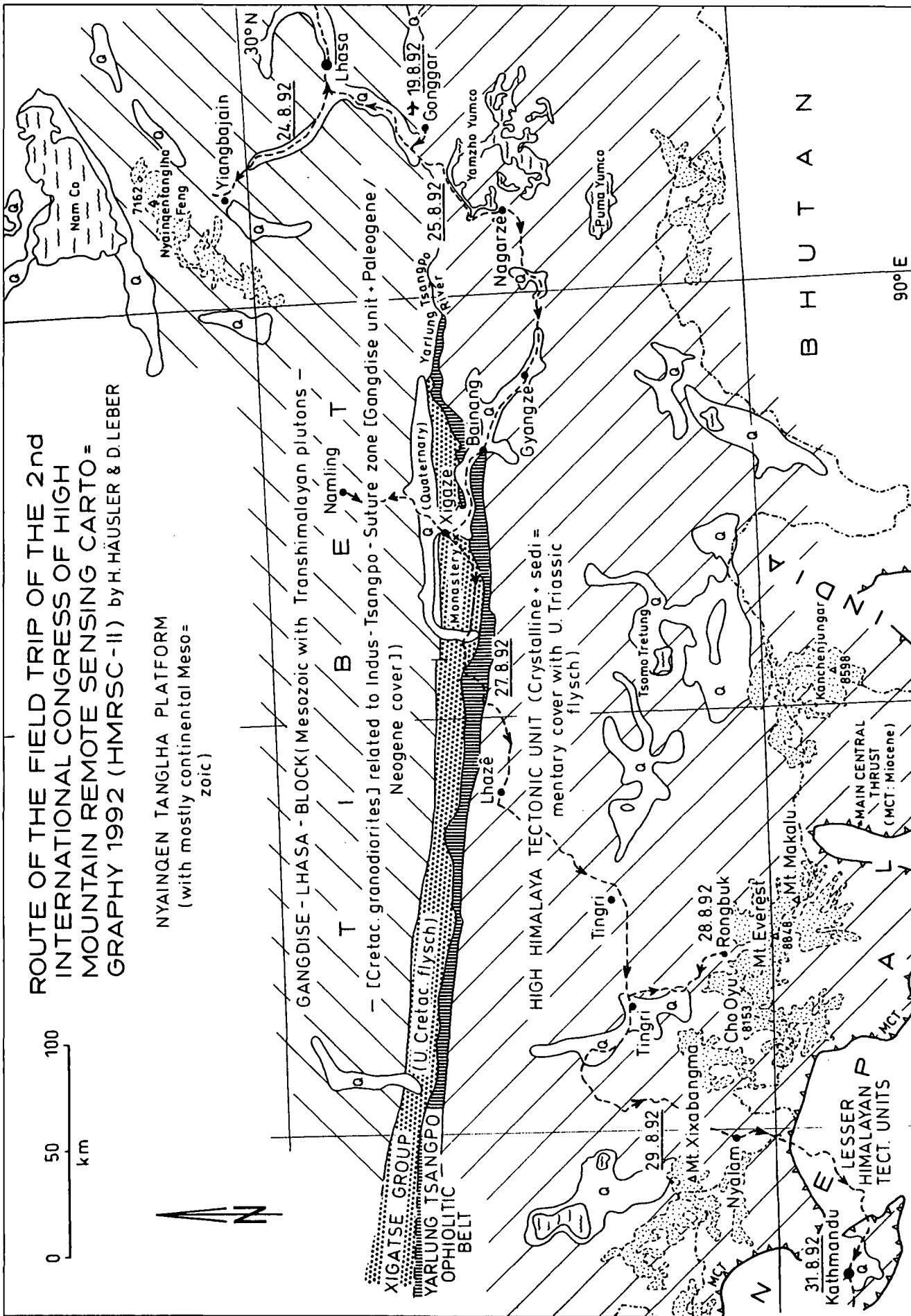


Abb. 2. Geologische Übersichtsskizze der Exkursion anlässlich des HMRSC-II-Symposiums von Lhasa/Tibet nach Kathmandu/Nepal (nach JIAO SHUPEI et al.; 1986; Geological map of the QINGHAI-XIZANG (Tibet) plateau and adjacent areas 1 : 1 500 000. - Geological Publishing House, Peking).
Signaturen: punktiert = Gletscher; Q = Quartäre Bedeckung.

von Geologen auch die Ursache der jüngsten Hebungen im Himalaya unterschiedlich beurteilt.

