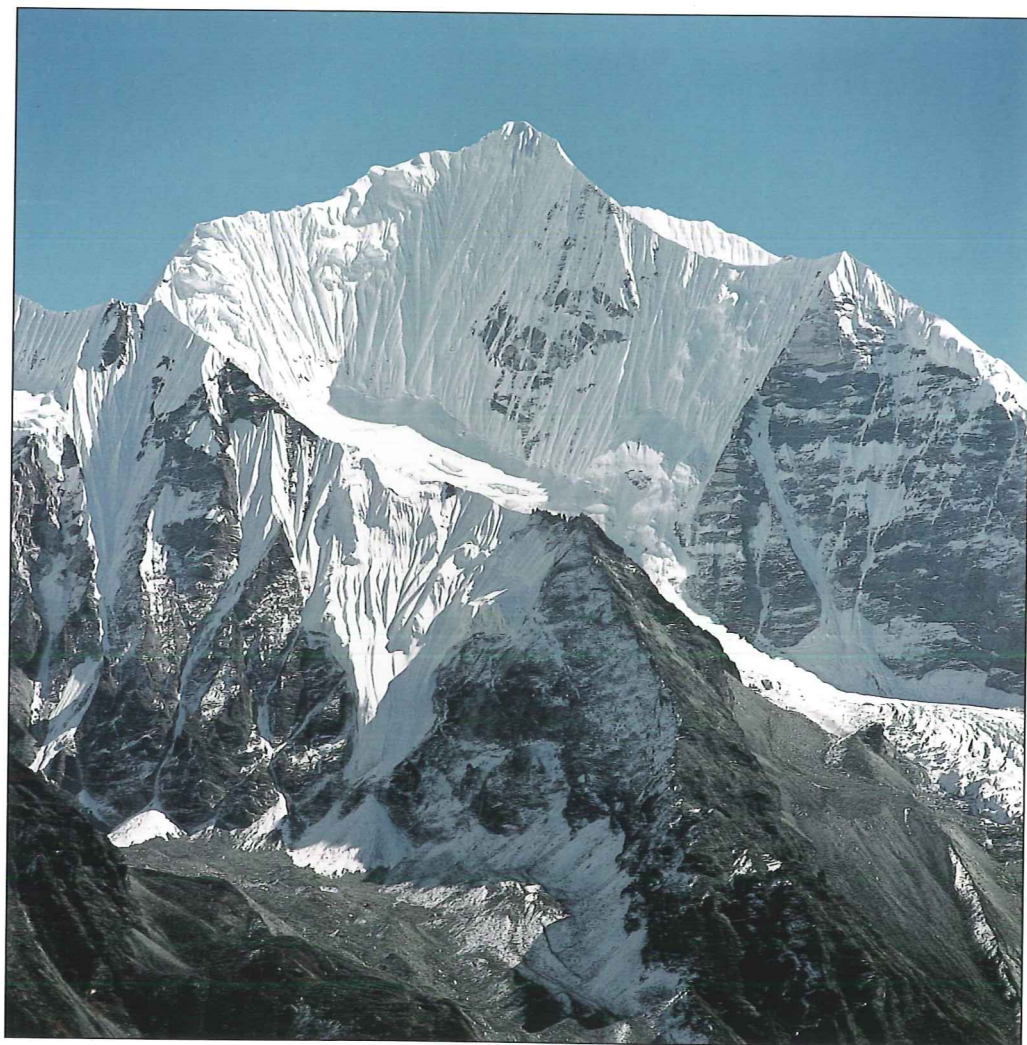


Arbeiten aus Nepal

Erwin Schneider zum Gedächtnis



UNIVERSITÄTSVERLAG WAGNER · INNSBRUCK

DIE LUFTBILDINTERPRETATION ALS ARBEITSMETHODE DER GEOGRAPHISCHEN HOCHGEBIRGSFORSCHUNG

Interpretationsbeispiele der Aufnahmen von Erwin Schneider
aus dem Annapurna-Himālaya

Von PERDITA POHLE, Giessen

Mit 4 Figuren, 2 Photos, 3 Luftbildinterpretationen (Bild und Abbildung) und 3 Tabellen

1. Einleitung
2. Geographische Hochgebirgsforschung und Geofernerkundung: zwei aktuelle Forschungsbereiche
3. Luftbilder: ihre Bedeutung für die geographische Hochgebirgsforschung
4. Luftbildbefliegungen in Nepāl
- 4.1 Die Luftbildaufnahmen von Erwin Schneider aus dem Nepāl-Himālaya
- 4.2 Zur Aufnahmetechnik: die „Schneider-Methode“
- 4.3 Die Luftbildflüge von Erwin Schneider im Annapurna-Himālaya
5. Luftbildinterpretationen von Schräg- und Senkrechtaufnahmen aus dem Annapurna-Himālaya zum Thema Mensch-Umwelt-Beziehungen im Hochgebirge
- 5.1 Der Schwemmkegel des Annapurna III-Nordgletschers in der Schrägaufnahme (Bild 1, Abb. 1)
- 5.2 Das Marsyāndi-Tal mit der Siedlung und Flur von Thāncok in der Senkrechtaufnahme (Bild 2, Abb. 2)
- 5.3 Der Südhang des Marsyāndi-Tals mit der Siedlung und Flur von Gyarū in der Schrägaufnahme (Bild 3, Abb. 3)
6. Möglichkeiten und Grenzen der Auswertung von Senkrecht- und Schrägaufnahmen aus dem Hochgebirge
7. Literatur

1. EINLEITUNG

Die Luftbildbefliegung im Hochgebirge, zumal im Himālaya, ist kein einfaches Unternehmen. Die extremen Reliefbedingungen erfordern nicht nur eine genaue Kenntnis der Topographie, sondern auch die Entwicklung einer speziellen Methode der Luftbildaufnahme sowie eine gewisse Risikobereitschaft und viel Geduld bei den Flügen: Voraussetzungen, die von Erwin Schneider in vortrefflicher Weise erfüllt wurden. Seiner Experimentier- und Einsatzfreude ist es zu verdanken, daß für die kartographische Aufnahme von weitgehend unbearbeiteten Gebieten sowie für die geographische Hochgebirgsforschung mit ihren unterschiedlichen Arbeitsschwerpunkten erstmals qualitativ hochwertige Farbluftbildserien aus den Hochgebirgsregionen Nepāls vorliegen. Nicht nur die topographischen Karten von Erwin Schneider können heute als ein Markenzeichen angesehen werden, sondern auch seine Luftbildserien, die für alle an der Hochgebirgsforschung in Nepāl Interessierten zu einer unentbehrlichen Arbeitsgrundlage geworden sind.

2. GEOGRAPHISCHE HOCHGEBIRGSFORSCHUNG UND GEOFERNERKUNDUNG: ZWEI AKTUELLE FORSCHUNGSBEREICHE

Sowohl die geographische Hochgebirgsforschung als auch die Geofernerkundung haben in den letzten Jahrzehnten zunehmend wissenschaftliches und öffentliches Interesse erfahren. Die Gründe für die zunehmende Publizität beider Forschungsrichtungen liegen auf der Hand:

In der *geographischen Hochgebirgsforschung* hat sich analog zu der Entwicklung der Systemkonzeption und dem „Denken im globalen Zusammenhang“ ein Wandel in der Betrachtungsweise vollzogen. Hochgebirge gelten nicht mehr als abgeschlossene Raumeinheiten, die isoliert betrachtet werden, sondern sie werden immer mehr als Teil eines Gesamtsystems verstanden und als solche im jeweiligen Kontext untersucht. Ob es sich dabei um Mobilitätsuntersuchungen (z. B. Grötzbach, 1984) handelt, oder um Untersuchungen zum Thema „highland-lowland interactive system“ (z. B. Ives & Messerli, 1989), ob überregionale Austauschbeziehungen (z. B. Aerni, 1990) oder die „Stabilität und Instabilität von Gebirgsökosystemen“ (z. B. Ives & Messerli, 1984) thematisiert werden, immer wird das Hochgebirge in einem größeren Systemzusammenhang, als Teil eines globalen Wirkungsgefüges betrachtet.

Impulse hat die geographische Hochgebirgsforschung außerdem durch eine Reihe aktueller Entwicklungen erhalten.¹ Zu erwähnen sind hier:

- das wachsende Umweltbewußtsein verbunden mit den Forderungen nach speziellen Schutzbestimmungen für die ökologisch sensiblen Gebirgs- und Hochgebirgsräume (Einrichtungen von Nationalpark- oder Naturschutzgebieten),
- die gesteigerten Nutzungsinteressen von Seiten des Tourismus und die daraus resultierenden Konflikte mit Naturschutzansprüchen,
- die Bevölkerungszunahme in außereuropäischen Hochgebirgen und der damit verbundene Druck auf die natürlichen Ressourcen sowie
- die allgemeine, auch von der breiteren Öffentlichkeit getragene Sorge um die Gefährdung einer einzigartigen Natur- und Kulturlandschaft.

Die große Publizität, die Hochgebirge derzeit weltweit erfahren, geht einher mit dem Ausbau des Verkehrsnetzes und die daraus resultierende Erschließung von Hochgebirgsräumen. Regionen, die vor wenigen Jahren nur von Einzelreisenden aufgesucht wurden, werden heute von Pauschaltouristen in großer Zahl frequentiert und gelangen allein schon dadurch ins Blickfeld der Öffentlichkeit.

Die Probleme, die sich aus „Überbevölkerung“ oder aus „saisonaler Überfrequentierung“ von Hochgebirgsräumen ergeben, haben die Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern, Entwicklungsexperten und Naturschützern gleichermaßen geweckt und sie vor neue Aufgaben gestellt. Dabei spiegelt sich die Aktualität der Hochgebirgsforschung – ob in den Alpen oder im Himalaya – sowohl in der großen Zahl unterschiedlicher, auf diese Räume konzentrierter Projekte wider, als auch in der Vielzahl der Veröffentlichungen und Gründungen von Forschungsgruppen. Zu erwähnen sind hier vor allem die Projekte des UNESCO-Programmes „Man & Biosphere“ (MAB) in den Alpen sowie die kaum noch zu überschauende Anzahl von

¹ Zur Aktualität geographischer Forschung in Gebirgs- und Hochgebirgsräumen vgl. Grötzbach (1982), Haffner (1982), Uhlig & Haffner (1984), Allan (1986), Ives & Messerli (1989), Bätzing (1991), P. Messerli (1992), Stadelbauer (1992), Winiger (1992), Kreutzmann (1993).

„Entwicklungshilfe“-Projekten internationaler Organisationen, die allein in Nepal vertreten und deren Ergebnisse ausführlich dokumentiert sind (vgl. z. B. Hagen, 1988; Ives & Messerli, 1989).

In dem gleichen Zeitraum, in dem die geographische Hochgebirgsforschung an Aktualität gewonnen hat, hat sich auch im Bereich der *Geofernerkundung* eine rasante Entwicklung vollzogen. Diese ist in erster Linie auf Fortschritte im technischen Bereich zurückzuführen. Durch den systematischen Einsatz von Satelliten als Fernerkundungsplattformen, die Entwicklung von nicht-photographischen Aufnahmesystemen und die Weiterentwicklung photographischer Aufnahmeverfahren sowie durch die digitale Bildverarbeitung gekoppelt mit der elektronischen Datenverarbeitung haben sich zahlreiche neue Wege in der Datengewinnung und -auswertung ergeben.

Die jüngsten Entwicklungen in der Geofernerkundung und die durch sie erlangten Möglichkeiten der Analyse von komplexen Raumstrukturen reihen sich vortrefflich in den methodologischen Ansatz der Geosystemforschung ein. Kaum ein geographisches Arbeitsmittel könnte für die Analyse von Systemzusammenhängen besser geeignet sein als Luft- oder Satellitenbilder. Sie stellen nicht nur Raumeinheiten als komplexe Systeme anschaulich dar, sondern enthalten außerdem eine Vielzahl von Einzelinformationen, die mit Hilfe der digitalen Bildverarbeitung und -auswertung vielseitig korrelierbar sind.

Die mit der modernen Satellitenbildtechnologie erzeugten großen Datenmengen führen aber auch zu neuen Herausforderungen im Hinblick auf eine zielgerichtete, problemorientierte Datenaufbereitung und -auswertung. So besteht noch ein Ungleichgewicht zwischen den technischen Möglichkeiten der Geofernerkundung einerseits und ihrer tatsächlichen Anwendung für wissenschaftliche und angewandte Fragestellungen andererseits.

Die mit der Verbesserung der Aufnahme- und Auswertesysteme einhergehende methodische Erweiterung der *Geofernerkundung* hat auch in der *geographischen Hochgebirgsforschung* zu neuen Forschungsaufgaben geführt. Verwiesen sei hier auf die Untersuchungen zur aktuellen Morphodynamik (z. B. Prozeßmodellierungen von Massenbewegungen in der „hazard“-Forschung), auf allgemeine Ökosystemstudien im Hochgebirge (Prozeßabläufe, Modellstudien, Szenarien), auf die digitalen Bildklassifikationen (z. B. Höhenstufung der Vegetation und Landnutzung) oder auf die Umweltüberwachungsaufgaben (z. B. Erkennung von Waldschäden).² Fast immer sind es Aufgabenstellungen, die eine umfangreiche Datenbasis und eine relativ große Flächenbearbeitung voraussetzen.

Die neueren Entwicklungen in der Geofernerkundung haben sich in zahlreichen Veröffentlichungen niedergeschlagen.³ An dieser Stelle sei besonders auf die Satelliten- und Luftbildatlanten hingewiesen, die, Dank der Verbesserungen im reprotechnischen Bereich, ausgezeichnetes Bildmaterial enthalten. So liegen z. B. aus den Alpen sehr ansprechende Satelliten- und Luftbildbände vor,⁴ die, durch Interpretationstexte ergänzt, auch hervorragend für Lehrzwecke geeignet sind. Bisher mangelt es aber noch an vergleichbaren Atlanten aus anderen Hochgebirgen der Erde.⁵

² Für weitere Anwendungsbeispiele vgl. Gierloff-Emden (1989), Winiger (1992), Buchroithner (1996).

³ Vgl. z. B. Literaturhinweise in Albertz (1991), Löffler (1994).

⁴ Vgl. z. B. Steiger (1981), Richter et al. (1988), Diercke (1989), Riha & Komarek (1989), Beckel (1996 a,b)

⁵ Vgl. z. B. Sinclair (1988), Beckel & Zwittkowitz (1997).

3. LUFTBILDER: IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE GEOGRAPHISCHE HOCHGEBIRGS-FORSCHUNG

Angesichts der Fortschritte in der Satellitenbildtechnik und des breiten Spektrums an Auswertungsmöglichkeiten, stellt sich unweigerlich die Frage, inwieweit Luftbilder heute noch ein zeitgemäßes Arbeitsmittel und die visuelle Luftbildinterpretation noch eine brauchbare Arbeitsmethode darstellen. Für den Luftbildeinsatz spricht erstens, daß Luftbilder im großmaßstäbigen Bereich noch immer genauer sind als Satellitenbilder. Zweitens wird auf absehbare Zeit die Satellitenbildtechnologie aus mehreren Gründen für viele Anwender keine echte Alternative sein. Die relativ hohen Kosten für Hard- und Software sowie das erforderliche spezialisierte Anwendungs-Knowhow bei der Auswertung von Satellitenbilddaten sprechen auch in Zukunft für Luftbilder als optimales Arbeitsmittel in vielen Bereichen.

Allgemein ist das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten von Luftbildern breit gefächert (vgl. Löffler, 1994). Einerseits können Luftbilder photogrammetrisch-kartographische Grundlage für die Herstellung von topographischen und thematischen Karten sein. Andererseits können sie zur Klärung unterschiedlicher Forschungsaufgaben beitragen sowie zur Orientierung und Kartierung im Gelände dienen. Außerdem bieten sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Raumplanung an: So werden Luftbilder z. B. in der Entwicklungsplanung (Nationalparkplanung, Siedlungsplanung etc.) eingesetzt, oder zum Schutz und zur Überwachung natürlicher Ressourcen (Gefahrenkartierung, Wald-Weidenutzung etc.) herangezogen. Darüber hinaus besitzen Luftbilder einen Eigenwert: Sie dokumentieren Landschaftsausschnitte zum Zeitpunkt der Aufnahme und sind damit zu einem späteren Zeitpunkt unter historischen Gesichtspunkten auswertbar.

Für geographisch orientierte Arbeiten im Hochgebirge sind Luftbilder von besonderem Vorteil. Durch die Erweiterung der räumlichen Perspektive (in Abhängigkeit von der Aufnahmehöhe und dem Aufnahmeobjektiv) erhält man eine übersichtliche Landschaftsaufnahme von einem an sich unübersichtlichen und streckenweise nur schwer zugänglichen Gelände (Eis- und Felsflächen!). Die Erkundung solcher Extremgebiete allein vom Boden aus wäre äußerst mühsam und zeitaufwendig. Außerdem sind im Luftbild Geländekonturen (z. B. Gesteinsgrenzen, Flußterrassensysteme, Moränenstände, aufgegebene Ackerterrassen) häufig deutlicher als im Gelände selbst zu erkennen, was aber keinesfalls bedeutet, daß Luftbilder die Geländearbeit ersetzen können.

Angesichts der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Luftbildern im Hochgebirge ist es nicht verwunderlich, wenn die Fernerkundung hier auf eine beachtliche Tradition zurückblicken kann: angefangen bei den ersten Ballonflügen über die Alpen, der Weiterentwicklung der Fernerkundung für militärische Zwecke, ihrem hauptsächlichen Einsatz bei der topographischen Landesaufnahme, bis hin zu den visuellen und digitalen Interpretationen unterschiedlicher Fachdisziplinen. In der Geographie ist die „Luftbildforschung“ und die Methode der Luftbildinterpretation untrennbar mit den Arbeiten von Carl Troll verbunden.⁶ Troll hat nicht nur die Bedeutung des Luftbildes für die geographische Forschung eindrucksvoll erläutert, sondern mit Hilfe der Luftbildinterpretation auch das Konzept der Landschaftsökologie entwickelt (vgl. Troll, 1939, 1943b). Die bereits 1939 erschienenen Ausführungen Trolls über den Einsatz von Luftbildern in verschiedenen Forschungszweigen und die

⁶ Vgl. Troll (1939, 1943a, 1943b, 1963, 1969)

von ihm aufgezeigten Forschungsperspektiven besitzen bis heute Gültigkeit – z. T. sind sie aktueller als je zuvor (z. B. die Problematik der Waldschäden).

Eröffneten einst die Entwicklungen in der „Luftfahrt“ und der Photographie für die Geographie vielfältige Möglichkeiten in der Anwendung von Luftbildern, ergeben sich heute durch die Entwicklungen in der Geofernerkundung vielseitige Nutzungsmöglichkeiten. Wie damals die junge Luftbildforschung erschließt heute die moderne Geofernerkundung ein weites Arbeitsfeld. War es zur damaligen Zeit C. Troll, der die Einsatzmöglichkeiten von Luftbildern voraussah und der geographischen Forschung neue Perspektiven eröffnete, besteht auch heute ein Bedarf, ähnlich richtungsweisend wie damals, die geographischen Forschungsperspektiven der modernen Geofernerkundung konzeptionell zu formulieren. Erforderlich wäre dies allein in Anbetracht der zunehmenden Spezialisierung nicht nur in der Datenverarbeitung, sondern auch in den einzelnen Wissenschaftsbereichen der Geographie. Um der Aufspaltung in Einzeldisziplinen entgegenzuwirken, könnte sich das theoretische Konzept der Geosystemforschung anbieten.