Der amerikanische Geologe D. BURBANK (1992) vertritt z.B. die Hypothese, daß die Ursache der jüngsten Hebungsvorgänge des Himalaya der Massenverlust durch Erosion sei, wobei er sich auf die Arbeit von P. MOLNAR & P. ENGLAND (1990) beruft, derzufolge die verstärkte Erosion – als Folge des Klimawechsels im Plio-Pleistozän – zu einer isostatischen Hebung des Himalaya geführt habe. In seiner Argumentation führt D. BURBANK (1992) an, daß ein Auskeilen der Unteren und Mittleren Siwalik Group gegen Süden (M.-Miozän bis M.-Pliozän) eine proximal mächtigere Schüttung während der tektonischen Hebung repräsentiere, daß jedoch die gegen Süden hin mächtigeren Ablagerungen der Oberen Siwalik Group (Pliozän-Holozän) auf eine Progradation von transversalen Schuttfächern infolge einer erosionsbedingten Hebung zurückzuführen seien.

Dieser Hypothese widersprechen z. B. völlig die Ergebnisse der Arbeit von P. CERVENY et al. (1988), wonach aufgrund der Fission track-Alter von detritischen Zirkonen aus Sandsteinen der Siwalik Group seit 18 Millionen Jahren stets junge Zirkon-Abkühlungsalter im Erosionsdetritus der Himalaya-Oberfläche nachgewiesen wurden. Dadurch ist indirekt eine kontinuierliche tektonische Hebung von Kristallinselen des Himalaya mit einem Relief nachgewiesen, das dem heutigen sehr ähnlich gewesen sein dürfte.

Aus den Zirkon-fission-track-Datierungen der heutigen Indus-Sande wird außerdem auf eine rasche Hebung des Nanga Parbat-Haramosh-Massifs mit durchschnittlich 5 mm/Jahr geschlossen (7 mm/Jahr nach P. TRELOAR et al., 1991; vgl. ferner Angaben südlich des Mt. Everest: $1,1 \pm 0,6$ mm/Jahr nach M. HUBBARD et al., 1991; M. LEE-DEY, 1991).

D. BURBANK geht in seiner Arbeit auch nicht auf die jüngsten tektonischen Erscheinungen ein, wie sie z. B. von R. ARMIJO & P. TAPPONNIER (1989; Blattverschiebungen in Südtibet von 1-2 cm/Jahr) bzw. von W. HUAN & Z. SHI (1987; Epizentren von Starkbeben des südlichen Tibet-Plateaus) bekannt sind (vgl. auch N. MÖRNER, 1991).

Nach J.-L. MERCIER et al. (1989) befindet sich Südtibet nach der kretazisch-spättertiären Kompression (Indien-Asien-Platte; siehe auch Z. WU-LING & W. MORGAN, 1985) heute in einem Stadium quartärer Extension (vgl. ARMIJO, R. et al., 1986; B. BURCHFIEL & L. ROYDEN, 1991; A. GANSSER, 1991).

Der Auffassung einer rezenten, tektonisch bedingten Hebung des Tibet-Plateaus (z. B.: J. MERCIER et al., 1989) steht jedenfalls die klimatisch-erosionsbedingte Hypothese von P. MOLNAR & P. ENGLAND (1990; bzw. P. ENGLAND & P. MOLNAR, 1990) gegenüber. Nach K. AMANO & A. TAIRA (1972) belegen die im Profil des Bengalen-Fächers angebotenen Schwermineral-Assoziationen (Ocean Drilling Program, Leg 116) nach ihrem Ablagerungsalter und Liefergebiet eine junge zweiphasige Hebung des Himalaya. Die ältere tektonische Hebungphase liegt demnach zwischen 10,9 und 7,5 Mio. J. etwa im Pannon und die jüngere mit 0,9 Mio. J. im älteren Pleistozän.

Die Beurteilung der bisherigen Entwicklung und Auswirkungen neotektonischer Prozesse bzw. der Auswirkung einer Klimaänderung auf die hydrogeologischen Verhältnisse sowie die Erosion/Akkumulation dürfte jedenfalls für die Beurteilung einer künftigen Landnutzungsplanung in Tibet nicht unwesentlich sein.

3. Erosions- und Landnutzungsproblematik in Tibet

Dem „Three River Valley“-Gebiet (Yarlung Tsangpo-, Nyangqu- und Lhasa-Fluß) westlich von Lhasa kommt deswegen für die künftige Entwicklung Tibets größte Bedeutung zu, da in diesem Gebiet die Hälfte der Bevölkerung Tibets etwa 2/3 der Fläche landwirtschaftlich nutzt und von der Regierung eine weitere Vergrößerung der bewässerten Gebiete und in der Folge eine deutliche Erhöhung der Produktion landwirtschaftlicher Güter geplant ist. Gerade dieses Gebiet ist aber von starken Erosionserscheinungen bedroht.