Gegen eine weiterführende ausschließliche Spezialisierung einzelner Zweige der geographischen Hochgebirgsforschung sprach sich Rathjens bereits 1968 aus (vgl. Rathjens, 1968: 207): „In der Synthese müssen immer wieder die Brücken zwischen den einzelnen Wissenschaftszweigen geschlagen und erneuert werden, und zwar nicht nur zwischen den physisch-geographischen Bereichen, sondern auch, frei von jedem deterministischen Denken, zwischen Landesnatur und Mensch des Hochgebirges“. Welches Hilfsmittel könnte sich dazu besser eignen als das Luftbild, in dem der gesamte Landschaftsausschnitt dokumentiert ist! Auch Haffner (1979a, 1979b) weist wiederholt darauf hin, daß gerade großmaßstäbige Detailstudien mit Hilfe von Luftbildern die Erfassung natur- und kulturlandschaftlicher Zusammenhänge in übersichtlicher und repräsentativer Form ermöglichen. Die Methode der Luftbildinterpretation hat er deshalb in seiner Arbeit zum vertikalen Landschaftsaufbau Nepäls konsequent angewendet (vgl. Haffner, 1979a).

4. LUFTBILDBEFLIEGUNGEN IN NEPÄL

In Nepäl wurden bis Ende der 1980er Jahre von amtlicher Seite keine regelmäßigen Luftbildbefliegungen durchgeführt. Das Luftbildmaterial stammte deshalb ausschließlich von Sonderbefliegungen, die von einzelnen Institutionen mit jeweils unterschiedlicher Zielsetzung veranlaßt wurden.

Die ersten Luftbilder wurden vermutlich von einer englischen Mt. Everest-Flugexpedition im Jahre 1933 aufgenommen (Fellowes et al., 1933; vgl. Kostka, in diesem Band). Sie beinhalten Senkrecht- und Schrägaufnahmen aus den Hochgebirgsregionen, jedoch in relativ schlechter Qualität. Die ersten flächendeckenden Luftbildserien stammen aus den 50er Jahren und wurden von dem „Survey of India“ zur Herstellung des topographischen Kartenwerkes „Nepäl“ im Maßstab „one inch to one mile“ (1:63.360) aufgenommen. Sie umfassen ausschließlich schwarzweiße Senkrechtaufnahmen.

Einen vollständigen Überblick über die in Nepäl durchgeführten Luftbildflüge und das aus ihnen resultierende Luftbildmaterial zu geben, ist kaum möglich. An dieser Stelle soll aber zumindest auf einige wichtige Befliegungen hingewiesen werden (Tab. 1).

Tabelle 1: Verzeichnis der Luftbildflüge in Nepal zwischen 1954 und 1985 nach Gurung (1985)

Jahr	Region	Bildmaßstab	Luftbildarchiv
1954	– Nepal-Befliegung (ohne grenznahe Gebiete, ohne Hochgebirge, ohne Dhankuta/Terhathum in Ostnepal)	1:30.000 1:60.000	Forest Resource Survey Department
1962	– Unterlauf des Karnali (Terai)	1:15.000 1:20.000 1:30.000	Ministry of Water Resources
1964	– Terai/Siwalik-Befliegung und Kathmandu-Tal	1:12.000	Forest Resource Survey Department
1964	– westlicher Terai/Siwalik (Kanchanpur – Nawalparasi Distrikt)	1:60.000	Forest Resource Survey Department
1964	– östlicher Terai/Siwalik (Siraha – Jhapa Distrikt)		
1964	– Vorderhimalaya-Befliegung	1:12.000	Forest Resource Survey Department
1967	– Trisuli (oberes Einzugsgebiet)	1:20.000	Forest Resource Survey Department
	– Tamba Kosi (Dulikhel – Jiri)		
	– Sun Kosi (nördl. Ramechhap)		
	– Arun (Bhojpur/Dhankuta/Terhathum)		
1972	– zentraler Vorderhimalaya (Rolpa – Okhaldhunga Distrikt)	1:20.000	Forest Resource Survey Department
	– östlicher Vorderhimalaya/Siwalik (Sindhuli)		
	– östlicher Vorderhimalaya/Siwalik (Udayapur)		
1972	– östlicher Vorderhimalaya/Siwalik (Dadeldhura – Tulsipur)	1:12.000	Forest Resource Survey Department
1974	– zentraler Vorderhimalaya (Gandaki Zone: Pokhara – Bharatpur – Dhadingbesi – Besisahar)	–	Ministry of Water Resources
1974	– Arghakhanchi Distrikt	–	Ministry of Water Resources
1975	– zentraler Terai (Kapilbastu Distrikt teilw.)	1:5.000	Department of Irrigation
	– östlicher Terai (kl. Ausschnitt Rauthahat, Sarlahi Distrikt)		
1977/78	– Nepal-Befliegung (ohne Hochgebirge)	1:50.000	Topographical Survey Branch
1978	– Beni – Naudanda (proj. Straße)	1:25.000	Topographical Survey Branch
	– SO von Pokhara		
	– Straße Mugling – Hetauda		
	– Mahendra Highway (Distr. Sarlahi)		
	– Kosi und Mechi Zone (ohne Hochgebirge, Terai nur teilw.)		
1979	– Kathmandu-Befliegung	1:8.000	Topographical Survey Branch
1981	– Kali Gandaki (Jomsom – Tange)	1:35.000	National Remote Sensing Center
	– Nilgiri/Kali Gandaki (Ghasa – Tatopani)		
	– Daraundi- u. Chepe Khola (Gorkha/Lamjung Distrikt)		
1984/85	– Dang/Rolpa/Pyuthan Distrikt	1:50.000	National Remote Sensing Center
	– Myagdi/Süd-Mustang Distrikt	1:25.000	
	– Palpa Distrikt	1:50.000	
	– Gorkha Distrikt	1:25.000	
	– Dhading Distrikt	1:50.000	

Die in Tabelle 1 genannten Luftbildbefliegungen wurden einer Kartensammlung entnommen, die von A. Gurung (1985) im Auftrag des „National Remote Sensing Center Nepāl“ angefertigt wurde. Diesen Angaben zufolge fanden im Zeitraum 1954 bis 1985 Luftbildbefliegungen in Nepāl entweder im Auftrag einzelner H. M. G.⁷-Departments oder internationaler Agenturen statt. Sie dienten vor allem der Erkundung natürlicher Ressourcen, der Erstellung von Inventaren (z. B. Waldvegetation) oder Projekten der Entwicklungshilfe (z. B. Kraftwerksprojekte, Straßenbau). Die grenznahen Gebiete wurden dabei in der Regel nicht aufgenommen und auch die Hochgebirgsregionen blieben bis auf wenige Ausnahmen unberücksichtigt. Darüber hinaus gab es in Nepāl weiterer Befliegungen, auf die nur – soweit bekannt – hingewiesen werden kann.

⁷ H. M. G. (His Majesty's Government of Nepāl)

Als weitere Luftbildflüge sind zu erwähnen:

- 1974 Kathmandu-Befliegung, AERMAP Company Florenz;
- 1978 Langtang Himal-Befliegung, CIDA (Capita Air Survey, Canada), kanadisches Entwicklungshilfeprogramm (vgl. Gurung, 1985; Gruber & Kostka, 1992); Luftmeßbilder 1:50.000 (Kamera: ZEISS RMK 8,5/23, Objektiv: S-Pleogon A, $f = 85$ mm, Super Weitwinkel, 60 % mittlere Längsüberdeckung, schwarzweiß);
- Befliegungen für den „Land Use Survey“ durch Kanadier, Schwarzweiß-Aufnahmen;
- Befliegungen für spezielle Zwecke, z. B.:
 - zur Festlegung des Grenzverlaufs zwischen Nepal und Tibet in der zweiten Hälfte der 70er Jahre, photogrammetrische Auswertung 1:50.000, nähere Daten unbekannt;
 - zur Herstellung einer topographische Karte 1:50.000 der Everest-Region (amerikanisch-schweizerische Kooperation). 1984 Khumbu-Mt. Everest-Befliegung, Swissair Photo, Schwarzweiß-Aufnahmen im mittleren Bildmaßstab 1:30.000 (Kamera: Wild RC-10 mit PEM, Objektiv: $f = 152$ mm).

Aus den hier zusammengestellten Angaben über die Luftbildbefliegungen in Nepal wird deutlich, daß Luftbildaufnahmen aus dem Hohen Himalaya – mit Ausnahme der Everest-Region – sehr selten sind, daß kaum Schrägluftbilder vorliegen, und daß nur wenige Farbluftbilder aufgenommen wurden. Farbige Luftbildserien als Senkrecht- und Schrägaufnahmen aus den Hochgebirgsregionen Nepals konnten erstmals von E. Schneider erstellt werden. Welchen Zwecken seine Luftbildbefliegungen dienten, mit welchen Techniken der Luftbildaufnahme er gearbeitet hat und wie vielfältig die Einsatzmöglichkeiten seiner Luftbilder zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen sind, soll nachfolgend erläutert werden.

4.1 DIE LUFTBILDAUFNAHMEN VON ERWIN SCHNEIDER AUS DEM NEPÄL-HIMALAYA

Die Luftbildbefliegungen von E. Schneider in Nepal dienten in erster Linie photogrammetrisch-kartographischen Zwecken. Die Luftbildserien sollten Grundlage für vermessungstechnische Auswertungen zur Herstellung topographischer und thematischer Karten unterschiedlichsten Maßstabs sein. Andere Verwendungsmöglichkeiten der Luftbilder, z. B. für geographische Interpretationen, standen sogleich nicht im Vordergrund des Interesses, sie waren aber trotzdem willkommen.

Erwin Schneider begann seine Luftbildbefliegungen in den späten 50er Jahren und betrieb sie intensiv im Zeitraum 1970 bis 1986. In der Zeit bis 1972 war die Satellitenbildtechnik für zivile Nutzer noch nicht verfügbar, so daß Luftbilder für die Herstellung topographischer Karten den räumlich größten Überblick verschafften.⁸ Während E. Schneider die von der „Arbeitsgemeinschaft für Vergleichende Hochgebirgsforschung“ herausgegebenen topographischen Kartenblätter⁹ noch primär mit der Methode der terrestrischen Photogrammetrie angefertigt hatte, ging er in späteren Jahren dazu über, vor allem großmaßstäbige Detailkarten mit Hilfe der Luftphotogrammetrie herzustellen. Dabei gelang es ihm, die Methode der Aerophotogrammetrie im Hochgebirge entscheidend weiterzuentwickeln (vgl. Kostka, in diesem Band).

Die von E. Schneider in Nepal durchgeführten Luftbildbefliegungen wurden – soweit rekonstruierbar – in Tabelle 2 zusammengefaßt. Während über die Flüge im Zeitraum

⁸ Mittlerweile haben sich für Vermessungsingenieure und Kartographen durch die moderne Satellitenbildtechnologie im Aufnahme- und Auswertungsverfahren weitreichende Veränderungen ergeben, so daß immer häufiger Satellitenbilder zur Kartenherstellung herangezogen werden (vgl. Kostka, 1987). Luftbilder kommen aber weiterhin zum Einsatz, z. B. bei der Erhebung oder Fortführung großmaßstäbiger Karten.

⁹ Ost-Nepal-Kartenwerk, Kathmandu-Tal-Karten; vgl. „Schneider Maps“ in Haffner (in diesem Band), Kostka (in diesem Band).

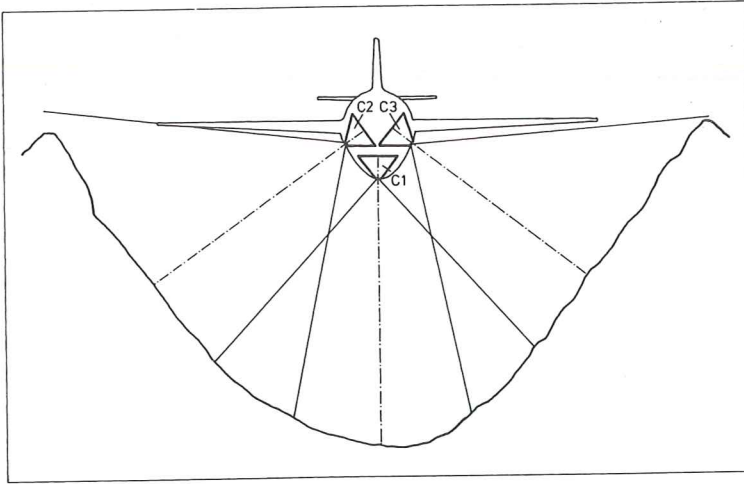


Fig. 1: Das „Aufnahmesystem Schneider“ (KOSTKA, 1993)

graphische Interpretationen bis hin zu völkerkundlichen und kulturhistorischen Untersuchungen. Ein Grund für die große Nachfrage nach Luftbildern ist sicherlich in den spezifischen Eigenschaften des Luftbildes selbst zu sehen, nämlich der guten Übersichtlichkeit von Landschaftsräumen und -elementen insbesondere im Schrägluftbild. Daß auf „Schneider-Luftbilder“ besonders gerne zurückgegriffen wird, liegt sowohl an der hohen Qualität, vor allem der farbigen Luftbildaufnahmen, als auch an der spezifischen Aufnahmetechnik, die E. Schneider für Aufnahmen im Hochgebirge entwickelt hat.

4.2 ZUR AUFNAHMETECHNIK: DIE „SCHNEIDER-METHODE“

Das „Aufnahmesystem Schneider“ wurde für die Gebirgskartographie, hauptsächlich für Vermessungsflüge in Nepäl, entwickelt. Die Luftbildaufnahmen sollten der Ergänzung der terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen für topographische Karten dienen. Zu diesem Zweck wurden spezielle Vorrichtungen für die Montage von drei oder vier Elektrohaselblad-Kameras konstruiert, die in eine einmotorige Pilatus Porter-Maschine eingebaut wurden (vgl. Fig. 1; vgl. auch Kostka, in diesem Band). Die Kameras waren synchron geschaltet und konnten vom Sitz des Kopiloten ausgelöst werden. Die Filmkassetten mußten von einer weiteren Person im umgebauten Frachtraum ausgewechselt werden. Außer im Kāṭh-māṇḍu-Tal, wo E. Schneider zur Herstellung topographischer Karten mit einer Reihenmeßkammer gearbeitet hatte (Flüge 1971 und 1972), wurden alle späteren Aufnahmen mit Mittelformatkameras nach dieser speziell für die Hochgebirgsregionen entwickelten Aufnahmetechnik erstellt. Das Besondere der so aufgenommenen Luftbildserien kann wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Durch die Aufnahmeposition der Kameras (eine senkrecht und je eine schräg links und rechts mit bis zu 25 %iger Überlappung) sind gesamte Talquerschnitte im Bild erfaßbar (vgl. Fig. 1). Dabei können je nach verwendetem Objektiv (Brennweite) auch sehr steile und sogar über die Steighöhe des Flugzeugs hinausreichende Gebiete aufgenommen werden (z. B. Annapurṇa Himāl mit Kammhöhen über 7000 m bei einer maximalen Steighöhe der Pilatus Porter von 6500 m).

2. Durch die Aufnahme in bestimmten Zeitabständen weisen die Senkrecht- und Schrägluftbilder eine Längsüberdeckung auf und sind damit stereoskopisch auswertbar. Im Hochgebirge sind Stereoaufnahmen insbesondere für die Reliefdarstellung wichtig (vgl. Kostka, 1993: 12).
3. Bei den Luftbildserien nach dem „Aufnahmesystem Schneider“ handelt es sich ausschließlich um Farbaufnahmen, die zu Interpretationszwecken weitaus besser als Schwarzweißaufnahmen geeignet sind. Für die Aufnahmen wurden 64er Kodak-Ektachrome Diafilme 6x6 cm verwendet.
4. Die Luftbilder sind großmaßstäbig und insbesondere für Detailstudien geeignet. Je nach Flughöhe und verwendetem Objektiv variiert der Bildmaßstab. Es überwiegen Aufnahmen in mittleren Bildmaßstäben zwischen 1:30.000 und 1:40.000. Für die genäherten Senkrechtaufnahmen wurde z. T. ein Überweitwinkelobjektiv (F-Distagon $f = 30$ mm, „Fischauge“) und für die Schrägaufnahmen ein Weitwinkelobjektiv (Distagon $f = 40$ mm) verwendet. Durch die variable Optik konnte je nach Zielsetzung der Aufnahmen auch ein Normal- oder Teleobjektiv eingesetzt werden.

Neben der speziellen Aufnahmetechnik waren für eine erfolgreiche Luftbildbefliegung in Nepäl zahlreiche weitere Faktoren entscheidend:

- Die wichtigste Voraussetzung für das Gelingen einer Luftbildbefliegung ist wolkenloses Strahlungswetter. Da mit zunehmender Höhe und schon bei geringem Dunst Farbkontraste abgeschwächt und Einzelheiten im Luftbild verwischt werden, ist für Farbaufnahmen eine klare Sicht unabdingbare Voraussetzung. In Nepäl beschränkt sich das ideale Flugwetter auf wenige Wochen nach Monsunende, wenn ein Wechsel im Windsystem von den regenbringenden SO-Winden zu den kaltauftührenden Westwinden stattgefunden hat. Dabei kann selbst im November die Konvektion noch zu stark sein, so daß nur der Dezember für Luftbildflüge in Nepäl optimal geeignet ist (vgl. Tab. 2, vgl. Schneider, 1967).
- Entsprach das Wetter den Anforderungen, mußte gleichzeitig das Flugzeug verfügbar und der Pilot einsatzbereit sein. Nicht selten wurden zahlreiche Stunden und Tage am Flughafen zugebracht, bis alle Konstellationen stimmten und in Windeseile das Flugzeug für die Luftbildaufnahmen umgebaut werden konnte. Daß Luftbildbefliegungen in Nepäl überhaupt realisiert werden konnten, war schließlich den guten Kontakten E. Schneiders zu den nepalesischen Behörden und der „Royal Nepäl Airlines Corporation“ (R. N. A. C.) zu verdanken, die auf die ersten Befliegungen im Kāthmāṇḍu-Tal zurückgingen.
- Für die Luftbildbefliegung im Himalaya ist eine genaue Kenntnis der Topographie nicht nur für die Navigation, sondern auch für die Aufnahmen unerlässlich. Im Laufe seiner langjährigen Tätigkeiten im Gelände sowie durch seine zahlreichen Flüge konnte sich E. Schneider diese Kenntnisse weitaus besser als mancher Pilot aneignen. Souverän übernahm er deshalb bei den Luftbildflügen die Navigation jeweils selbst (vgl. Kostka, in diesem Band).
- Das Gelingen von Luftbildaufnahmen hängt auch wesentlich von den Piloten ab. Bei den Luftbildbefliegungen in Nepäl wurden nicht nur hohe Anforderungen an ihr fliegerisches Können gestellt, sondern sie mußten in der Zusammenarbeit mit E. Schneider das richtige Einfühlungsvermögen für die Aufgabenstellung der jeweiligen Luftbildaufnahmen entwickeln.

- Der Flug mit der Pilatus Porter-Maschine ohne Druckkabine und mit offener Luke in sehr großen Höhen ist nicht ohne körperliche Strapazen zu bewältigen (vgl. Schneider, 1969). Des öfteren wurden Pässe über 6000 m überflogen, am Kangchenjunga wurden Aufnahmen sogar aus einer Höhe von 6850 m gemacht. Hinzu kamen Schwierigkeiten mit der Pilatus Porter-Maschine in engen Tälern mit wenig Manövrierraum.
- Insgesamt gehörte zu den Luftbildbefliegungen in Nepāl eine erhebliche Portion Idealismus, nicht zuletzt wegen unzureichender Finanzierung, die E. Schneider oftmals durch Eigenleistungen ausgeglichen hat.

Verständlich ist, daß unter diesen Extrembedingungen der eine oder andere Flug nicht die erhofften Ergebnisse erbrachte. Bei den Gorkhā-Flügen gab es z. B. Schwierigkeiten mit der Kameraaufhängung, so daß die meisten Senkrechtaufnahmen Unschärfen aufweisen. Ein anderes Mal hatte sich ein von der Pilatus Porter-Maschine stammender Ölfilm auf einem Kameraobjektiv niedergeschlagen. Sogar bei der Filmentwicklung in Deutschland mußten Fehler hingenommen werden. Trotz aller Schwierigkeiten konnte eine beachtliche Reihe einzigartiger farbiger Luftbildserien vor allem aus den Hochgebirgsregionen Nepāls aufgenommen werden. Im Jahr 1986, als Erwin Schneider alle Befliegungen, die er sich vorgenommen hatte, erfolgreich abschließen konnte, war er 80 Jahre alt – ein bemerkenswertes Alter angesichts der Strapazen, die mit einem Luftbildflug in großen Höhen verbunden sind.

4.3 DIE LUFTBILDFLÜGE VON ERWIN SCHNEIDER IM ANNAPURŅA-HIMĀLAYA

Die Luftbildbefliegungen des nördlichen Annapurņa-Himālaya fanden im November 1983, Dezember 1983 und Dezember 1986 statt. Sie standen im Zusammenhang mit einem von E. Schneider geplanten Projekt einer topographischen Karte im Maßstab 1 : 100.000. Die Annapurņa-Region, die sich seit Öffnung der nördlichen Gebiete (Manāñ 1977) mehr und mehr zu einem attraktiven Trekking-Ziel entwickelte, erschien E. Schneider als eine kartographische Herausforderung. Basierend auf vorhandenem Kartenmaterial des „Survey of India“ (1 : 63.360) sowie Ergänzungen durch Feldbegehungen und Luftbildaufnahmen sollte eine topographische Karte kleineren Maßstabs entstehen. Obwohl E. Schneider die Annapurņa-Karte nicht mehr selbst realisieren konnte, wurde das Projekt erfolgreich zu Ende geführt. Mittlerweile liegen zwei Kartenblätter der Annapurņa-Region vor: eine topographische Karte im Maßstab 1 : 100.000 sowie eine Satellitenbildkarte im Maßstab 1 : 250.000. Von R. Finsterwalder (vgl. Finsterwalder, 1994) konnte die ursprünglich von E. Schneider geplante Annapurņa-Karte (1 : 100.000) erfolgreich abgeschlossen und von der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung (1993) publiziert werden. Von R. Kostka (vgl. Kostka & Pohle, 1996) wurde mit der Annapurņa Sattrekmap, einer kombinierten Bild- und Strichkarte (vgl. Kostka, Jiresch, Krottendorfer, Pohle, 1992), ein neuer Kartentyp in Nepāl eingeführt. In beiden Annapurņa-Kartenprojekten waren die Luftbildaufnahmen von E. Schneider eine unentbehrliche Arbeitsgrundlage.

Erwin Schneiders Luftbildaufnahmen der Annapurņa-Flüge (1983) dienten außerdem in vielfältiger Weise eigenen Untersuchungen im Manāñ-Distrikt zum Thema Mensch-Umwelt-Beziehungen im Hochgebirge im Rahmen der Dissertation.¹¹ Einige Ergebnisse werden ex-

¹¹ Vgl. Pohle (1988, 1990, 1992, 1993).

emparisch anhand der in diesem Beitrag vorgelegten Luftbildinterpretationen wiedergegeben. Da die Untersuchungen z. T. auch im Zusammenhang mit dem „ethnoökologischen Projekt“ des DFG-Schwerpunktprogrammes „Nepāl-Forschung“ standen, wurden die Annapurṇa-Flüge E. Schneiders von dem Projektleiter W. Haffner angeregt und mit Unterstützung der DFG durchgeführt.

Protokoll der Annapurṇa-Flüge 1983

1983 flog E. Schneider zusammen mit G. Patzelt zweimal in das Untersuchungsgebiet des Manāñ-Distrikts, nördlich des Annapurṇa Himāl (vgl. Fig. 2). Der erste Flug am 27. November 1983 erbrachte das umfangreichste Bildmaterial. Aus dem Kālī Gaṇḍaki-Tal über den Thoron-Paß in das Marsyāñdi-Tal kommend, konnten im Gebiet des Manāñ-Distrikts in drei Flugstreifen insgesamt 255 Farbluftbilder von bestechender Qualität (57 Senkrechtaufnahmen und 198 Schrägluftbilder) aufgenommen werden (vgl. Fig. 2). Die Wetterverhältnisse waren hervorragend, sie veranlaßten E. Schneider bereits auf dem Hinflug über das Kālī Gaṇḍaki-Tal zu zahlreichen Aufnahmen, so daß im Marsyāñdi-Tal das Filmmaterial knapp wurde. Ab der Ortschaft Manāñ konnten deshalb nur noch Schrägluftbilder (Flugstreifen 2) und ab der Ortschaft Pisāñ nur noch Senkrechtaufnahmen (Flugstreifen 3) bis westlich von Thöce aufgenommen werden, wo das Filmmaterial schließlich komplett aufgebraucht war. Dies gab Anlaß zu einem Ergänzungsflug am 4. Dezember 1983, bei dem die Region um Thöce nördlich des Marsyāñdi-Durchbruchs durch die Himālaya-Hauptkette mit einer Senkrechkamera mit Überweitwinkelobjektiv neu aufgenommen wurde (vgl. Fig. 2, Flugstreifen 4).

5. LUFTBILDINTERPRETATIONEN VON SCHRÄG- UND SENKRECHTAUFNAHMEN AUS DEM ANNAPURṆA-HIMĀLAYA ZUM THEMA MENSCH-UMWELT-BEZIEHUNGEN IM HOCHGEBIRGE

Zentrales Thema der Untersuchungen im Manāñ-Distrikt waren die Probleme der Anpassung von Hochgebirgsbewohnern an die ökologischen Bedingungen ihres Lebensraumes. Folgende Fragen standen dabei im Mittelpunkt des Interesses (vgl. Pohle, 1992, 1993):

1. Mit welchen Techniken und Strategien haben sich die Bewohner des Manāñ-Distrikts an die extremen ökologischen Bedingungen ihrer Hochgebirgsumwelt angepaßt?
2. Wie äußern sich die einzelnen Anpassungsformen in der Kulturlandschaft des Hochgebirgsraumes, d. h. in seiner Bevölkerungs-, Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur, und wie sind sie ökologisch zu bewerten?
3. Welchen neuzeitlichen Wandlungsprozessen unterliegen traditionelle Anpassungsstrukturen – hervorgerufen z. B. durch ein verstärktes Engagement der Bevölkerung im internationalen Handel oder die touristische Erschließung der Region –, und welche Bedeutung hat der Wandel für die Bevölkerung und ihren Lebensraum?

Insgesamt fanden in der Zeit zwischen 1982 und 1987 fünf mehrmonatige Feldaufenthalte (bis zu einem halben Jahr, 1984) im Manāñ-Distrikt statt. Zu Beginn der Untersuchungen war es mit Arbeitsunterlagen, insbesondere Kartenmaterial, schlecht bestellt. Die topographischen Karten des „Survey of India“ wurden aus militärischen Gründen unter Verschluss gehalten und konnten nur als Blaupausen kurz vor Abschluß der Geländearbeiten erworben werden. Die farbigen Luftbildserien von Erwin Schneider waren deshalb als Arbeitsgrundlage außerordentlich hilfreich und kamen in vielfältiger Weise zum Einsatz:

- Im Gelände dienten die Luftbilder zur Identifikation, Lokalisierung und als Kartiergrundlage.
- Bei der Auswertung am Schreibtisch waren sie Grundlage für die Landschaftsbeschreibung und -interpretation.

- Für die Darstellung der Untersuchungsergebnisse konnten sie zusammen mit den Interpretationsskizzen als übersichtliches Anschauungsmaterial eingesetzt werden.

Betrachtet man die Satellitenbildaufnahme (Fig. 3) zusammen mit der Übersichtskarte (Fig. 2), dann kommt der Hochgebirgscharakter des Untersuchungsgebiets deutlich zum Ausdruck. Von allen Seiten wird der Manāñ-Distrikt durch gewaltige Hochgebirgsmassive abgeriegelt (vgl. Fig. 2): im Süden durch die Himālaya-Hauptkette, die hier von Annapurṇa und Lamjuñ Himāl gebildet wird und deren Gipfel im Bereich der Nordabdachung Höhen zwischen 6986 und 7937 m (Annapurṇa II) erreichen. Im Westen grenzen die Gebirgszüge von Muktināth und Dāmodar Himāl, und im Osten der Manāslu Himāl (8163 m) das Distriktgebiet ab. Mehr als zwei Drittel der gesamten Distriktfläche (ca. 2200 km²; größte West-Ost-Erstreckung ca. 75 km, größte Nord-Süd-Erstreckung ca. 50 km) werden von schneebedeckten Hochgebirgszügen eingenommen, die durch das Haupttal des Marsyāñdi Kholā mit seinen Nebenflüssen Nār- und Dudh Kholā gegliedert werden. Der Marsyāñdi entwässert den Manāñ-Distrikt nach Süden, wobei er schluchtartig die Himālaya-Hauptkette zwischen Lamjuñ und Manāslu Himāl durchbricht. Diesem engen, ca. 12 km langen Durchbruchstal folgt der Hauptverkehrsweg, ein Saumpfad, der den Manāñ-Distrikt mit dem Vorderhimalaya – und damit auch mit der Hauptstadt Kāṭhmāṇḍu – verbindet. Alle übrigen Wege in die benachbarten Gebiete führen ausschließlich über hohe Gebirgspässe: Im Westen gelangt man über den 5416 m hohen Thoroñ La nach Muktināth in den Mustāñ-Distrikt und im Osten verbindet der Lārke La (5105 m) den Manāñ-Distrikt mit dem Gorkhā-Distrikt. Aufgrund der hohen Reliefenergie sind weite Teile des Manāñ-Distrikts unbewohnbar. Die Gunstlagen der Siedlungen beschränken sich auf die Täler und unteren Hangbereiche. In der Höhenlage erstrecken sich die Siedlungen zwischen 1600 und 4200 m.

Natur- und kulturellräumliche Gegebenheiten gliedern den Manāñ-Distrikt in drei Regionen (vgl. Fig. 2): Nyiśaṇ im Westen, Gyasumdo im Osten und Nār im Norden. Luftbilder liegen nur aus dem Marsyāñdi-Tal und damit nur aus den Regionen Nyiśaṇ und Gyasumdo vor. In Nyiśaṇ konnten sich in dem breiten, glazial geformten Trogtal des Marsyāñdi Kholā noch in Höhen zwischen 3000 und 3800 m große Siedlungen sowie ausgedehnte Ackerflächen, die bis über 4000 m hinaufreichen, entwickeln (vgl. Photo 1). In Gyasumdo dagegen ist der Siedlungsraum (1600–2800 m) von einem steilen Kerbtalrelief geprägt, das nur in geringem Umfang Möglichkeiten für die Anlage von Siedlungs- und Wirtschaftsflächen bietet (vgl. Photo 2).

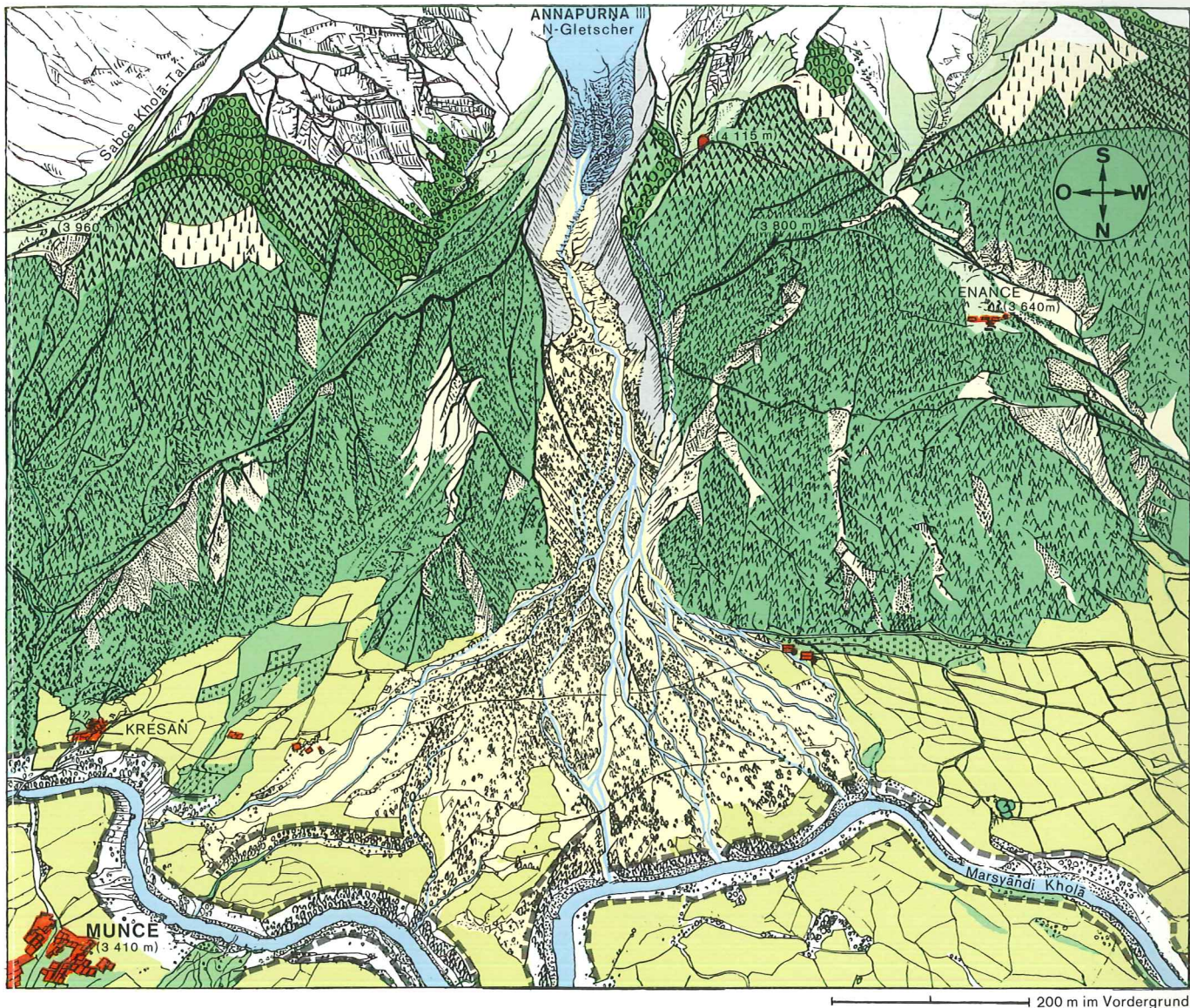
Für die nachfolgenden Luftbildinterpretationen wurden zwei Schrägaufnahmen aus Nyiśaṇ (Bild 1 und 3) sowie eine Senkrechtaufnahme aus Gyasumdo (Bild 2) ausgewählt, die jeweils unterschiedliche Landschaftsausschnitte aus dem Manāñ-Distrikt repräsentieren (vgl. Fig. 2). Während Bild 1 und Bild 2 aus dem Bereich der Nordabdachung der Himālaya-Hauptkette stammen, zeigt Bild 3 einen Ausschnitt aus dem Inneren Himālaya, einer Gebirgseinheit, die sich nördlich an die Hauptkette anschließt. Bewußt wurden für die Interpretationen sowohl Senkrecht- als auch Schrägaufnahmen herangezogen: Zum einen, um die Vor- und Nachteile beider Aufnahmedispositionen für die geographische Luftbildinterpretation im Hochgebirge aufzuzeigen und zum anderen, um herauszufinden, welche Aufnahmeart im Hochgebirge für die Methode der visuellen Luftbildinterpretation und für Fragen der geographischen Hochgebirgsforschung am besten geeignet ist (vgl. Kap. 6).

Die Luftbildinterpretationen basieren in erster Linie auf eigenen Erhebungen im Gelände. Zusätzliche Informationen wie z. B. Höhenangaben wurden den Kartenblättern des „Sur-



Bild 1: Schrägluftbild der Annapurna-Nordflanke mit dem Schwemmkegel des Annapurna III - Nordgletschers im oberen Marsyāñdi-Tal. (Aufnahme E. Schneider am 27.11.1983)

Abb. 1: Interpretationsskizze zum Luftbild Annapurna-Nordflanke



GEOLOGIE, RELIEF, HYDROLOGIE

-  steil abfallende Felswände aus kristallinem Gestein
-  zerrackelter Tillit
-  beweglicher Hangschutt
-  Lawingletscher
-  schuttbedeckte Gletscherzunge
-  rezente Seitenmoräne
-  fluvio-glazialer Schwemmkegel
-  Abbruchkante der Flußterrasse
-  rezentem Schotterbett des Marsyāndi Kholā
-  perennierender Bach
-  Gerinne, z. T. perennierend

VEGETATION

-  mäßig feuchter Koniferenwald (untere Stufe: *Pinus wallichiana*)
-  mäßig feuchter Koniferenwald (obere Stufe: *Abies spectabilis*)
-  subalpiner Laubwald (*Betula utilis*) an der oberen Waldgrenze
-  mäßig feuchte alpine Mattenstufe
-  alpine Rasengesellschaften
-  Feuchtwiesen
-  Waldbrandfläche (*Abies spectabilis*)
-  Dornsträucher (*Rosa sericea*, *Berberis*) entlang von Feldrainen, Böschungen und auf dem Schwemmkegel
-  Solitäre Bäume (z. B. *Juniperus indica*, *Populus tibetica*, *Salix*)

LANDNUTZUNG

-  Bewässerungsfeldland mit Sommeranbau von Buchweizen, Weizen, Gerste und Kartoffeln (z. T. abgeerntet)
-  Mähwiesen
-  Almsiedlung
-  Bewässerungskanal
-  Wohnhaus/Stall
-  Wassermühlen
-  Weg
-  Gompa: Kira Gombo Dorje

Entw.: P. Pohle

Karto.: G. Haas

vey of India“ (1:63.360) entnommen. Die Verschriftung der Ortsnamen erfolgte durch den Linguisten R. Bielmeier (Bern) nach einem bereits in der „Annapurṇa Sattrek Map“ verwendeten System. Bei diesem werden nepalesische Ortsnamen transliteriert und tibeto-burmanische Toponyme vereinfacht phonetisch verschriftet.¹² Die Gestaltung der Interpretations-skizzen ist dem graphischen Talent der Kartographin G. Haas (Gießen) zu verdanken, die sich mit Hilfe stereoskopischer Auswertungen intensiv in das Gelände eingearbeitet hat.

5.1 DER SCHWEMMKEGEL DES ANNAPURṆA III-NORDGLETSCHERS IN DER SCHRÄGAUFNAHME (BILD 1, ABB. 1)

Aufnahmedaten (vgl. Fig. 2):

Flug: 27.11.1983, Marsyāṇḍi von West nach Ost, talaus
 Flugstreifen: Streifen 2, Aufnahme schräg rechts
 Kamera: Elektrohasselblad (Objektiv: Distagon f = 40 mm)
 Flughöhe: von 18.000 Fuß (5486 m) auf 15.000 Fuß (4572 m) sinkend

Das Schrägluftbild (Bild 1) stammt aus der Region Nyīṣaṇ im westlichen Manāṇ-Distrikt (vgl. Fig. 2). Es zeigt einen Landschaftsausschnitt der Nordabdachung des Annapurṇa Himāl im oberen Marsyāṇḍi-Tal. Eindrucksvoll ist das glazial überformte Hochgebirgsrelief mit dem Annapurṇa III-Nordgletscher, seinen hohen Seitenmoränen und dem Schwemmkegel. Beeindruckend ist ebenfalls der Waldreichtum der Annapurṇa-Nordabdachung sowie die intensive landwirtschaftliche Nutzung der Marsyāṇḍi-Talsole in 3400 m Höhe.