Für eine eingehende geowissenschaftliche Bearbeitung der Erosionsformen wurden daher in Südtibet in den Jahren 1991 und 1992 mehrere Testgebiete ausgewählt („ground check“), die als Referenzgebiete für die multitemporale Satellitenbild-Interpretation herangezogen werden sollen.

Die kretazischen Granodiorite (Transhimalaya Plutone) nördlich Lhasa (Kloster Drepung) und der nordfallende Trias-Flysch südlich Lhasa zeigen bei ca. 400 mm Jahresniederschlag bisher nur geringe Auswirkungen jüngster Rinnen- und Flächenerosion. Wo jedoch noch Dünenansätze bis über 4000 m Höhe die Bergflanken bedecken, erodieren die Bäche besonders im Oberlauf und schneiden teilweise tief in die älteren Schuttfächer ein, was häufig zu Vermurungen der Straßen führt.

Die stärksten Auswirkungen der Rinnenerosion treten entlang der Seitentäler des Nyanqu River, im Raum SE Gyantse, auf. Vermurungen führen zu ständigen Unterbrechungen der Hauptverkehrsrouten. Außerordentlich wirkt sich die in jüngster Zeit zunehmende Erosion auch in dem intensivst landwirtschaftlich genutzten Becken von Xigatse aus.

Ein Vergleich der aus Infrarot-Luftbildern abgeleiteten Landnutzungsklassifikation mit den Verhältnissen im Gelände während der HMRSC-II-Exkursion zeigte deutlich den Nachteil einer bisher fehlenden Überprüfung und Kontrolle der in den Landnutzungskarten digitalisierten Nutzungsklassen bzw. den Nachteil einer fehlenden geologischen und geomorphodynamischen Geländebeurteilung.

So sind etwa in der offiziellen Landnutzungskarte NW Xigatse Flächen als „unbewässertes Ackerland“ (Landnutzungsklasse 14: „unirrigated farmland“) bzw. als „bewässertes Ackerland mit ungenügender Wasserversorgung“ (132: „irrigated farmland with insufficient water resources“) ausgeschieden, in denen die ehemaligen Ackerflächen bereits durch mehrere Meter breite und tiefe Erosionsrinnen zerschnitten sind, wodurch der Grundwasserspiegel entsprechend abgesenkt worden ist. Wie bei der Ziegelfabrik NW Xigatse hervorragend aufgeschlossen, wurde z. B. die etwa 5 m hohe Geländestufe zum heute gut bewässerten Ackerland der Flußniederungen (Klasse 131: „irrigated farmland with sufficient water resources“) durch jüngste tektonische Abschiebungen verursacht. Auswirkungen von zahlreichen Erdbeben sind den Bewohnern noch in guter Erinnerung.

Ferner nimmt z.B. die Klasse 4 „rangeland“ (Weideland) rund 80 % eines Testgebietes im „Three River Valley Area“ ein, obwohl deren Verteilung zwischen 4000 und 5500 m an teilweise sehr steile Hänge gebunden ist. Es sollte für eine realistischere Abschätzung der ganzjährigen Beweidungsfläche (Klasse 413 „Range for perennial use“) doch auch die Steigfähigkeit des Weideviehs berücksichtigt werden, da selbst Yaks gewisse Hänge (ohne Steigeisen)

nicht mehr beweiden können. Eine digitale Verschneidung der entsprechenden Landnutzungsflächen mit Hangneigungsklassen des digitalen Geländehöhenmodells würde sich dafür anbieten. Eine vorhergehende genetische, geomorphologische Klassifizierung auf geologischer Grundlage könnte zu einer zielführenden Umsetzung bisheriger und künftiger Veränderungen der Landschaft für Zwecke einer optimalen Landnutzung bzw. einer künftig notwendigen Änderung der Landnutzung führen.

Das komplexe Wirkungsgefüge der angeblichen Erosionszunahme soll im Rahmen eines eigenen Projektes bearbeitet werden, in welchem, in verschiedenen Testgebieten des tibetischen Plateaus (in 3000-5000 m Höhe) und speziell im „Three River Valley Area“, die Kausalbeziehung zwischen lokaler Geomorphologie und Geomorphodynamik, Lithologie, Tektonik und Neotektonik, Wind-, Niederschlags- und Temperaturverhältnissen, Abflußverhältnissen, Reliefenergie, Hangexposition, natürlichem Bewuchs sowie Landnutzung und Erosion/Akkumulation untersucht werden soll.