Die vertikale Landschaftsgliederung der Annapurṇa-Nordabdachung spiegelt sich deutlich in einer Dreiteilung des Luftbildausschnittes wider (Abb. 1):

1. Im oberen Bereich des Bildes ist nur noch andeutungsweise die *Hochgebirgsstufe* mit den steil abfallenden, z. T. vergletscherten Felswänden erkennbar.
2. Im mittleren Bildausschnitt liegt die relativ dicht bewaldete, glazial überformte *Talflanke*.
3. Das untere Drittel des Bildes wird von der ackerbaulich genutzten *Talsole* mit dem mäandrierenden Marsyāṇḍi Kholā, der temporären Siedlung Muñce und dem Schwemmkegel des Annapurṇa III-Nordgletschers eingenommen.

Zu 1.: *Hochgebirgsstufe der Annapurṇa-Nordabdachung*

Im Bereich von Annapurṇa und Lamjuṇ Himāl bildet der Himālaya-Hauptkamm eine ca. 70 km lange, durchgehende Gebirgskette, die im Westen durch das Kālī Gaṇḍaki-Tal und im Osten durch das Marsyāṇḍi-Tal begrenzt wird. Obwohl der höchste Gipfel, die Annapurṇa I (8091 m), außerhalb des Distriktgebiets liegt, lassen sich auch hier mehrere Gipfel mit be-

¹² Folgende Ausspracheregeln gelten:

ā	ist ein langer Vokal wie im englischen <i>master</i> ;
˜	über einem Vokal bezeichnet Nasalierung, ā wie <i>en</i> im französischen <i>encore</i> ;
ṭ (ḍ ṇ ṣ)	Punkt unter einem Konsonanten markiert einen Zerebral- oder Retroflexlaut, ṭ und ḍ wie <i>tin</i> und <i>dog</i> im Englischen;
h	einem Verschlusslaut folgend (<i>kh</i> , <i>gh</i> etc.), wird deutlich hörbar aspiriert;
c	wie <i>c</i> im italienischen <i>cello</i> ;
ch	wird aspiriert wie <i>ch</i> im englischen <i>check</i> ;
ś	etwa wie im deutschen <i>schön</i> ;
ṇ	wie <i>-ng</i> im englischen <i>long</i> .

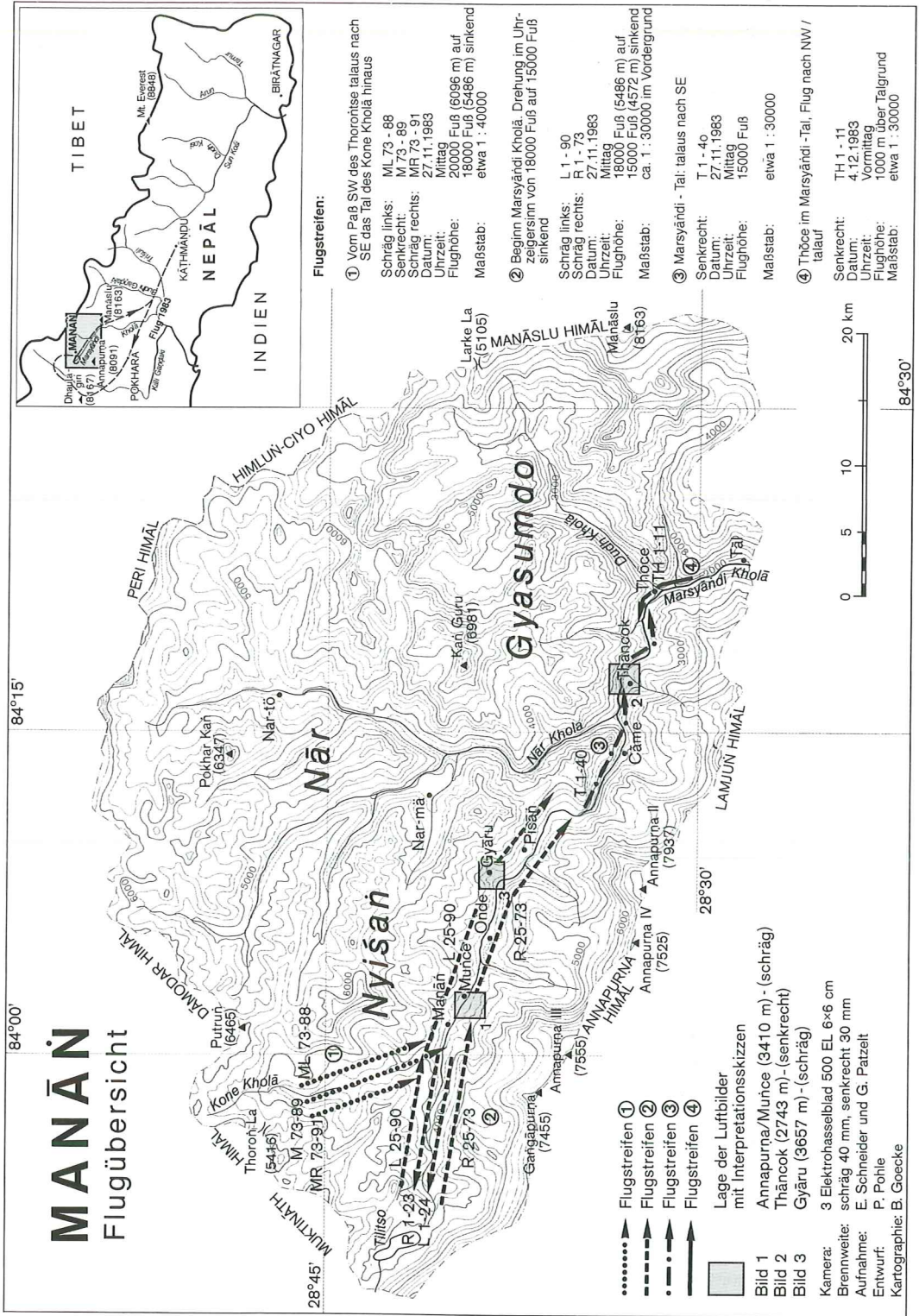


Fig. 2: Flugübersicht und Lage der interpretierten Luftbilder im Manān-Distrikt



Fig. 3. Satellitenbild des Manāñ-Distrikts; deutlich erkennbar das Talssystem des Marsyāndi Kholā, eingerahmt von schneebedecktem Hochgebirge (Bildausschnitt KATE-200, Aufnahme aus 218 km Höhe am 13.10.1981, PRIRODA Moskau)

achtlichen Höhen aufzählen. Von Westen nach Osten sind dies (vgl. Fig. 2): Gaṅgāpurṇa (7455 m), Annapurṇa III (7555 m), Annapurṇa IV (7525 m) und Annapurṇa II (7937 m).

Charakteristisch für die Himālaya-Hauptkette ist das Auftreten großer Höhenunterschiede zwischen Talboden und Gipfel. Sie bewirken auf kurzen Distanzen einen ausgeprägten hypsometrischen Klima- und Landschaftswandel, der sich kulturlandschaftlich in der Höhenstufung von Siedlungs- und Landnutzungsformen widerspiegelt. Im Luftbildausschnitt ist die Reliefenergie der Annapurṇa III-Nordflanke beachtlich: Vom Talboden des Marsyāṇḍi Kholā (3410 m) bis zum Gipfel der Annapurṇa III (7555 m) steigt die Nordflanke auf einer Horizontalstrecke von ca. 9 km um 4145 m an. Noch eindrucksvoller ist hingegen die Reliefenergie in Gyasumdo, wo sich der Marsyāṇḍi Kholā tiefer und steiler in das Kristallingestein der Hauptkette eingeschnitten hat (vgl. Kap. 5.2).

Aus geologisch-tektonischer Sicht zeigt die Annapurṇa-Kette einen komplizierten Aufbau. Über einer mächtigen, kristallinen Decke liegen im Bereich der Nordabdachung kalkhaltige Tethys-Sedimente, die durch gewaltige vertikale und horizontale Verschiebungsprozesse vermutlich dem Kristallin der Hauptkette von Norden nach Süden aufgeschoben wurden. Dadurch weisen Süd- und Nordabdachung des Annapurṇa Himāl einen unterschiedlichen Bau auf. Während die Südflanke aus den kristallinen Formationen der Hauptkette gebildet wird und überwiegend aus Graniten und Mischgneisen besteht, gehört die Nordflanke in den Bereich der kompliziert strukturierten Sedimente des Tibetischen Randsynklinoriums (vgl. Hagen, 1968: 42; 1969: 116).

Oberhalb der Waldgrenze (ab ca. 4200 m) bietet die Annapurṇa-Nordflanke das Bild einer typischen Hochgebirgslandschaft. Die heutige klimatische Schneegrenze liegt bei ca. 5600 m (Kuhle, 1982: 168), die aktuelle Schneegrenze zur Zeit der Luftbildaufnahme bei ca. 3900 m. Das Ausmaß der Vergletscherung ist im Vergleich zu der in Ostnepal gelegenen, monsunexponierten Khumbu-Region relativ gering. Die Gletscher sind meist vom Typ des Lawinengelgletschers, die durch Eis- und Schneelawinen der steilen Berflanken genährt werden (vgl. Kuhle, 1982). Ihre kurzen, maximal bis auf 3600 m hinabreichenden Gletscherzungen weisen eine starke Verschüttung durch Obermoränen auf. Der Annapurṇa III-Nordgletscher besitzt nur eine Länge von ca. 3,5 km. Seine von Schuttmateriale bedeckte Gletscherzunge reicht derzeit bis auf ca. 3800 m hinab. Zum Vergleich: Der Ngozumpa-Gletscher im Khumbu Himāl besitzt eine Länge von ca. 24 km (vgl. Ngojamba, Hagen, 1960: 46).

Auf älteren Photos aus dem nördlichen Annapurṇa Himāl ist deutlich zu sehen, daß Mitte des 20. Jahrhunderts die Zunge des Gaṅgāpurṇa-Nordgletschers noch bis auf den Talboden von Manāñ hinabreichte (vgl. Fig. 2)¹³. Heute befinden sich die Gletscher allgemein in einem Rückzugsstadium,¹⁴ wobei im Fall des Gaṅgāpurṇa-Nordgletschers auf der Talsohle ein großer, durch Moränen aufgestauter See entstanden ist. Auch die übrigen Gletscher der Annapurṇa-Nordflanke erreichen heute nicht mehr die Talsohle. Mächtige Seitenmoränenwälle sowie zahlreiche kleine Seen und Sumpfflächen auf dem Talboden zwischen Manāñ und Pisāñ weisen aber noch deutlich auf die ehemals größeren Ausmaße hin (vgl. Bild 1, Abb. 1).

¹³ Aufnahme des Gaṅgāpurṇa-Nordgletschers Anfang der 1950er Jahre von Hagen (1960: Abb. 28), 1955 von F. Lobichler in Kleinert (1983: Abb. 67).

¹⁴ Nähere Angaben über die hoch-, spät- und nacheiszeitliche Vergletscherung des Annapurṇa Himāl sind bei Kuhle (1982) und Röthlisberger (1986) nachzulesen.

Zu 2.: Talflanke der Annapurna-Nordabdachung

Die Himālaya-Hauptkette übt einen unmittelbaren Einfluß auf das Klima Zentralnepals aus. Durch ihre enorme Reliefenergie sowie ihre Lage quer zur Hauptwindrichtung trennt sie das Monsunklima des Indischen Subkontinents von dem Kontinentalklima Zentralasiens. Im Bereich des Manāñ-Distrikts bilden Annapurna und Lamjuñ Himāl die Klima- und zugleich Landschaftsscheide zwischen dem monsungeprägten Vorderhimalaya und dem unter kontinentalen Klimaeinfluß stehenden Inneren Himālaya. Im Marsyāñdi-Tal erfolgt der Klimawandel aber nicht abrupt, sondern in Form eines allmählichen Überganges. Aufgrund der Öffnung des Distriktgebiets nach Süden durch die Marsyāñdi-Schlucht können feuchte monsunale Winde noch weit bis in den Manāñ-Distrikt vordringen. Sie bewirken hier den Übergangscharakter der Landschaft vom feuchten Äußeren Himālaya zum mäßig feuchten Inneren und trockenen Tibetischen Himālaya (vgl. Schweinfurth, 1957: 133).

Die extremen Höhenunterschiede einerseits, und der Wechsel vom feuchten monsunalen zum ariden kontinentalen Klima andererseits, sind dafür verantwortlich, daß die Vegetation des Manāñ-Distrikts einem ausgeprägten Wandel unterworfen ist. Neben den großklimatischen Verhältnissen bestimmen lokalklimatische, orographische und edaphische Standortfaktoren das Landschaftsbild, so daß auf engem Raum sehr unterschiedliche Gefügemuster entstehen. Einen entscheidenden Einfluß auf die Vegetationsverhältnisse hat darüber hinaus der Mensch, z. B. durch Rodungen zur Erweiterung der Anbaufläche, durch Bau-, Brennholz- und Streuentnahme, Schneitelung, Weidenutzung sowie durch das Legen von Bränden zur Ausdehnung des Weidelandes. Trotz der z. T. gravierenden, anthropogen bedingten Veränderungen der natürlichen Vegetation ist diese im Manāñ-Distrikt in ihrer räumlichen Differenzierung noch gut erkennbar.

Charakteristisch für die gesamte Annapurna-Nordabdachung ist ein relativ dichter Waldbestand (vgl. Bild 1 und 2, Abb. 1 und 2). Dieser hebt sich deutlich von den südexponierten Talflanken des Marsyāñdi Kholā ab, die nur noch einen lichten, trockenheitsadaptierten Wald aufweisen, soweit dieser nicht für die Anlage von Ackerterrassen gerodet wurde (vgl. Bild 3, Abb. 3). Die Nordflanke des Annapurna Himāl zeigt im Bereich des Luftbildausschnitts einen mäßig feuchten, temperierten Koniferenwald mit *Pinus wallichiana* und *Abies spectabilis* (vgl. Abb. 1). Die Kiefern- und Tannenwälder bilden auf der Nordabdachung zwischen den Ortschaften Pisāñ und Khāñsār eine weitgehend geschlossene Waldstufe, die sich zwischen 3000 und 3800 m Höhe erstreckt. Während *Abies* hier zunächst in den höheren Lagen, meist zwischen *Pinus* und der subalpinen Waldstufe vertreten ist, bleibt sie taleinwärts immer mehr zurück, wobei die Verbreitung von *Pinus* in gleichem Maße zunimmt. Die subalpine Waldstufe wird von *Betula utilis* gebildet, die bis zu einer Höhe von 4200 m hinaufreicht und in ihrem Unterwuchs von *Rhododendron* und *Salix* begleitet wird. Im Höhenprofil schließt sich an die sommergrünen Birkenwälder eine feuchte, zwergstrauchreiche Mattenstufe mit *Potentilla fruticosa*, *Caragana jubata*, *Rhododendron lepidotum* und *Rhododendron anthopogon* an (vgl. Miehe, 1982: 115f.). Darüber folgen relativ homogene Grasformationen, als deren Besonderheit Nakao (1955: 288) und Schweinfurth (1957: 132) *Helicotrichon* erwähnen.

Während die Birken meist kronenschließend dicht stehen, bilden die Koniferen einen lichtereren Bestand. Entsprechend weisen sie eine reichhaltigere Strauch- und Krautschicht auf, in der neben Sträuchern der Gattung *Juniperus*, *Berberis*, *Cotoneaster*, *Spiraea*, *Viburnum*, *Rhododendron* und *Rosa* auch mehrere Kräuter der Gattungen *Aster*, *Anaphalis*, *Leontopodium*

und *Erigeron* vertreten sind (vgl. Miehe, 1982: 33 f). Aufgrund ihres Unterwuchses werden die Kiefernwälder bevorzugt als Waldweide genutzt. So lassen sich entlang der gesamten Nordabdachung zahlreiche Waldalmen wie hier auf dem Luftbild die Alm Kyenance (3640 m) aufzeigen (vgl. Abb. 1). Zusätzlich dienen die Koniferenwälder als Bau- und Brennholzlieferanten. Trotz dieser relativ intensiven Nutzung ergibt ein Vergleich mit älteren Photos (z. B. Lobbichler, 1961: Tafel VI, VII) keine wesentlichen Unterschiede in der Bestandsdichte, so daß der Zustand eines lockeren Kiefernbestandes hier als natürlich angesehen werden kann (vgl. auch Miehe, 1982: 108). Einer starken anthropogenen Veränderung unterliegen hingegen die Tannenwälder. Entlang der gesamten Annapurna-Nordflanke lassen sich ausgedehnte Waldbrandflächen beobachten, die hauptsächlich auf die Stufe der *Abies*-Wälder konzentriert sind (vgl. Abb. 1). Nach Auskunft der Lokalbevölkerung wurden die Brände von Hirten zur Erweiterung der Weideflächen gelegt. Allerdings konnte nicht ausgeschlossen werden, daß einzelne Brände auch durch Unachtsamkeit (unbewachte Feuerstellen) verursacht wurden.

Im oberen Marsyāndi-Tal bieten die Nordauslagen des Annapurna Himāl keine günstigen Siedlungs- und Anbaubedingungen. Die Siedlungsungunst beruht im wesentlichen auf klimatischen Faktoren, wobei die durch große Höhe und Nordexposition bedingten Temperatur-extreme eine eindeutige Bevorzugung der wärmeren, südexponierten Hanglagen erkennen lassen (vgl. Bild 3). Deshalb befinden sich auf der Nordabdachung nur einige Sommeralmen; Dauersiedlungen fehlen ganz und auch Ackerbau findet hier nicht statt (vgl. Abb. 1). In der Nähe einzelner Waldalmen lassen sich allerdings Strukturen aufgelassener und heute unter Wald stehender Ackerterrassen (Flurwüstungen) beobachten, die andeuten, daß der landwirtschaftliche Anbau auch hier einmal möglich war.

Obwohl die Annapurna-Nordabdachung im Manāñ-Distrikt für die Gebirgsbewohner nur einen bescheidenen Lebens- und Wirtschaftsraum bietet, ist sie in bezug auf ihre natürlichen Ressourcen von großer Bedeutung. Der relativ dichte Waldbestand sichert nicht nur die Versorgung der Bevölkerung mit Brenn- und Bauholz, sondern er bietet auch Weidemöglichkeiten für das Vieh. Die rezenten Gletschervorkommen stellen allgemein eine wesentliche Wasserreserve für die Bewässerungswirtschaft dar. Deutlich erkennbar ist auf dem Luftbild die Ableitung des Schmelzwassers des Annapurna III-Nordgletschers in Bewässerungskanäle. In einem verzweigten Netz führen diese zu den mit Lesesteinmauern eingefäßen Feldparzellen. Das Gletscherschmelzwasser wird außerdem zur Stromerzeugung genutzt. Seit Mitte der 1980er Jahre sind die Staubecken und Wasserkraftanlagen im Sabce Kholā-Tal (vgl. Abb. 1) fertiggestellt. Die Kapazität der Anlage ist mit 165 kW zwar gering, immerhin reicht sie aber aus, um die Siedlungen Manāñ und Oñde mit elektrischem Licht zu versorgen.

Eine kulturell bedeutende Stätte auf der Annapurna-Nordflanke ist die Gompa¹⁵ „Kira Gompo Dorje“, welche in einer Höhe von 4115 m westlich des Annapurna III-Nordgletschers liegt (vgl. Abb. 1). Der Legende zufolge soll Milarepa (1040–1123), Tibets berühmter Dichter und Mystiker, auf seinen Reisen durch die nördlichen Talschaften Nepāls auch in Nyiṣaṇ gewesen sein und in einer „Höhle“ (Abriss) zu Fuße des Annapurna Himāl meditiert haben. Nach literarischen Überlieferungen („100.000 Gesänge“) soll er dort einen Jäger (Kira Gompo Dorje) auf der Pirsch von seinen Tötungsabsichten abgehalten und zum Buddhismus bekehrt haben – eine Begebenheit – die in der oralen Tradition der Manāñgi noch sehr lebendig ist. An dem in den Textquellen erwähnten Meditationsplatz von Milarepa befindet sich seit 1975 ein

¹⁵ Tibetischer Begriff für Kloster. Er bedeutet „abgelegener Ort“.

Kloster, welches einmal im Jahr (Juni) für die Bewohner von Manāñ und Brāgā zum Ziel einer obligatorischen Wallfahrt wird.

Zu 3.: Talsohle des Marsyāñdi Kholā

Im Gegensatz zur Annapurna-Nordflanke wird in Nyīsañ der Talboden des Marsyāñdi Kholā landwirtschaftlich intensiv genutzt (vgl. Bild 1, Abb. 1, Photo 1). Ein lichter Kiefern-Wacholder-Bestand kommt deshalb auf der Talsohle nur noch bis unterhalb der im Luftbild erkennbaren temporären Siedlung Muñce (3410 m) zur Ausbildung, wobei er in Siedlungsnähe (z. B. Oñde) durch eingezelte Acker- und Weideflächen ebenfalls unterbrochen ist. Oberhalb Muñce ist die gesamte Talsohle des Marsyāñdi Kholā nicht mehr bewaldet, sondern wird überwiegend ackerbaulich genutzt (vgl. Photo 1). Von Natur aus waldfreie Standorte bilden hier zahlreiche Feucht- bzw. Salzwiesen (vgl. Bild 1, Abb. 1), die z. T. mit Steinmauern eingefasst, bevorzugt als Pferdeweide genutzt werden. Sie treten meist dort auf, wo Bäche aus den Talflanken im Bereich der Talsohle auf wasserundurchlässige Schichten der Grundmoräne des ehemaligen Marsyāñdi-Gletschers treffen. Neben Cyperaceen sind hier salztolerierende Arten wie *Triglochin palustris* sowie *Gentianella paludosa*, *Pedicularis longiflora*, *Ranunculus sp.* und *Primula sp.* anzutreffen. Auf den Schutt- und Murkegeln sind *Hippophae tibetana* sowie *Myricaria wardii* charakteristisch (vgl. Miehle, 1982: 105).

Die günstigeren Siedlungs- und Anbaubedingungen der Talsohle und der südexponierten Hanglagen (vgl. Bild 3, Abb. 3) sind im wesentlichen auf die günstigeren Strahlungsverhältnisse und die dadurch bedingten, gemäßigteren Temperaturen zurückzuführen. Darüber



Photo 1: Breites Trogtal des Marsyāñdi in Nyīsañ mit der Siedlung Manāñ (3500 m) im Vordergrund, umrahmt von terrassierten Gerste-, Weizen- und Buchweizenfeldern. Im rechten Bildausschnitt die dicht bewaldete Annapurna-Nordabdachung (Aufnahme P. Pohle, 1984)

hinaus ist das breite, glazial geformte Trogtalrelief in Nyisañ besonders gut für die Anlage von Siedlungen und Feldfluren geeignet (vgl. Photo 1). So konnte sich am Oberlauf des Marsyāñdi Kholā das Hauptsiedlungs- und -anbaugbiet des Manāñ-Distrikts entwickeln. Mitten im Hochgebirge entstanden hier relativ große Siedlungen wie z. B. der Ort Manāñ (3500 m) mit 1325 Einwohnern (1982/83). Charakteristisch für die Region sind darüber hinaus ausgedehnte Ackerflächen, die bis zu einer Höhe von 4150 m (Khāñsār) bewirtschaftet werden. Zu Recht kann deshalb die Region Nyisañ als wirtschaftlicher Kernraum des Manāñ-Distrikts bezeichnet werden.

Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß durch hochgebirgsspezifische landwirtschaftliche Ungunstfaktoren wie z. B. ganzjährig schneebedeckte Höhenzüge, steile Felshänge und Frostschuttgebiete die ackerbauliche Nutzfläche im Manāñ-Distrikt auf wenige Gunstlagen beschränkt ist und insgesamt nur 0,5 % der Distrikthfläche einnimmt. Außerdem stellen klimatische Faktoren wie z. B. die durch Höhe und kontinentale Lage verursachten Temperaturextreme sowie geringe Niederschläge (Manāñ: ca. 400 mm/Jahr) eine weitere Einschränkung des wirtschaftlichen Potentials dar.

Die Bewohner des Manāñ-Distrikts haben im Laufe der Zeit ein sehr umfangreiches Repertoire unterschiedlicher Anpassungstechniken und -strategien entwickelt, mit deren Hilfe sie ihre Existenz im Hochgebirge über Jahrhunderte sichern konnten. Siedlungen wurden z. B. dort angelegt, wo sie vor Naturgefahren sicher waren, und wo genügend Trinkwasser sowie Wasser zur Feldbewässerung zur Verfügung stand. Im Luftbildausschnitt, in dem die Talsohle durch das instabile Gelände des Schwemmkegels gekennzeichnet ist, befindet sich z. B. keine Dauersiedlung (vgl. Abb. 1). Hier liegen – in sicherer Entfernung zu dem Schwemmkegel – nur zwei temporär genutzte Weiler (Muñce und Kresañ), die von den Bewohnern der Siedlung Brāgā im Frühjahr mit dem Vieh und im Herbst zur Ernte aufgesucht werden (Muñce). Anpassungsformen lassen sich neben den Siedlungslagen auch im Bereich der Haus- und Siedlungsformen aufzeigen (vgl. Kap. 5.3). Außerdem gibt es zahlreiche Beispiele aus dem ökonomischen Bereich, sowohl innerhalb einzelner Wirtschaftszweige – hier speziell des Ackerbaus – als auch in der Entwicklung eines kombinierten Wirtschaftssystems, bestehend aus Ackerbau, Viehzucht und Handel.

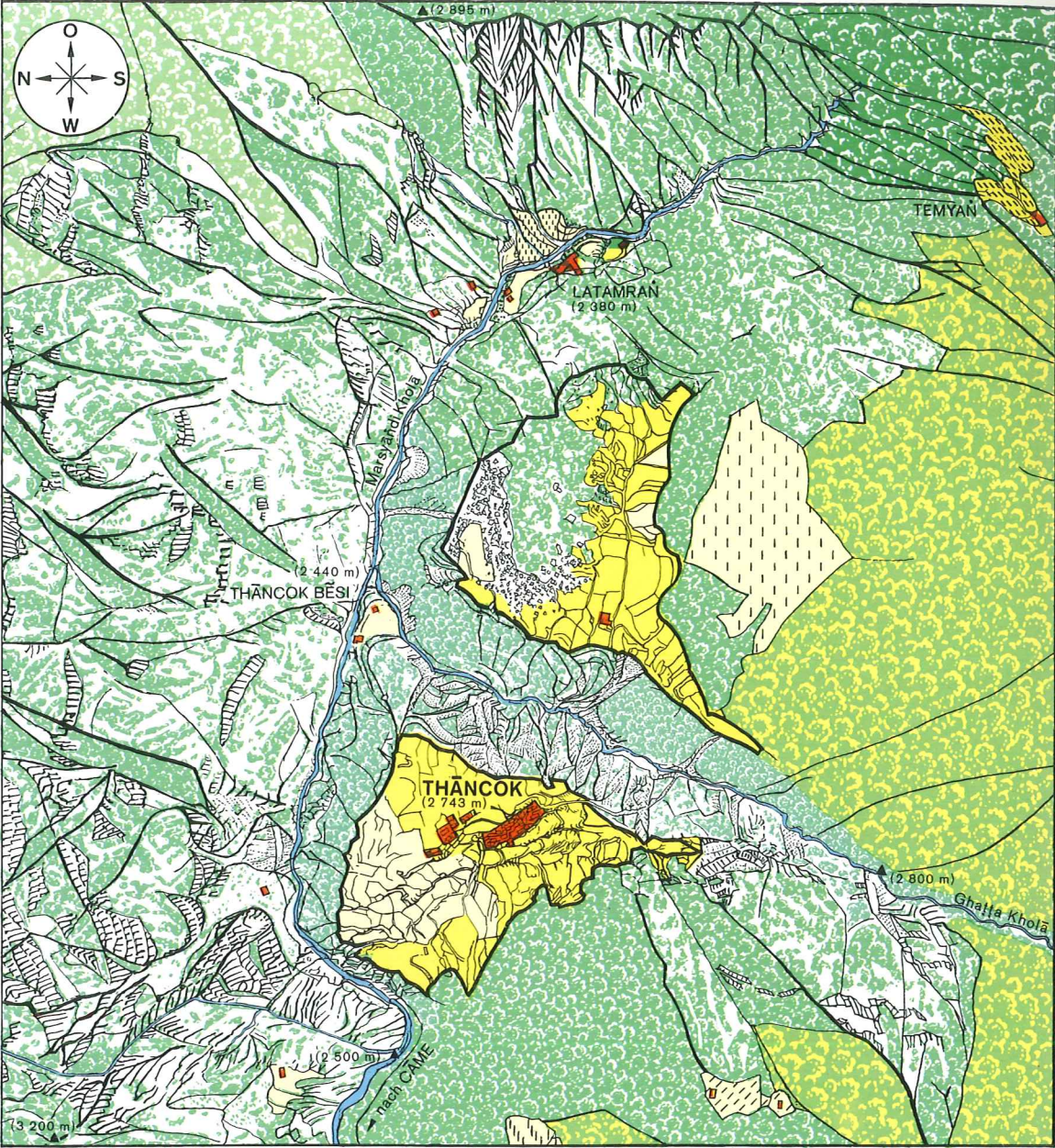
Aufgrund der Höhenlage und den dadurch bedingten Temperaturextremen ist in Nyisañ nur eine Ernte pro Jahr möglich. Angebaut werden Buchweizen, Gerste, Weizen und Kartoffeln im Bewässerungsfeldbau (vgl. Abb. 1, Photo 1), wobei die Variabilität der Niederschläge darüber entscheidet, ob bewässert werden muß oder nicht. In Nyisañ sind deshalb die Ackerterrassen nicht nivelliert wie z. B. in der Region Nār, sondern zur Vermeidung von Wasserstau im Falle einer Bewässerung leicht geneigt angelegt. Trotz der ungünstigen agrarökologischen Bedingungen sind die erzielten Ernteerträge, die nicht selten das sieben- bis achtfache der Saatgutmenge ausmachen, als erstaunlich hoch zu bewerten. Sie sind die Folge einer intensiven organischen Düngung, einer optimalen Bewässerung und Pflege der Parzellen sowie der Anwendung eines jährlichen Fruchtfolgesystems.

Obwohl die Ernteerträge relativ hoch sind, reicht in Nyisañ das Agrarpotential nicht aus, um den Lebensunterhalt einer Familie das ganze Jahr über zu sichern. Die Manāñgi haben deshalb ähnlich wie andere Hochgebirgsbewohner des Himālaya (vgl. Fürer-Haimendorf, 1975; Uhlig, 1976; Haffner, 1979a) ein kombiniertes Wirtschaftssystem entwickelt, bei dem sie traditionell in verschiedenen Höhenstufen unterschiedlichen wirtschaftlichen Aktivitä-



Bild 2: Luftbild des Marsyāndi-Tales in Gyasumdo mit der Siedlung Thāncok (2743 m). (Aufnahme E. Schneider am 27.11. 1983)

Abb. 2: Interpretationsskizze zum Luftbild Thāncok



GEOLOGIE, RELIEF, HYDROLOGIE

- anstehender Fels aus Gneis u. Granit
- Felsblöcke aus Gneis und Granit
- zerrackelter Tillit
- Erdschlipfe entlang d. Terrassenkante
- fluvio-glaziale Terrasse (Mure eines Bergsturzes ?)
- Fluß
- perennierender Bach

LANDNUTZUNG

- geneigte Trockenfeldterrassen mit Winterweizen-u. Wintergerste-Anbau (Rotationsfolge: Sommer-Buchweizen; Winter-Weizen, Gerste)
- geneigte Trockenfeldterrassen m. Sommeranbau v. Mais, z. Zt. abgeerntet (im Frühjahr folgt Buchweizen)
- Brandrodungsflächen (seit 1980) m. Sommeranbau v. Mais u. Buchweizen, z. Zt. abgeerntet
- Rodungsflächen
- Waldbrandflächen, Brandlegung zur Weidegewinnung
- Wohnhaus mit Garten
- Waldalm mit aufgelassenen Gerste- und Kartoffelfeldern
- Waldalm mit Rodungsflächen zur Weidegewinnung
- Weg, Pfad

VEGETATION

- feuchter, immergrüner Laubhöhenwald (*Quercus glauca*, *Quercus semecarpifolia*, *Castanopsis tribuloides*, *Betula alnoides*, *Rhododendron arboreum*)
- feuchter Koniferenmischwald (*Tsuga dumosa*, *Taxus wallichiana*, *Picea smithiana*, *Pinus wallichiana*)
- lichter *Pinus wallichiana*-Bestand in S-exponierten und steilen Hanglagen
- Tannen-, Birken-, *Rhododendron*-Mischwald (*Abies spectabilis*, *Betula utilis*, *Rhododendron campanulatum*) in N-exponierten Hanglagen
- überwiegend *Abies spectabilis* in S-exponierten Hanglagen
- Pioniergehölze auf Erdrutschen, Muren und entlang von Flußläufen (*Alnus nepalensis*, *Betula alnoides*)

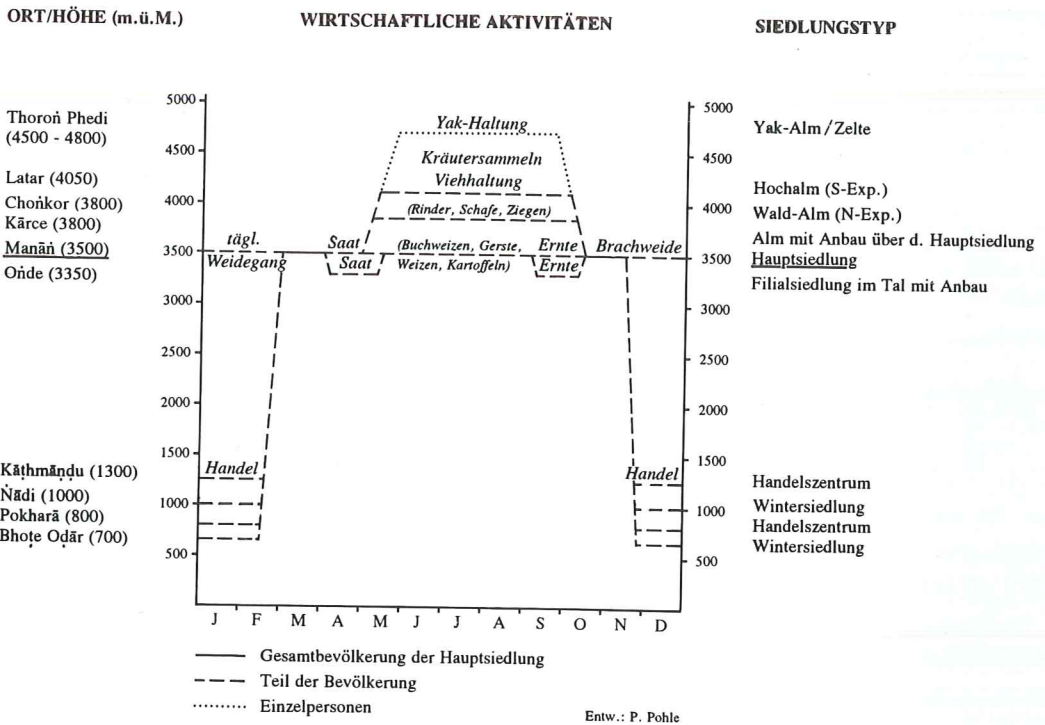


Fig. 4: Das traditionelle, mehrgliedrige Wirtschafts- und Siedlungssystem der Manāngi. Höhenstufung der Siedlungs- und Wirtschaftsformen im jahreszeitlichen Wechsel (Pohle, 1992)

ten im jahreszeitlichen Wechsel nachgehen (vgl. Fig. 4, vgl. auch Pohle, 1993). Im Frühjahr bestellen sie ihre Felder im Marsyāñdi-Tal nahe der Hauptsiedlung, anschließend bringen sie ihre Viehherden (Rinder, Yaks, Ziegen, Schafe) den Sommer über auf die Hochweiden, um sie nach der Ernte im Herbst wieder abzutreiben und im Tal auf den abgeernteten Feldern weiden zu lassen. Mit Beginn des Winters ziehen die meisten Männer, z. T. mit ihren Familien, in tiefer gelegene Regionen Südnepals, wo sie in Winterquartieren leben und von dort aus Handel betreiben. Als Handelsprodukte dienten ihnen früher vor allem Tierprodukte sowie zahlreiche Heil- und Gewürzkräuter, die sie während der Sommermonate auf den Hochweiden gesammelt hatten (vgl. Pohle, 1990).

Die Aufsplitterung der Wirtschaft in unterschiedliche Einkommenszweige und die räumliche Verteilung der ökonomischen Aktivitäten über große vertikale Distanzen kann als Folge der agrarökologischen Ungunstbedingungen des Hochgebirges interpretiert werden. Große räumliche Mobilität und ausgeprägte ökonomische Flexibilität zielen darauf ab, die begrenzten wirtschaftlichen Möglichkeiten eines einzelnen Standortes im Hochgebirge auszugleichen. Obwohl bei den Manāngi die einzelnen Wirtschaftsbereiche vermutlich über einen langen Zeitraum nebeneinander existiert haben, geht aus ihren Erzählungen hervor, daß sie sich von nomadisierenden Viehhirten zu sesshaften Ackerbauern und schließlich zu mobilen Händlern entwickelt haben. Die zuvor beschriebenen traditionellen Wirtschaftsstrukturen gehören heute weitgehend der Vergangenheit an. Durch immer ausgedehntere Handelsaktivitäten im gesamten südostasiatischen Raum haben die Manāngi mittlerweile einen beachtlichen Wohlstand erlangt, der ihnen sogar die Existenz in den städtischen Zentren Nepals – vor allem in Kāthmāñdu – ermöglicht (vgl. Pohle, 1992; vgl. auch Kap. 5.3).

5.2 DAS MARSYÄNDI-TAL MIT DER SIEDLUNG UND FLUR VON THÄNCOK IN DER SENKRECHTAUFNAHME (BILD 2, ABB. 2)

Aufnahmedaten (vgl. Fig. 2):

Flug: 27.11.1983, Marsyāndi talaus nach Süd-Ost
 Flugstreifen: Streifen 3, Aufnahme senkrecht
 Kamera: Elektrohasselblad (Objektiv: F-Distagon f = 30 mm „Fischaug“)
 Flughöhe: 15.000 Fuß (4572 m)
 Maßstab: ca. 1 : 30.000

Das Senkrechtluftbild (Bild 2) zeigt einen Landschaftsausschnitt aus dem Marsyāndi-Tal in Gyasumdo (vgl. Fig. 2). Beeindruckend ist die Zerschneidung und Gliederung des Reliefs durch den Flußlauf des Marsyāndi Kholā und seinen Nebenfluß Ghaṭṭa Kholā. Bemerkenswert ist außerdem der unterschiedlich dichte Waldbestand der nord- und südexponierten Hanglagen sowie die klar abgegrenzte ackerbauliche Nutzfläche der Siedlung Thāncok (2743 m) auf einer zertalten, fluvio-glazialen Terrasse.

Im Unterschied zum Schrägluftbild (vgl. Bild 1 und 3), in dem perspektivische Zusammenhänge deutlich hervortreten, ist die Interpretationsskizze einer Senkrechtaufnahme eher mit einer Kartenskizze vergleichbar, da auch hier auf eine genähert horizontale Fläche projiziert wird. Von einem Senkrechtluftbild läßt sich deshalb weniger eine hypsometrische als vielmehr eine horizontale Landschaftsgliederung ableiten. In der Senkrechtaufnahme von Thāncok können von Norden nach Süden drei größere Landschaftseinheiten differenziert werden (vgl. Bild 2, Abb. 2):

1. der *Südhang* des Marsyāndi-Tals mit einem lichten Waldbestand im linken Bildausschnitt;
2. die durch den Ghaṭṭa Kholā zweigeteilte *fluvio-glaziale Terrasse* mit der Siedlung und Flur von Thāncok in der Bildmitte und
3. die dicht bewaldete *Nordabdachung* des Lamjuñ Himāl im rechten Bildausschnitt.