Eine derartige Bearbeitung ist nur in Form einer Zeitreihenanalyse unter Verwendung von Schwarz/Weiß- bzw. Infrarotluftbildern sowie hochauflösenden, multitemporalen und multisensoralen Satellitenbilddaten (Umweltmonitoring) in Verbindung mit entsprechenden Geländeuntersuchungen möglich. Im Kontext mit anderen Projektstudien der chinesischen Kooperationspartner (Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences etc.) werden von den geplanten geowissenschaftlichen Arbeiten Beiträge zur Beurteilung akuter Probleme wie z. B. einer Zunahme der Desertifikation und der Erosion erwartet. Eine geowissenschaftlich fundierte Entscheidungsgrundlage für eine künftig verantwortungsvolle Landnutzungsplanung im Sinne einer nachhaltigen Nutzung wäre daher anzustreben.

Eine wichtige Rolle bei der Beurteilung möglicher natürlicher Veränderungen im Hochland von Tibet kommt dem Nachweis einer Änderung der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse in den letzten Jahrzehnten zu. Es sind jedoch die Daten von den nur 11 meteorologischen Stationen der insgesamt 18 Distrikte in Tibet selbst für offizielle chinesische Stellen nur unter größten Schwierigkeiten und mit einem enormen Kostenaufwand erhältlich, was somit die bisherigen Informationen über mögliche Klimaänderungen, wie z. B. eine Temperaturzunahme seit 1980 bzw. eine Niederschlagsabnahme im selben Zeitraum, nur schwer nachprüfen läßt.

Trotz landesimmanenter organisatorischer Schwierigkeiten und sicherheitsbedingter Restriktionen ermöglichte der Kongreß eine Exkursion in einer landschaftlich und kulturell äußerst reizvollen Hochgebirgsregion sowie ausführliche Diskussionen mit internationalen Wissenschaftlern in der Auseinandersetzung mit der Problematik einer sensiblen Hochgebirgsökologie (vgl. J. IVES & B. MESSERLI, 1989), deren Veränderung seit Jahrzehnten auch wesentlich anthropogen geprägt ist.

Nach HMRSC-I 1990 in Schladming (Österreich) und HMRSC-II 1992 in Peking/Lhasa (China), ist das dritte Internationale Symposium über Hochgebirgs-Fernerkundungs-Kartographie 1994 in Mendoza (Argentinien) geplant.

Literatur

AMANO, K. & TAIRA, A.: Two-phase-uplift of Higher Himalayas since 17 Ma. – *Geology*, **20**, 391–394, 3 figs., Boulder/Colorado 1992.

ARMIJO, R. & TAPPONNIER, P. & MERCIER, J. & HAN TONG-LIN: Quaternary extension in southern Tibet; field observations and tectonic implications. – *J. Geophys. Research*, **B**, **91**, 14, 13.803–13.872, Washington, 1986.

BUCHROITHNER, M., HÄUSLER, H., LEBER, D., J. LIU & X. ZHENG: Geo-oriented digital landscape modelling in the "Three River Valley Area", Xizang (Tibet), based on multisensor remote sensing data. – *Proc. 2nd Internat. Symp. on High Mount. Remote Sens. Cartogr.*, 53–58, 2 figs., Peking (Astronautic Publ. House) 1993.

BURBANK, D.W.: Causes of recent Himalayan uplift deduced from deposited patterns in the Ganges basin. – *Nature*, vol. **357**, 680–683, 2 figs., London 1992.

BURCHFIELD, B.C. & L.H. ROYDEN: Tectonics of Asia 50 years after the death of Emile Argand. – *Eclogae geol. Helv.*, **84**, 599–629, 9 fig., Basel 1991.

CERVENY, P.F., NAESER, N.D., ZEITLER, P.K., NAESER, C.W. & JOHNSON, N.M.: History of uplift and relief of the Himalaya during the past 18 million years: evidence from fission-track ages of detrital zircons from sandstones of the Siwalik Group. – In: K.L. KLEINSPEHN & C. PAOLA (Eds.): *New perspectives in basin analysis*. – 43–61, 11 fig., New York (Springer) 1988.

DERBISHIRE, E., SHI Yafeng, LI Jijun, ZHENG Benxing, LI Shijie & WANG Jingtai: Quaternary glaciation of Tibet: the geological evidence. – *Quaternary Science Reviews*, **10**, 485–510, 25 figs., 2 Tab., London 1991.

DUNSMORE, J.R.: Mountain environmental management in the Arun river basin of Nepal. – *ICIMOD Occasional Paper*, **9**, 65 S., 3 figs., 19 tabs., 7 Kt., 10 Taf., Kathmandu 1988.