Bedingt durch die Aufnahmedisposition ist der Reliefeindruck des Senkrechtluftbildes ohne stereoskopische Betrachtungsmöglichkeit stark verfälscht. Weder das tief eingeschnittene, enge Kerbtal des Marsyāndi noch die extrem steilen Hanglagen lassen sich aus dem Luftbild erschließen (vgl. Photo 2). Lediglich die dunklen Schatten deuten die Steilheit des Geländes an. Das Luftbild wurde außerdem mit einem extremen Weitwinkelobjektiv („Fischaug“) aufgenommen, so daß die Randbereiche stark verzerrt abgebildet sind.

Zu 1. und 3.: Süd- und Nordhänge des Marsyāndi-Tals

Obwohl beide Luftbilder – das Schrägluftbild der Annapurṇa-Nordflanke (Bild 1) und das Senkrechtluftbild von Thāncok (Bild 2) – aus dem Bereich der Nordabdachung des Annapurṇa Himāl stammen, zeigen sie Landschaftsausschnitte mit sehr unterschiedlicher naturräumlicher Ausstattung. Während im oberen Marsyāndi-Tal – in Nyisañ – die relativ weichen Sedimente des Tibetischen Randsynklinoriums zu einem breiten, glazial überformten Trogtal ausgeräumt sind (vgl. Photo 1), gelangt der Marsyāndi westlich der Ortschaft Cāme in Gyasumdo (vgl. Fig. 2) in den Bereich der kristallinen Gesteine der Himālaya-Hauptkette, in die er ein tiefes, enges Kerbtal eingeschnitten hat (vgl. Photo 2). Die Reliefenergie ist hier



Photo 2: Enges Kerbtal des Marsyāndi in Gyasumdo mit der Siedlung Cāme (2750 m) im Vordergrund (Aufnahme P. Pohle, 1983)

gewaltig. Vom Talboden des Marsyāndi Kholā westlich von Cāme (2750 m) steigt die NO-Flanke der Annapurna II bis zum Gipfel (7939 m) auf einer Horizontalabstand von nur 8,4 km um 5187 m an (vgl. Kuhle, 1982: 10). Folgt man dem Marsyāndi weiter flussab, gelangt man bei der Siedlung Thōce an einen scharfen Talknick (vgl. Fig. 2). Der abrupte Richtungswechsel des Tals von einem West-Ost- zu einem Nord-Süd-Verlauf ist tektonisch bedingt, wobei der Marsyāndi alten Querstörungen folgend, südlich von Thōce in einem tiefen, antezedenten Durchbruchstal die Himālaya-Hauptkette zerschneidet.

Durch das nach Süden offene Durchbruchstal des Marsyāndi Kholā können feuchte, monsunale Luftmassen bis auf die Nordseite der Himālaya-Hauptkette vordringen. Der Einfluß des Sommer-Monsuns macht sich vor allem in Gyasumdo bemerkbar; das Marsyāndi-Tal aufwärts nimmt er kontinuierlich ab. Während die mittleren jährlichen Niederschlagssummen in Cāme (2680 m) einen Wert von 908 mm (1975–84) erreichen, liegt das Mittel der Niederschlagssummen in Manāñ (3500 m) nur noch bei 442 mm (1976–84).¹⁶ Bemerkenswert ist die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge in Cāme. Mit einem Maximum im Juli und ca. 65 % der Gesamtniederschläge in der Zeit von Juni bis September, weist die Klimastation einen typisch monsonalen Jahresgang der Niederschläge auf. Ausläufer des Sommermonsuns können also auch nördlich der Himālaya-Hauptkette wirksam werden und wie hier in Gya-

¹⁶ H. M. G. (His Majesty's Government of Nepal), Ministry of Food, Agriculture and Irrigation, Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology (ed.), 1977, 1982, 1984, 1986: Climatological Records of Nepāl, Vol. I (1971–75), (1976–80), (1981–82), (1983–84), Kāthmāṇḍu.

sumdo das Niederschlagsregime bestimmen. Die eigentliche Leelage des Gebiets wird dabei erheblich abgeschwächt.

Im Vegetationsbild von Gyasumdo spiegeln sich die klimatischen Verhältnisse in einer relativ artenreichen, subtropischen Vegetation mit z. T. dichten Eichen- und Rhododendron-Wäldern in einer unteren Stufe und feuchten Koniferenmischwäldern in einer oberen Stufe wider (vgl. Abb. 2). Im Marsyāndi-Tal reicht der feuchte, immergrüne Laubhöhenwald mit *Quercus glauca*, *Quercus semecarpifolia*, *Picea smithiana* und *Pinus wallichiana* bis etwa unterhalb des Siedlungsplatzes Temyaṅ (2500 m). Talaufwärts wird er dort von feuchten Koniferenhöhenwäldern mit *Tsuga dumosa*, *Taxus wallichiana*, *Picea smithiana* und *Pinus wallichiana* abgelöst (vgl. Abb. 2). Im Unterwuchs sind hier zahlreiche Ahornarten (*Acer caudatum*, *Acer campbellii* u. a.) sowie *Prunus nepalensis*, *Jasminum humile*, *Syringa emodi* und *Pieris ovalifolia* vertreten (vgl. Schweinfurth, 1957: 130). *Rhododendron* ist zusammen mit *Abies* meist in den oberen Lagen verbreitet (vgl. Nakao, 1955: 285). Darüber schließt die subalpine Waldstufe mit *Betula utilis* und einem Unterwuchs von *Rhododendron campanulatum* die Vertikalgliederung der Wälder ab (vgl. Schweinfurth, 1957: 130). In der horizontalen Verbreitung erstreckt sich der feuchte Koniferenhöhenwald bis etwa unterhalb von Pisāṅ (vgl. Fig. 2). Dort geht er in einen dichten, mäßig feuchten Koniferenwald mit *Pinus wallichiana* über.

Bedingt durch den West-Ost-Verlauf des Marsyāndi-Tals ist bereits ab Thöce ein Unterschied in der Vegetation der nord- und südexponierten Hanglagen zu beobachten. Mit abnehmender Niederschlagstätigkeit und zunehmender Strahlungsintensität entwickelt sich dieser talaufwärts zu einem immer stärker werdenden Gegensatz zwischen Sonn- und Schatthang. Während im Luftbildausschnitt der feuchte Koniferenmischwald vor allem auf die nordexponierten Hanglagen konzentriert ist, zeigen die steilen, südexponierten Talflanken des Marsyāndi Kholā nur noch einen lichten *Pinus wallichiana*-Bestand, der in der Höhenstufung von einem lichten *Abies spectabilis*-Bestand abgelöst wird (vgl. Bild 2, Abb. 2).

Wie in Nyiṣaṅ unterliegen auch in Gyasumdo die Wälder einer starken anthropogenen Beeinflussung. Auffällig sind im Luftbildausschnitt zahlreiche Rodungsflächen in unterschiedlichen Nutzungs- oder Sukzessionsstadien (vgl. Abb. 2). Brandrodung fand hier sowohl zur Anlage von Ackerterrassen (Latamraṅ) als auch zur Weidegewinnung (Waldalm oberhalb von Thāncok) statt. Auf heute ackerbaulich genutzten Rodungsflächen wie z. B. bei Latamraṅ lassen sich die verkohlten Baumstümpfe noch gut erkennen. Auf der großen Rodungsfläche am Nordhang befindet sich die Vegetation bereits wieder in einem Sukzessionsstadium. Neben Waldweidenutzung, Bau-, Brennholz- und Streuentnahme werden in Gyasumdo die Laubwälder stark geschneitelt. Das Laub dient insbesondere in den trockenen Wintermonaten als Zusatzfutter für das Vieh.

Zu 2.: fluvio-glaziale Terrasse von Thāncok

Das steile Kerbtalrelief in Gyasumdo bietet nur in begrenztem Umfang Möglichkeiten für die Anlage von Siedlungs- und Wirtschaftsflächen. Die Gunstlagen konzentrieren sich weitgehend auf fluviale- und fluvio-glaziale Terrassen, wo aufgrund des begrenzten Flächenangebotes keine großen Siedlungen entstehen konnten (vgl. Photo 2). Charakteristisch für die Siedlungsstruktur von Gyasumdo sind deshalb viele kleine Dörfer und Weiler, die sich in der Höhenlage zwischen 1600 und 2800 m erstrecken. Im Unterschied zu Nyiṣaṅ sind in Gya-

sumdo aufgrund der gemäßigteren Temperaturen sowohl die Süd- als auch die Nordhänge als Siedlungs- und Anbaustandorte geeignet (z. B. Thāncok).

Die Siedlung Thāncok (2743 m) gehört mit ca. 30 Haushalten und annähernd 150 Einwohnern (1984) zu den größeren Siedlungen in Gyasumdo. Während das Wededorf Latamrañ (2380 m) und der Weiler Thāncok Bësi (2440 m) jeweils auf einer jungen Schotterterrasse des Marsyāndi Kholā errichtet wurden, liegt Thāncok ca. 300 m oberhalb des Flußniveaus auf einer durch den Ghaṭṭa Kholā zerschnittenen, fluvio-glazialen Terrasse (vgl. Bild 2, Abb. 2). Beide Terrassenhälften werden von den Bewohnern der Siedlung Thāncok ackerbaulich genutzt. Der durch die Senkrechtaufnahme vermittelte Eindruck einer flachen Terrassenlandschaft täuscht, denn mit einer Höhendifferenz von ca. 250 m auf einer Horizontalstrecke von 800 m liegt die Feldflur in Hanglage. Die Entstehung dieser schwemmkegelartigen, deutlich talwärts geneigten Reliefform ist noch nicht abschließend geklärt. Nach Hagen (1968: 55f.) bestehen beide Terrassenhälften aus Moränenmaterial. In einem kleinen Seitental westlich von Thāncok konnte Hagen (1968: 55f.) ferner Seesedimentablagerungen finden, die seiner Ansicht nach im Zusammenhang mit den mächtigen Moränenablagerungen von Thāncok stehen. Sie deuten darauf hin, daß hier während eines späteiszeitlichen Gletscherrückzugsstadiums durch eine mächtige Endmoräne ein See aufgestaut worden ist.

Die Bewohner von Thāncok gehören zu der ethnischen Gruppe der Guruñ, die in Gyasumdo ca. zwei Drittel der Gesamtbevölkerung stellt. Neben den Guruñ leben in Gyasumdo Nachfahren tibetischer Emigranten (z. B. in Latamrañ), die als Gyasumdopa bezeichnet werden. Während sich die Gyasumdopa aus wirtschaftlichen Gründen überwiegend in Siedlungen entlang des Hauptverkehrsweges niedergelassen haben (z. B. in den Handelsorten Thōce, Bagarchāp, Cāme), liegen die meisten Guruñ-Dörfer abseits der Hauptverkehrsrouten (z. B. Thāncok, Tāje, Nāje). Ihre wirtschaftlichen Interessen sind in erster Linie auf die Landwirtschaft konzentriert.

In Gyasumdo reichen die jährlichen Niederschlagssummen zwischen 660 und 1460 mm (Station Cāme 1975–84) aus, um Trockenfeldbau zu betreiben. Die Ackerterrassen sind deshalb leicht geneigt angelegt. Relativ ausgeglichene Temperaturverhältnisse ermöglichen einen ganzjährigen Anbau mit bis zu drei Ernten in zwei Jahren. Das Spektrum der Anbauprodukte ist breit gefächert. Hauptanbauprodukt ist der Mais, gefolgt von Buchweizen, Weizen, Gerste, Kartoffeln und Amaranth. Daneben wird Obst (Äpfel) und Gemüse (z. B. Hülsenfrüchte, Kohl) in Hausgärten kultiviert.

Auf dem Luftbild sind deutliche Unterschiede in der Färbung der Ackerparzellen erkennbar (vgl. Bild 2). Der Anbau erfolgt hier in Zelgen, die in zwei Teilkomplexe gegliedert sind: einem unteren mit abgeernteten Maisfeldern und einem oberen mit Winterweizen- und Wintergersteanbau (vgl. Abb. 2). Die Zelgenwirtschaft ist im Himalaya weit verbreitet (vgl. Nitz, 1973; Uhlig, 1973; Haffner, 1973). Sie ist durch den einheitlich praktizierten Anbau auf einem Komplex von Ackerparzellen gekennzeichnet, der nach einem vereinbarten Modus (Flurzwang) im Rahmen der Fruchtfolge wechselt. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit auf einem Parzellenkomplex Ackerbau zu betreiben, während auf dem anderen in der Brachezeit das Vieh geweidet wird und dabei gleichzeitig die Felder gedüngt werden. In Thāncok wird eine Zweizelgenwirtschaft mit z. T. doppelter Fruchtfolge praktiziert. Dabei wird im ersten Jahr Mais als Sommerfrucht angebaut (März/April – Oktober), gefolgt von Winterweizen und Wintergerste (Oktober/November – Juni). Im zweiten Jahr findet ein Sommeranbau mit

Buchweizen statt und anschließend liegen die Felder brach. Daneben existieren einfache Fruchtfolgen wie z. B. Sommeranbau mit Buchweizen und Winteranbau mit Winterweizen oder -gerste. Auch Kartoffeln, Senf und Amaranth werden in den Anbauzyklus integriert.

In Gyasumdo stammen die Einkünfte der Guruñ überwiegend aus dem Ackerbau, gefolgt von der Viehzucht (Schafe, Ziegen, Rinder) sowie einem gelegentlichen Handel mit Kräutern („agro-pastoral economy with trade“; vgl. Messerschmidt & Gurung, 1974). Der Handel ist heute nur noch von geringer Bedeutung; einen wichtigen Erwerbszweig stellt hingegen die Viehzucht dar. Gyasumdo ist bekannt für seine Schaf- und Ziegenzucht. Im Sommer werden die Schafe und Ziegen auf den Hochweiden gehalten, im Winter ziehen die Guruñ mit ihren Herden nach Süden in den Lamjuñ-Distrikt, wo sie ihr Vieh auf den abgeernteten Feldern der Pāhāriā-Bauern weiden lassen (transhumante Weidewirtschaft). Bekannt ist Gyasumdo außerdem für die Züchtung von Dzo, einer Kreuzung zwischen Yak-Kuh und Rind. Eine zusätzliche Einkommensquelle für die Thāncok-Gurung war lange Zeit der Söldnerdienst in der britischen und indischen Armee. Heute gibt es nur noch wenige Rekrutierungen, die auf das nepalesische Militär beschränkt sind.

Bis 1959 stellte in Gyasumdo außerdem der Salz-Getreide-Handel zwischen Nepāl und Tibet einen attraktiven Erwerbszweig dar. An ihm waren nicht nur die Guruñ maßgeblich beteiligt, er war auch Hauptgrund für die Einwanderung von Tibetern nach Gyasumdo. Die Handelsroute führte von Tibet durch das obere Buḍhi Gaṇḍaki-Tal über den Lärke La (5105 m) in das Dudh Kholā- und bei Thōce in das Marsyāñdi-Tal (vgl. Fig. 2). Thōce war Umschlagplatz für Salz aus Tibet und Getreide aus Südnepal. Während die Tibet-Route im Sommer begangen und der Transport hier mit Yaks abgewickelt wurde, erfolgte der Warenaustausch mit Südnepal in den trockenen Wintermonaten mit Hilfe von Trägern. Dabei stellte die Marsyāñdi-Schlucht nicht selten ein nur schwer zu passierendes Hindernis dar, vor allem wenn durch heftige Monsunregenfälle Brücken weggespült waren oder durch Erdbeben und Muren der Weg wochenlang unpassierbar war. Oftmals mußte eine nicht weniger beschwerliche Ausweichroute über den 5560 m hohen Nāmun-Pass im Lamjuñ Himāl gewählt werden, die bei Temyañ (vgl. Abb. 2) wieder in das Marsyāñdi-Tal mündete. Aufgrund der schlechten Verkehrsbedingungen galt der Manāñ-Distrikt nie als ein bequemes Durchzugs- oder gar attraktives Handelsgebiet. Der Salz-Getreide-Handel mit Tibet stand in Gyasumdo immer deutlich im Schatten der benachbarten Handelsroute durch das Kālī Gaṇḍaki-Tal.

5.3 DER SÜDHANG DES MARSYÄNDI-TALS MIT DER SIEDLUNG UND FLUR VON GYĀRU IN DER SCHRÄGAUFNAHME (BILD 3, ABB. 3)

Aufnahmedaten (vgl. Fig. 2):

Flug: 27.11.1983, Marsyāñdi von West nach Ost, talaus
 Flugstreifen: Streifen 2, Aufnahme schräg links
 Kamera: Elektrohasselblad (Objektiv: Distagon f = 40 mm)
 Flughöhe: von 18.000 Fuß (5486 m) auf 15.000 Fuß (4572 m) sinkend

Das Schrägluftbild (Bild 3) wurde im oberen Marsyāñdi-Tal, in der Region Nyiṣañ aufgenommen. Es zeigt die Siedlung und Feldflur von Gyāru auf der südexponierten Talflanke des Marsyāñdi Kholā (vgl. Fig. 2). Im Unterschied zu Bild 1 und 2, die jeweils Landschaftsaus-

schnitte aus dem Bereich der Himālaya-Hauptkette wiedergeben, stammt Bild 3 aus dem Inneren Himālaya, einem Landschaftsraum, der sich in der orographischen Großgliederung des Himālaya-Systems nördlich an die Hauptkette anschließt. Deutlich tritt auf dem Luftbild die fluviale Zerschneidung des Reliefs mit zahlreichen rezenten Erosionsrinnen und Abrißnischen hervor. Beachtenswert ist darüber hinaus die extrem steile Hanglage der Feldflur von Gyāru, die sich höhenmäßig zwischen 3400 und 3800 m erstreckt.

Auf den ersten Blick wirkt der Landschaftscharakter des Luftbildes aufgrund der in der Trockenzeit vorherrschenden Braun- und Grüntöne relativ einheitlich. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch eine ausgeprägte kleinräumige Differenzierung, bei der die folgenden Raumeinheiten zu unterscheiden sind (Abb. 3):

1. der durch aktive Zertalung gekennzeichnete *Talboden* des Marsyāndi Kholā mit erodierten Terrassenresten und einem bewaldeten Endmoränenwall im linken unteren Bildausschnitt;
2. der *Südhang* des Marsyāndi-Tals mit:
 - Koniferenwäldern in expositionsbedingten unterschiedlichen Bestandsdichten,
 - der Siedlung Gyāru (3657 m) inmitten des steilen Flurparzellenkomplexes sowie
 - der alpinen Mattenstufe oberhalb der Flurgrenze.

Der Innere Himālaya umfaßt im Manāñ-Distrikt die Regionen Nyisāñ und Nār und nimmt damit den größten Flächenanteil ein. Geologisch-tektonisch gehört das Gebiet zu der Sedimentzone des Tibetischen Randsynklinoriums von „Langu-Manang“, welches kompliziert verfaltete und verschuppte Formationen von Silur bis zur oberen Kreide aufweist (vgl. Hagen, 1956: 130). Mit einer Längsausdehnung von ca. 250 km erreicht das Synklinorium im Manāñ-Distrikt seine östlichste Begrenzung durch die Granitintrusionen des Manāslu Himāl. Im Norden wird es durch den Granit des Tibetischen Randgebirges und im Süden durch die kristallinen Formationen der Himālaya-Hauptkette begrenzt. Im Marsyāndi-Tal reicht die Sedimentzone des Tibetischen Randsynklinoriums bis etwa Cāme (vgl. Hagen, 1956: 130). Aufgrund der relativ weichen Ausgangsgesteine (Sandstein, Kalkstein, Dolomit, Quarzit, Schiefer) ist die Landschaft durch fluvio-glaziale Erosionsprozesse intensiv zergliedert (vgl. Bild 3) und bietet – vor allem in den höheren Lagen – das Bild einer stark verschutteten Steppen- und Gebirgswüstenlandschaft. Im oberen Marsyāndi-Tal besteht der Talgrund aus fluvial leicht ausräumbarem Moränenmaterial. Dies zeigt sich auf dem Luftbild in der großen Zahl rezenter erosiver Anschnitte und Rutschungen (vgl. Bild 3, Abb. 3). In der linken unteren Bildhälfte ist ein bewaldeter Endmoränenrücken des alten Marsyāndi-Gletschers erkennbar. Die steilen Südhängen sind durch wildbachähnliche Gerinne und Erosionsformen gegliedert.

Die talaufwärts abnehmenden monsunalen Niederschläge zusammen mit einer zunehmenden Strahlungsintensität bedingen im oberen Marsyāndi-Tal ausgeprägte Unterschiede in der Vegetation der nord- und südexponierten Talflanken. Besonders deutlich wird dieser Gegensatz oberhalb der Talenge von Pisāñ (vgl. Fig. 2). Während die Nordhänge einen relativ dichten, mäßig feuchten Koniferenwald tragen (vgl. Bild 1), zeigen die Südhängen nur noch einen lichten Waldbestand (vgl. Bild 3). Zwar bildet auch hier *Pinus wallichiana* vorübergehend einen mäßig feuchten Nadelwald, dieser wird talaufwärts aber bald von einem lockeren *Juniperus indica*-Bestand abgelöst. Wacholderbäume sind bereits westlich der Pisāñ-Eng-

stelle auf dem Talboden vertreten, westlich von Gyāru werden sie aber erst als lichter Steppenwald bestandsbildend.

Im Schrägluftbild von Gyāru treten expositionsbedingte Unterschiede in der Vegetation des Südhangs besonders deutlich hervor. Die strahlungsärmeren SW- und W-exponierten Hänge östlich von Gyāru (rechter Bildausschnitt) tragen noch einen mäßig feuchten Koniferenwald mit *Pinus wallichiana* in einer unteren und *Abies spectabilis* in einer oberen Stufe (vgl. Abb. 3). In W-Exposition schließt sich darüber ein lichter subalpiner Laubwald mit *Betula utilis* an der oberen Waldgrenze an. Die strahlungsreicheren SO-exponierten Hanglagen westlich von Gyāru (linker Bildausschnitt) weisen dagegen nur noch einen lichten, trockenen Koniferenmischwald mit *Pinus wallichiana* und *Juniperus indica* auf, der durch Brennholznutzung und Schneitelung (Stallstreu!) weitgehend zu Krummholz degradiert ist. Dort, wo Wacholderbäume fehlen, hat sich eine Wacholder-Dornbuschsteppe gebildet, in der u. a. *Juniperus communis* als Gebüsch, *Rosa sericea*, *Berberis* sp., *Cotoneaster* sp. verbreitet sind. In südexponierten Hanglagen bildet *Juniperus indica* die obere Waldgrenze. In der Höhenstufung schließt sich eine *Juniperus*-Krummholzstufe mit Dornsträuchern im Übergangsbereich zur feuchten, alpinen Mattenstufe an. Daneben sind auch hier Gramineen sowie zahlreiche Kräuter und Polsterpflanzen vertreten.

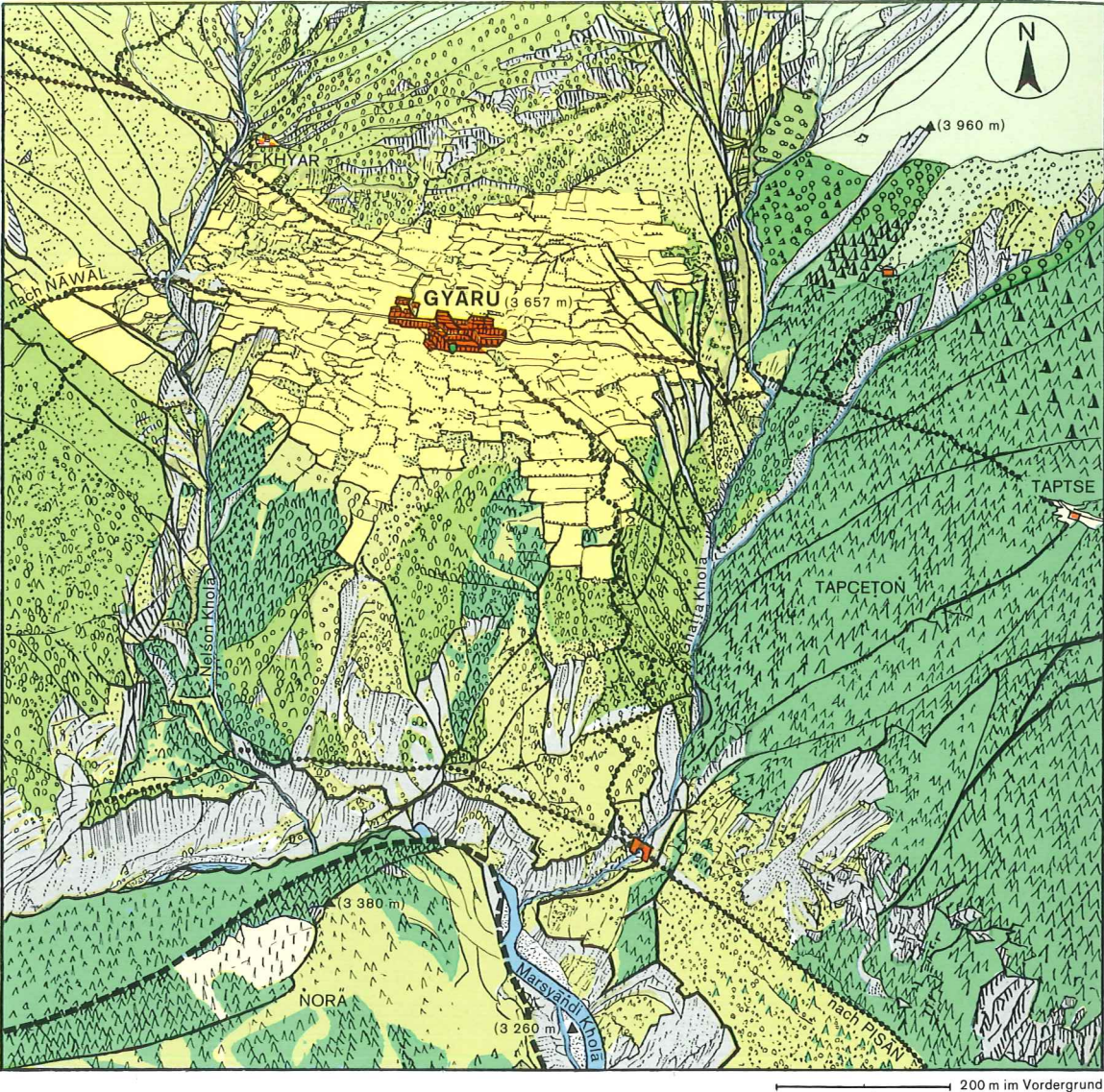
Charakteristisch für die südexponierten Hanglagen in Nyísañ ist ihre starke kulturlandschaftliche Überprägung (vgl. Photo 1). In Höhen zwischen 3200 und 4150 m stellen die Süd-hänge strahlungsbedingte, thermische Gunstlagen für den Ackerbau dar. Aufgrund der niedrigen winterlichen Temperaturen mit zahlreichen Frosttagen und Schneefall ist jedoch kein ganzjähriger Anbau mehr möglich. In Gyāru findet nur noch Sommeranbau mit Gerste, Weizen, Buchweizen und Kartoffeln statt. Die monsunalen Niederschläge reichen gerade noch aus, um Trockenfeldbau zu betreiben. In der benachbarten Ortschaft Nāwāl, 4,5 km westlich von Gyāru, ist wie im gesamten oberen Marsyāñdi-Tal nur noch Bewässerungsfeldbau möglich. Die blockförmigen Feldparzellen von Gyāru sind nicht terrassiert, sondern geneigt angelegt (vgl. Abb. 3), mit Lesesteinmauern als Begrenzung. Beachtlich ist die Steilheit der Feldparzellen, die mit einem Neigungswinkel von z. T. 45° isohypsenparallel bewirtschaftet werden. Die Flur ist zelgenartig in zwei Parzellenkomplexe gegliedert, die im Luftbild nicht zur Geltung kommen, da die Feldflur zur Zeit der Aufnahme bereits seit zwei Monaten brach lag. Die Bewirtschaftungsgrenze zwischen beiden Flurbereichen verläuft in Höhe der Siedlung. Gerste und Weizen werden auf einem Parzellenkomplex gemischt angebaut, während der andere ausschließlich mit Buchweizen bestellt wird. Kartoffeln sowie verschiedene Gemüsearten (insbesondere Rettich) werden in Siedlungsnähe kultiviert. Eine jährliche Fruchtfolge findet innerhalb der beiden Flurbereiche statt. Die zelgenähnliche Bindung wird nach Auskunft lokaler Informanten einerseits aus arbeitstechnischen Gründen praktiziert, zum anderen, um jährlich jeweils eine Ernte der Hauptnahrungsmittel (Gerste/Weizen und Buchweizen) zu erhalten. Außerdem trägt sie zu einer Risikominimierung bei, sollte es z. B. aufgrund von Schlechtwettereinflüssen zu Ernteeinbußen kommen. Fruchtwechsel wird praktiziert, um die Bodenfruchtbarkeit aufrechtzuerhalten. Zusätzlich werden die Felder intensiv mit Naturdung gedüngt.

Neben dem speziell auf die klimaökologischen Bedingungen ausgerichteten landwirtschaftlichen Anbau lassen sich auch im Bereich der Haus- und Siedlungsformen zahlreiche Merkmale einer Umweltanpassung aufzeigen (vgl. Pohle, 1988). Gyāru (3657 m) liegt als re-



Bild 3: Schrägluftbild der südexponierten Talflanke des Marsyāndi Kholā mit Siedlung und Feldflur von Gyāru (3657 m).
(Aufnahme E. Schneider am 27.11.1983)

Abb. 3: Interpretationsskizze zum Luftbild Gyáru



GEOLOGIE, RELIEF, HYDROLOGIE:

- anstehender Fels aus Sandstein, Kalkstein, Dolomit, Quarzit
- beweglicher Hangschutt aus Sandstein, Kalkstein, Dolomit, Quarzit
- Hangschuttrinnen (Erdrutsche)
- zerrackelter Tillit
- Moräne
- rezentes Schotterbett des Marsyändi Kholä
- Abbruchkante der Flußterrasse
- perennierender Bach

LANDNUTZUNG

- geneigte Trockenfelder mit Sommeranbau von Gerste, Weizen und Buchweizen
- Alm
- Wohnhäuser
- Weg, Pfad
- Brücke

VEGETATION

- mäßig feuchter Koniferenwald (untere Stufe: *Pinus wallichiana*) bevorzugt in W- und SW- Exposition
- mäßig feuchter Koniferenwald (obere Stufe: *Abies spectabilis*) in W-Exposition
- subalpiner Laubwald (*Betula utilis*) an der oberen Waldgrenze in W-Exposition
- Birkenkrummholz an der oberen Waldgrenze in W-Exposition
- trockener Koniferenmischwald (*Pinus wallichiana*, *Juniperus indica*) bevorzugt in S-exponierten Hanglagen
- trockener Koniferenwald (*Juniperus indica*) an der Waldgrenze in S-Exposition
- Juniperus*-Krummholz u. Dornsträucher im Übergangsbereich zur alpinen Mattenstufe
- mäßig feuchte, alpine Mattenstufe
- alpine Rasengesellschaften
- stark überweidete Dornstrauchflur (*Rosa sericea*, *Berberis*) in steilen Hanglagen und auf Flußterrasse
- Waldbrandlichtung, Waldbrandschäden im Kiefernwald
- Rosa sericea*- u. *Berberis* - Gebüsch entlang von Feldrainen u. Wegen; *Clematis montana* auf Trockenmauern
- Solitäräume (*Juniperus indica*, *Salix*)

lativ großes, geschlossenes und kompakt angelegtes Dorf inmitten der Feldflur. Zur Zeit der Geländearbeiten (1983) bestand die Siedlung aus 73 Wohnhäusern, die in hangparallelen Zeilen aneinander, z. T. terrassenförmig übereinander errichtet wurden (vgl. Abb. 3). Durch diese kompakte Bauweise wird ein effektiver Kälteschutz erreicht, der außerdem durch ein massives Mauerwerk aus Naturstein sowie eine klimagerechte Stockwerknutzung der zwei- bis dreigeschossigen Häuser unterstützt wird. So befinden sich in allen Wohnhäusern die Stallungen im Erdgeschoß. Darüber – durch die isolierenden Ställe optimal gegen Bodenkälte geschützt – liegen die Wohnräume. Die Ausrichtung der Häuser ist zur Sonne orientiert, wobei alle Hausöffnungen nach Süden zeigen, während die im Schatten liegenden Rückwände nur noch kleine Lüftungsschlitze aufweisen. Parallel zu den Niederschlagsverhältnissen verändern sich im Manāñ-Distrikt auch die Hausformen. Zahlreichen lehmgedeckten Flachdächern wurden in Gyāru nach Süden geöffnete Pultdächer aufgesetzt, die mit großen Schindelplatten abgedeckt sind. Hier spiegelt sich offensichtlich die Übergangslage vom feuchten Äußeren Himālaya zum mäßig feuchten Inneren Himālaya auch in der Hausform wider.

Gyāru zählt nicht zu den ältesten Ortsgründungen in Nyīsañ, sondern entstand als Zweigsiedlung des Nachbarortes Nāwāl. Das heutige Siedlungsgebiet soll ehemals von den Bewohnern Nāwāls als Ziegenweide genutzt worden sein. Noch immer setzt sich der Viehbestand von Gyāru neben Rindern (ca. 200 im Jahr 1983) zum größten Teil aus Ziegen (ca. 300) zusammen, die im Sommer auf der Alm (z. B. in Khyar, vgl. Abb. 3) und im Winter im Dorf gehalten werden.

Die Haupteinkünfte der Gyāru-Bevölkerung, die wie alle Bewohner von Nyīsañ zur tibeto-burmanischen Volksgruppe der Manāñgi¹⁷ gehören, stammen heute allerdings nicht mehr aus Ackerbau und Viehzucht, sondern überwiegend aus Handelsgeschäften, die sie im südostasiatischen Raum tätigen (vgl. Kap. 5.1). Die Entwicklung des Handels läßt sich bis ins 18. Jahrhundert zurückvollziehen, als den Manāñgi durch königlichen Erlaß besondere Handelsprivilegien eingeräumt wurden, die ihnen zunächst einen abgabenfreien Handel innerhalb Nepāls, später auch über die Grenze nach Indien erlaubten. Gehandelt wurde zu dieser Zeit überwiegend mit Produkten des eigenen Lebensraumes, vor allem mit Kräutern, die im Sommer auf den Hochweiden gesammelt wurden, sowie mit tierischen Erzeugnissen. Während der britischen Kolonialzeit gelang es den Manāñgi in Indien Reisepässe zu erwerben, mit deren Hilfe sie ihre Handelsaktivitäten auf den südost- und ostasiatischen Raum ausdehnen konnten. Gehandelt wurde jetzt mit Edel- und Halbedelsteinen aus Burma, Elektrowaren und Uhren aus Hong Kong, Kleidung aus Bangkok und vielem mehr. Durch die weitreichenden Handelsverbindungen haben sich die Manāñgi mittlerweile zu einer der wohlhabendsten Bevölkerungsgruppen Nepāls entwickelt (vgl. Pohle, 1993).

Mit der Ausdehnung der Handelsaktivitäten fand allmählich auch eine Verlagerung des Hauptwohnortes in die Städte Kāṭhmāṇḍu und Pokharā statt. Die Abwanderung insbesondere junger Familien hat im Manāñ-Distrikt zu merklichen Veränderungen in der Bevölkerungs-, Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur geführt. Z. B. waren in Gyāru 1983 bereits mehr als die Hälfte aller Wohnhäuser (40 von 73) nicht mehr bewohnt. Die Bevölkerung setzte sich überwiegend aus älteren Menschen, Frauen und Kindern zusammen, die die Sommermonate zwar in Gyāru verbrachten, im Winter aber in die Städte zogen. Zahlreiche Wohnhäuser

¹⁷ Die Bezeichnung Manāñgi bedeutet in der Nyīsañ-Sprache „Leute von Manāñ“. Sie leitet sich von dem größten Ort der Region Nyīsañ, der Siedlung Manāñ, ab (vgl. Fig. 2).

waren außerdem an Neuzuwanderer aus den Nachbarregionen Manāns vermietet. Längst waren auch nicht mehr alle Felder bewirtschaftet; Sozialbrache war vor allem in Randbereichen der Ackerflur verbreitet. Viele der Felder waren außerdem verpachtet oder wurden von Lohnarbeitern bestellt. Das Vieh wurde überwiegend von tibetischen Flüchtlingsfamilien betreut.

Diese noch jungen und keineswegs abgeschlossenen Veränderungen deuten auf einen Verfall der an die Natur des Hochgebirges angepaßten Kulturlandschaft hin. Die Veränderungen in der traditionellen Gebirgslandwirtschaft werden sich kaum aufhalten lassen, doch von einem Verfall der gesamten Kulturlandschaft kann nicht die Rede sein. Denn das durch den Handel erwirtschaftete Einkommen fließt partiell nach Manān zurück und wird dort in Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensbedingungen, z. B. in den Ausbau der Infrastruktur, investiert. Außerdem stellt der seit zwei Dekaden ständig anwachsende Trekking-Tourismus für die Bevölkerung eine Attraktivitätssteigerung ihres Lebensraumes dar und hat bereits einige Manāngi zur Rückkehr veranlaßt. Von einer Entvölkerung des Hochgebirgsraumes und einer daraus resultierenden Verödung der Kulturlandschaft kann also vorläufig nicht die Rede sein, vielmehr zeichnet sich eine neue Inwertsetzung des traditionellen Wirtschaftsraumes ab.

6. MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER AUSWERTUNG VON SENKRECHT- UND SCHRÄGAUFNAHMEN AUS DEM HOCHGEBIRGE

Neben topographischen und thematischen Karten stellen Luftbilder in der Geographie und anderen „Erdwissenschaften“ besonders aussagekräftige Informationsträger dar und sind deshalb vielseitig eingesetzte Arbeitsmittel. In den letzten Jahren wurden Luftbilder jedoch zunehmend von Satellitenbildern in den Hintergrund gedrängt und die visuelle Bildinterpretation zugunsten automatisierter Interpretationstechniken vernachlässigt. Bei aller Faszination, die von Satellitenbildern und der digitalen Bildverarbeitung und -auswertung ausgeht, haben Luftbilder aber auch heute noch ihren Stellenwert. Aufgrund des in der Regel kleineren Maßstabs sind Satellitenbilder eher für großräumige Übersichten geeignet. Die im Vergleich zum Luftbild geringere Auflösung sowohl photographischer als auch digitaler Satellitenbilder schränkt noch immer die inhaltlichen Klassifizierungsmöglichkeiten ein. Großmaßstäbige, hochauflösende Luftbilder, wie die in diesem Beitrag abgebildeten „Schneider-Luftbilder“, ermöglichen dagegen physiognomische Detailstudien wie z. B. des Reliefs, der Vegetation und der Landnutzung.