ENGLAND, P. & MOLNAR, P.: Surface uplift, uplift of rocks, and exhumation of rocks. – *Geology*, **18**, 1173–1177, Boulder/Colorado 1990.

GALAY, V.: *Erosion and Sedimentation in the Nepal Himalaya - an assessment on river processes*. – (Kefford Press) Singapur 1987.

GANSSER, A.: Facts and theories on the Himalayas. – *Eclogae geol. Helv.*, **84**, 33–59, 11 figs., Basel 1991.

HÄUSLER, H., LEBER, D. & BUCHROITHNER, M.F.: Geoecological studies using multitemporal multisensor remote sensing data in the "Three River Valley Area", Southern Xizang (Tibet), China. – *Proc. 2nd Internat. Symp. on High Mount. Remote Sens. Cartogr.*, 106–119, 5 figs., Peking (Astronautic Publ. House) 1993.

HUAN, Wenlin & SHI, Zhenliang: Great earthquakes of $M > 8$ in the mainland of China and their evolution. – *Tectonophysics*, **138**, 55–68, 10 figs., 1 tab., Amsterdam 1987.

HUBBARD, M., ROYDEN, L. & HODGES, K.: Constraint on unroofing rates in the High Himalaya, Eastern Nepal. – *Tectonics*, **10**, 287–298, 9 figs., Washington 1991.

IVES, J.D. & MESSERLI, B.: *The Himalayan dilemma: reconciling development and conservation*. – 295 p., (Routledge) London 1989.

KIENHOLZ, H. & HAFNER, H.: Mountain hazard mapping project in Nepal: zur "Map of geomorphic damages" und zur Konzeption der Labilitätsbeurteilung. – *Materialien zur Physiogeographie*, **4**, 27–39, 9 figs., Basel 1982.

LEEDER, M.R.: Denudation, vertical crust movements and sedimentary basin fill. – *Geol. Rdsch.*, **80**, 441–458, 16 figs., 2 tabs., Stuttgart 1991.

LI, Tianchi: Landslide management in the mountain areas of China. – *ICIMOD Occasional Paper*, **15**, 50 S., 18 figs., 16 tabs., 22 pls., Kathmandu 1990.

MERCIER, J.L., ARMIJO, R. & TAPPONNIER, P. et al.: Change from late Tertiary compression to Quaternary extension in southern Tibet during the India-Asia collision. – *Tectonics*, **6**, 275–304, Washington, D. C. 1989.

- MOLNAR, P. & ENGLAND, P.: Late Cenozoic uplift of mountain ranges and global climate change: "chicken or egg". – *Nature*, **346**, 29–34, 4 figs., London 1990.
- MÖRNER, N.-A.: Uplift of the Tibetan Plateau: An introduction. – *Bull. INQUA Neotectonics Commission*, **14** (1991), p. 84, Stockholm 1991.
- SHACKLETON, R.M.: Structure of Southern Tibet: report on a transverse from Lhasa to Khatmandu organised by Academia Sinica. – *J. Struct. Geol.*, **3**, 97–105, 5 figs., London 1981.
- SHARMA, Ch. K.: Landslides and soil erosion in Nepal. – 2nd ed., 112 p., Calcutta (Navana Printing) 1981.
- SHI Yafeng, ZHENG Benxing & LI Shijie: Last glaciation and maximum glaciation in the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau: A controversy to M. Kuhle's ice sheet hypothesis. – *Z. Geomorph. N.F. Suppl.-Bd.* **84**, 19–35, 12 figs., Berlin 1992.
- SHRODER, J.F. jr., KHAN, M.S., LAWRENCE, R.D., MADIN, I.P. & HIGGINS, S.M.: Quaternary glacial chronology and neotectonics in the Himalaya of northern Pakistan. – *Geol. Soc. Am. Spec. Paper* **232**, 275–294, 19 figs., 2 tabs., Boulder/Colorado 1989.
- TRELOAR, P.J., POTTS, G.J., WHEELER, J. & REX, D.C.: Structural evolution and asymmetric uplift of the Nanga Parbat syntaxis, Pakistan Himalaya. – *Geol. Rdsch.*, **80**, 411–428, 15 figs., Stuttgart 1991.
- WU-LING, Zhao & MORGAN, W.J.: Uplift of Tibetan plateau. – *Tectonics*, **4**, 359–369, 5 figs., 1 tab., Washington D.C. 1985.
- ZHANG, Rongzu: Case study on mountain environmental management: Nyemo county (Tibet). – *ICIMOD Occasional Paper*, **13**, 68 S., 21 figs., 41 tabs., 7 pls., Kathmandu 1989.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 4 November 1992