Darüber hinaus können Luftbilder, geographische Feld- und Kartierungsarbeiten maßgeblich erleichtern und beschleunigen. Dies gilt insbesondere für Erhebungen in Hochgebirgsräumen mit unwegsamen und schwer einsehbaren Geländeabschnitten. Im Rahmen meiner mehrjährigen Felduntersuchungen in der Hochgebirgsregion von Manān wurde deshalb die konventionelle Methode der visuellen Luftbildinterpretation eingesetzt. Luftbilder dienten hier nicht nur zur Orientierung im Gelände und zur Lokalisierung bzw. Kartierung geographisch interessanter Einzelphänomene, sondern sie boten auch eine ideale Arbeitsgrundlage für die kleinräumige Landschaftsbeschreibung und Landschaftsanalyse. Außer-

dem ließen sich mit Hilfe der Luftbilder die für Manān typischen, an das Hochgebirge angepaßten Siedlungs-, Landnutzungs- und Wirtschaftsformen exemplarisch dokumentieren.

Die von Erwin Schneider im nördlichen Annapurṇa-Himālaya aufgenommenen Luftbilder waren für die geographische Interpretation besonders geeignet, weil:

1. die Luftbildserien durch Überlappung die stereoskopische Auswertung ermöglichten,
2. die farbigen Aufnahmen die Klassifizierung des Bildinhaltes erleichterten und
3. die Kombination von zwei Schrägaufnahmen mit einer Senkrechtaufnahme die Beschreibung des gesamten Talquerschnitts ermöglichte.

Die Vor- und Nachteile des „Schneider-Aufnahmesystems“ für die aerophotogrammetrische Auswertung zur Erstellung topographischer Karten in Gebirgsregionen hat R. Kostka in seinem Beitrag zusammengefaßt (vgl. Kostka, im selben Band; vgl. auch Reiterer, 1985; Kostka, 1987). Sie gelten, wie in diesem Beitrag gezeigt, im Prinzip auch für die geographische Luftbildinterpretation.

Im Hochgebirge besitzen Senkrechtluftbilder einige Nachteile, die sowohl die Bildausmessung als auch die Bildinterpretation erschweren. Besonders nachteilig macht sich in der Zentralprojektion die reliefbedingte Verzerrung bemerkbar. Außerdem erschwert die zweidimensionale Abbildung das Verständnis für die hochgebirgstypische dritte Dimension. Bei der grundrißartigen Aufsicht im Senkrechtluftbild lassen sich Höhenunterschiede nicht differenzieren. Die stereoskopische Betrachtung von Stereoluftbildern kompensiert zwar partiell dieses Handicap, erlaubt aber auch dann nicht die visuelle Detailbetrachtung von steil abfallenden Flächen wie z. B. Felswänden, Steilhängen oder Hängegletschern.

Im Schrägluftbild kommt dagegen die dritte Dimension deutlich zum Ausdruck und wird selbst für Laien anschaulich und verständlich. Der höhenbedingte Wandel des Reliefs, der Vegetation oder kurz der hypsometrische Landschaftswandel läßt sich im Schrägluftbild auch in sehr steilem Gelände anschaulich nachvollziehen. Im Unterschied zum Senkrechtluftbild, bei dem die flächenhafte Darstellung der Landschaft relativ einfach in eine kartenähnliche Skizze umzusetzen ist, erfordert hingegen die Interpretationsskizze eines Schrägluftbildes Kenntnisse im perspektivischen Zeichnen.

Die praktischen Erfahrungen in Manān haben gezeigt, daß vor allem in Trogtälern die Kombination von zwei Schrägaufnahmen für die Bearbeitung der Talflanken und einer Senkrechtaufnahme für die Bearbeitung des Talbodens als ideal anzusehen sind. In extrem engen und steilen Kerbtälern ist dieses Aufnahmesystem aber nur bedingt einsetzbar, weil bei Schrägaufnahmen die Entfernung zu den Talflanken zu gering und damit der Bildausschnitt zu kleinräumig werden kann. E. Schneider hat in solch einem Fall auf Schrägluftbilder verzichtet und ausschließlich Senkrechtluftbilder aufgenommen, bei denen er ein extremes Weitwinkelobjektiv („Fischauge“) eingesetzt hat. Die meisten dieser Aufnahmen sind im Randbereich jedoch so stark verzerrt, daß sie sich sowohl photogrammetrisch als auch inhaltlich nur noch eingeschränkt auswerten lassen (vgl. Bild 2).

Trotz aller Vorzüge besitzen aber auch Luftbilder erfahrungsgemäß nur einen begrenzten Aussagewert, wenn nicht zusätzliche Informationen durch Felderhebungen gewonnen und die Bildinterpretationsergebnisse terrestrisch verifiziert werden können. Zu den Informationen, die ausschließlich im Gelände zu erheben sind, gehören z. B. die Orts- und Geländenamen (Toponyme). Auf Luftbildern gibt es darüber hinaus fast immer Problembereiche, deren inhaltliche Interpretation ohne ergänzende Feldbegehung nicht möglich ist. Auf den Manān-

Luftbildern sind z. B. aufgrund der dichten Waldbedeckung der Annapurna-Nordflanke Waldalmen nicht oder nur schwer erkennbar (vgl. Bild 1, Abb. 1). Auch die Zusammensetzung der Vegetation ist aufgrund der Auflösung und Überdeckung nicht immer befriedigend zu differenzieren. Auf verschatteten Bildabschnitten führt schließlich eine noch so routinierete Bildbearbeitung nicht mehr weiter, sondern nur die ergänzende terrestrische Felderkundung.

7. LITERATUR

- Aerni, K., 1990: 1000 Jahre Siedlung und Verkehr im schweizerischen Alpenraum. Voraussetzungen und Ergebnisse. In: Fehn, K. et al. (eds.): *Siedlungsforschung*, Bd. 8: 9–42. Bonn.
- Albertz, 1991: *Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern*. Eine Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt.
- Allan, N. J. R., 1986: Accessibility and Altitudinal Zonation Models of Mountains. *Mountain Research and Development*, 6(3): 185–194.
- Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung (ed.), 1977: *Kathmandu Valley Maps 1:10.000 and 1:50.000*. Munich.
- Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung (ed.), 1993: *Annapurna 1:100.000*. Munich.
- Bätzing, W., 1991: *Die Alpen. Entstehung und Gefährdung einer europäischen Kulturlandschaft*. München.
- Beckel, L. (ed.), 1996a: *Österreich – Ein Portrait in Luft- und Satellitenbildern*. Salzburg.
- Beckel, L. (ed.), 1996b: *Satellitenbild-Atlas Schweiz*. Berlin.
- Beckel, L. & Zwittkowitz, F. (eds.), 1997: *Satellitenbildatlas Europa – Das neue Bild der Alten Welt*. Berlin.
- Buchroithner, M. (ed.), 1996: *Proceedings of an International Symposium on High-Mountain Remote Sensing Cartography*, held in Schladming (Austria), 26–28 September, 1990. Kartographische Bausteine, 12. Dresden.
- Buchroithner, M., Kolejka, J. & Kostka, R., 1991: Application of Remote Sensing to Geomorphological Studies of the Bagmati Valley South of Kathmandu, Nepal. *Mountain Research and Development*, 19(4): 281–294.
- Diercke – *Weltraumbildatlas*, 1989. Braunschweig.
- Diesselhorst, G., 1968: *Beiträge zur Ökologie der Vögel Zentral- und Ost-Nepals*. Khumbu Himal, 2. Innsbruck.
- Fellowes, P. F. M., Blacker, L. V. S., Etherton, P. T. & Clydesdale, 1933: *First over Everest – the Lady Houston Mt. Everest Expedition 1933*. London.
- Finsterwalder, R., 1994: *Kartographische Aktivitäten in Nepal – eine neue Trekkingkarte 1:100.000 der Annapurna-Gruppe*. Kartographische Nachrichten, 1: 14–16.
- Fürer-Haimendorf, C. v., 1975: *Himalayan Traders. Life in Highland Nepal*. London.
- Gierloff-Emden, H. G., 1989: *Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen*. Enzyklopädie der Kartographie, 4(1). Wien.
- Grötzbach, E., 1982: *Das Hochgebirge als menschlicher Lebensraum*. Eichstätter Hochschulreden 33. München.
- Grötzbach, E., 1984: Mobility of Labour in High Mountains and the Socio-Economic Integration of Peripheral Areas. *Mountain Research and Development*, 4(3): 229–235.
- Gruber, M. & Kostka, R., 1992: Spezielle Fernerkundungstechnik für raumbezogene Forschungsprojekte. In: *Proc. of the XVIIth ISPRS Congress*, Vol. XXIX, Part B4, Comm. IV. Washington DC.
- Gurung, A., 1985: *Aerial Photographs & Satellite Imagery Index Maps of Nepal*. National Remote Sensing Center Nepal, Kathmandu.
- Haffner, W., 1967: Ostnepal – Grundzüge des vertikalen Landschaftsaufbaus. In: *Khumbu Himal*, 1: 389–426. München.
- Haffner, W., 1973: Brachsysteme und zeltengebundener Anbau in Zentral- und Ostnepal. In: Rathjens, C., Troll, C. & Uhlig, H. (eds.): *Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge des südlichen Asien*. Erdwissenschaftliche Forschung, 5: 40–42. Wiesbaden.
- Haffner, W., 1979a: *Nepal Himalaya. Untersuchungen zum vertikalen Landschaftsaufbau Zentral- und Ostnepals*. Erdwissenschaftliche Forschung, 12. Wiesbaden.
- Haffner, W., 1979b: Zur Karte des Kathmandu-Tals. *Erdkunde*, 33(1): 38–51.
- Haffner, W., 1982: Die Gebirge und Hochländer der Tropen und Subtropen. In: *Giessener Beiträge zur Entwicklungsforschung*, 1(8): 1–33. Giessen.
- Haffner, W., 1987: Von der angepaßten Nutzung zur Übernutzung des Naturpotentials im Nepal-Himalaya. Das Beispiel Gorkha. In: *Verhandlungen des Deutschen Geographentages*, 45: 190–195. Stuttgart.
- Hagen, T., 1956: *Das Gebirge Nepals*. Die Alpen, 32(5): 124–130. Basel.
- Hagen, T., 1960: *Nepal – Königreich am Himalaya*. Bern.
- Hagen, T., 1968: Report on the Geological Survey of Nepal. *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, Bd./Vol. LXXXVI/2. Zürich.
- Hagen, T., 1988: *Wege und Irrwege der Entwicklungshilfe. Das Experimentieren an der Dritten Welt*. Zürich.
- Hellmich, W., 1964: *Einführung in die Arbeiten des Forschungsunternehmens Nepal Himalaya*. Khumbu Himal. Berlin.

- Ives, J. D. & Messerli, B., 1984: Stability and Instability of Mountain Ecosystems. Lessons Learned and Recommendations for the Future. *Mountain Research and Development*, 4(1): 63–71.
- Ives, J. D. & Messerli, B., 1989: The Himalayan Dilemma. Reconciling development and conservation. London.
- Kleinert, C., 1983: Siedlung und Umwelt im zentralen Himalaya. *Geoeological Research*, Vol. 4. Wiesbaden.
- Kollmair, M., 1999: Futterbäume in Nepal. Traditionelles Wissen, Stellenwert in kleinbäuerlichen Betrieben und räumliche Verteilung. „Kultur, Gesellschaft, Umwelt“, Schriften zur Südasiens- und Südostasienforschung, 3. Münster.
- Kostka, R. (ed.), 1987: Die erdkundende Weltraumphotographie und ihre Anwendung in der Gebirgskartographie. Mitteilungen der Geodätischen Institute der Technischen Universität Graz, 57. Graz.
- Kostka, R., 1992a: Geodetic-Photogrammetric Work in the Course of Cultural Studies in Nepal. In: Kölver, B. (ed.): *Aspects of Nepalese Traditions*. Publications of the Nepal Research Centre, 19: 57–65. Stuttgart.
- Kostka, R., 1992b: Large-Scale Mapping for German Research Activities in Nepal. In: Kölver, B. (ed.): *Aspects of Nepalese Traditions*. Publications of the Nepal Research Centre, 19: 67–75. Stuttgart.
- Kostka, R., 1993: The Problems of High Mountain Cartography. Lecture in Memory of Erwin Schneider. *Journal of the Nepal Research Centre*, Vol. IX: 1–15. Kathmandu.
- Kostka, R., Jiresch, E., Krottendorfer, H., Pohle, P., 1992: Annapurna. Satellite Image Trekking Map 1:250.000, Graz.
- Kostka, R. & Pohle, P., 1996: Satellite Image Trekking Maps – Examples from the Himalaya. In: Buchroithner, M., (ed.): *Proc. of an Int. Symp. on „High Mountain Remote Sensing Cartography“ held in Schladming (Austria) 1990*. Kartographische Bausteine, 12: 124–135. Dresden.
- Kreutzmann, H., 1993: Entwicklungstendenzen in den Hochgebirgsregionen des indischen Subkontinents. *Die Erde*, 124(1): 1–18.
- Kuhle, M., 1982: Der Dhaulagiri- und Annapurna Himalaya. Ein Beitrag zur Geomorphologie extremer Hochgebirge. *Zeitschr. f. Geomorphologie*, Suppl. Bd. 41, Textteil und Abbildungsteil. Berlin.
- Limberg, W., 1982: Untersuchungen über Besiedlung, Landbesitz und Feldbau in Solu-Khumbu. *Khumbu Himal*, 12. Innsbruck.
- Lobbichler, F., 1961: Lepidoptera der deutschen Nepal-Expedition 1955. Allgemeiner Teil. Veröff. der zoolog. Staatssammlung München, 6: 103–137.
- Löffler, E., 1994: Geographie und Fernerkundung. Teubner Studienbücher Geographie. Stuttgart.
- Messerli, P., 1992: Die Zukunft der Alpen in Europa. *Geographische Rundschau*, 44 (7–8): 409–415.
- Messerschmidt, D. A. & Gurung, N. J., 1974: Parallel Trade and Innovation in Central Nepal: The Case of the Gurung and Thakali Subbas Compared. In: Führer-Haimendorf, C. v. (ed.): *Contributions to the Anthropology of Nepal*. Proc. of a Symp. held at The School of Oriental and African Studies, Univ. of London, 1973. Warminster.
- Miehe, G., 1982: Vegetationsgeographische Untersuchungen im Dhaulagiri- und Annapurna-Himalaya. *Dissertationes Botanicae*, Bd. 66.1 und 66.2. Vaduz.
- Müller-Böcker, 1995: Die Tharu in Chitawan. Kenntnis, Bewertung und Nutzung der natürlichen Umwelt im südlichen Nepal. *Erdwissenschaftliche Forschung*, 33. Stuttgart.
- Nakao, S., 1955: Ecological Notes. In: Kihara, H. (Ed.): *Fauna and Flora of Nepal Himalaya*. Scientific Results of the Japanese Expeditions to Nepal Himalaya 1952–1953, Vol. II: 313–341. Kyoto.
- Nitz, H.-J., 1973: Einführung in die Problematik der Zelgensysteme und das Beispiel des Zweizelgensystems im Kumaon-Himalaya (Indien). In: Rathjens, C., Troll, C. & Uhlig, H. (eds.): *Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge des südlichen Asien*. Erdwissenschaftliche Forschung, 5: 1–9. Wiesbaden.
- Oppitz, M., 1968: Geschichte und Sozialordnung der Sherpa. *Khumbu Himal*, 8. Innsbruck.
- Pohle, P., 1988: The Adaptation of House and Settlement to High Altitude Environment – A Study of the Manang District in the Nepal-Himalaya. *Journal of the Nepal Research Centre*, Vol. VIII: 67–103. Kathmandu.
- Pohle, P., 1990: Useful plants of Manang District. A contribution to the ethnobotany of the Nepal-Himalaya. *Nepal Research Centre Publications*, Monograph Series, 16. Stuttgart.
- Pohle, P., 1992: Umwelthanpassung und ökonomischer Wandel im Nepal-Himalaya. Das Beispiel der Manangki. *Geographische Rundschau*, 44(7–8): 416–425.
- Pohle, P., 1993: The Manangis of the Nepal-Himalaya: Environmental Adaptation, Migration and Socio-Economic Changes. In: Toffin, G. (ed.): *Nepal, Past and Present*. Proceedings of the Franco-German Conference Arcet-Senans, June 1990: 332–346. CNRS, Paris.
- Rathjens, C., 1968: Neuere Entwicklung und Aufgaben einer vergleichenden Geographie der Hochgebirge. *Geogr. Taschenbuch 1966/1969*: 199–210. Wiesbaden.
- Reiterer, F., 1985: Das Aufnahmesystem Schneider. Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz, Abteilung Vermessungswesen. Graz.
- Richter, G., Linke, W., Kürten, L. (eds.), 1988: Deutschland – Raum im Wandel: eine Bilanz im Luftbild. Speyer.
- Riha, G. & Komarek, A., 1989: Tirol. Das erhabene Land. Wien.
- Röthlisberger, F., 1986: 10.000 Jahre Gletschergeschichte der Erde. Aarau.
- Schneider, E., 1967: Begleitworte zur Karte Khumbu Himal I und zur Namensgebung. In: Hellmich, W. (ed.): *Khumbu Himal, Ergebnisse des Forschungsunternehmens Nepal Himalaya*, 1: 430–446. München.
- Schneider, E., 1969: Einige Bemerkungen zum Südwestblatt des Nepal-Ost-Kartenwerkes: Tamba Kosi – Likhu Khola. In: Hellmich, W. (ed.): *Khumbu Himal, Ergebnisse des Forschungsunternehmens Nepal Himalaya*, 7: 1–8. München.

- Schweinfurth, U., 1957: Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. *Bonner Geogr. Abh.* 20, Bonn.
- Sinclair, K., 1988: China aus der Luft. Luzern.
- Stadelbauer, J., 1992: Geoökologische Gebirgsforschung als angewandte Umweltforschung. Ein Bericht zur Entwicklung und zu den Zukunftsaufgaben der IGU-Commission „Mountain Geoecology and Sustainable Development“. *Erdkunde*, 46: 290–297.
- Steiger, H., 1981: Tirol im Luftbild. Innsbruck.
- Troll, C., 1939: Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin*: 241–298.
- Troll, C., 1943a: Methoden der Luftbildforschung. *Sitzungsberichte europäischer Geographen, Würzburg* 1942: 121–146. Leipzig.
- Troll, C., 1943b: Fortschritte der wissenschaftlichen Luftbildforschung. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin*: 277–311.
- Troll, C., 1963: Geographische Luftbildinterpretation. *Transactions of the Symposium on Photo Interpretation, Delft, The Netherlands*, Sept. 1962. In: *Archives Internationales de Photogrammetrie*, Vol. XIV: 266–275. Delft.
- Troll, C., 1969: Die Pflege der Luftbildinterpretation in Deutschland. *Bildmessung und Luftbildwesen*, 4: 120–125.
- Uhlig, H., 1973: Zellenwirtschaften und mehrgliedrige Siedlungs- und Anbausysteme Kulu/Mandi (Himachal Pradesh) und Trisuli/Langtang (Nepal). In: Rathjens, C., Troll, C. & Uhlig, H. (eds.): *Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge des südlichen Asien*. *Erdwissenschaftliche Forschung*, 5: 10–22. Wiesbaden.
- Uhlig, H., 1976: Bergbauern und Hirten im Himalaya – Höenschichtung und Staffelsysteme – ein Beitrag zur vergleichenden Kulturgeographie der Hochgebirge. In: *Tagungsbericht 40. Deutscher Geographentag in Innsbruck* 1975: 549–586. Wiesbaden.
- Uhlig, H. & Haffner, W., 1984: Zur Entwicklung der geographischen Hochgebirgsforschung. In: Uhlig, H. & Haffner, W. (eds.): *Zur Entwicklung der Vergleichenden Geographie der Hochgebirge. Wege der Forschung*, CCXXIII. Darmstadt.
- Winiger, M., 1992: Gebirge und Hochgebirge. *Geographische Rundschau*, 44(7–8): 400–407.

Anschrift der Verfasserin:

Priv.-Doz. Dr. Perdita Pohle
 Institut für Geographie
 Justus-Liebig-Universität Gießen
 Senckenbergstraße 1
 D-35390 Giessen