

SPEZIELLE FERNERKUNDUNGSTECHNIK FÜR RAUMBEZOGENE FORSCHUNGSPROJEKTE

M. GRUBER und R. KOSTKA

Technische Universität Graz, Abteilung für Fernerkundung, Bildverarbeitung und Kartographie,
Graz, Austria

Abstract: The compilation of topographic maps from the Mustang-District, Nepal, is described. Special remote sensing methods, among them the photogrammetric data acquisition from fisheye-photographs, are used.

The combination of cartometric, geodetic and photogrammetric methods yields a topographic base map, which satisfies the requirement of the user.

Zusammenfassung: Für die Herstellung von topographischen Grundkarten im nepalischen Mustang-Distrikt werden spezielle Methoden der Fernerkundung eingesetzt. Dabei kommen unter anderem Luftaufnahmen zur Auswertung, die durch eine Fischaugenoptik belichtet wurden. Durch die Kombination kartometrischer, geodätischer und photogrammetrischer Methoden wird ein kartographisches Ergebnis erzielt, das den gestellten Anforderungen gerecht wird und als Grundlage raumbezogener Forschungsprojekte dient.

1. Einleitung

Als Grundlage für raumbezogene Forschungsprojekte benötigt man topographische Information, die als Basiskarte Verwendung finden kann. Ist eine solche nicht vorhanden oder erhältlich oder entspricht sie nicht den Anforderungen der gestellten Aufgabe, ist neben der themenbezogenen Bestandsaufnahme auch deren Herstellung, zumindest zum Teil, Aufgabe der Fernerkundung.

Die Bestandselemente zur qualitativen und quantitativen Aussage über das Forschungsobjekt müssen somit auch lokalisiert werden, um so Lage- und Höhenbezug zu erhalten. Dieser kann kartographisch unterschiedlich definiert werden und soll weitgehend auf die formulierte Aufgabenstellung abgestimmt sein.

Bei großmaßstäbigen Darstellungen, für die nur lokale Bereichsinformation erarbeitet werden soll, ist die Zuordnung zu einem flächendeckenden Referenzkartenwerk lediglich kartometrisch sinnvoll, da die Zielsetzung raumbezogener Forschungsprojekte häufig nicht in der (exakten) Positionierung von Einzelpunkten liegt. Diese kann aber als Teil des Fernerkundungsprozesses gefordert werden und in der Ableitung aus bestehenden Referenzkarten Probleme aufwerfen.

Der Fernerkundungsprozeß, dessen Ergebnis bekanntlich von systembezogenen, dispositionsabhängigen und objektseigenen Parametern bestimmt wird, hat somit in seiner Gesamtheit auf die vorhin angeschnittene Problemstellung abgestimmt zu werden, um ein optimales Ergebnis zu erbringen.

An einem konkreten Beispiel soll dies erläutert werden.

2. Die Aufgabenstellung des

Beispiels Südmustang, Nepal

Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes werden Siedlungsprozesse und Staatenbildungen im tibetischen Himalaya studiert. Zur Zeit konzentrieren sich die Forschungsaktivitäten auf den Mustang-Distrikt (Abb. 1), jenen Bereich in Nepal, der sich am Kali Gandaki Fluß nördlich des Annapurnamassives befindet. Die raumbezogene Bestandsinformation wird in einem Maßstabbereich von 1:200 000, für den Satellitenbilddaten Verwendung finden, bis zu 1:500, die mit Hilfe geodätischer Methoden bearbeitet wird, gefordert.

Das Augenmerk wird im weiteren lediglich auf einige Bereichskartierungen im Muktinathtal (Abb. 2) gerichtet, bei deren Bearbeitung spezielle Fernerkundungstechniken angewendet wurden.

Es handelt sich um die Herstellung der "Muktinath Valley Map" im Maßstab 1:10 000, die kartometrisch auf das übergeordnete, flächendeckende Kartenoperat der One Inch Map Nepals zu beziehen war. Eine weitere Aufgabe bestand in der großmaßstäbigen Kartierung des Siedlungs- und Landnutzungsbereiches "Kagbeni Village Area", im Maßstab 1:2000. Die Bereichskartierung "Cave Ridge near Jharkot" im Maßstab 1:2000 dient den Archäologen und Tibetologen als Studienbasis. Die großmaßstäbige Aufnahme ebenfalls im Maßstab 1:2000, des "Muktinath Holy Quarter" ermöglicht die Bestandsdarstellung und Zuordnung der Kultbauten in diesem buddhistisch-hinduistischen heiligen Bezirk.

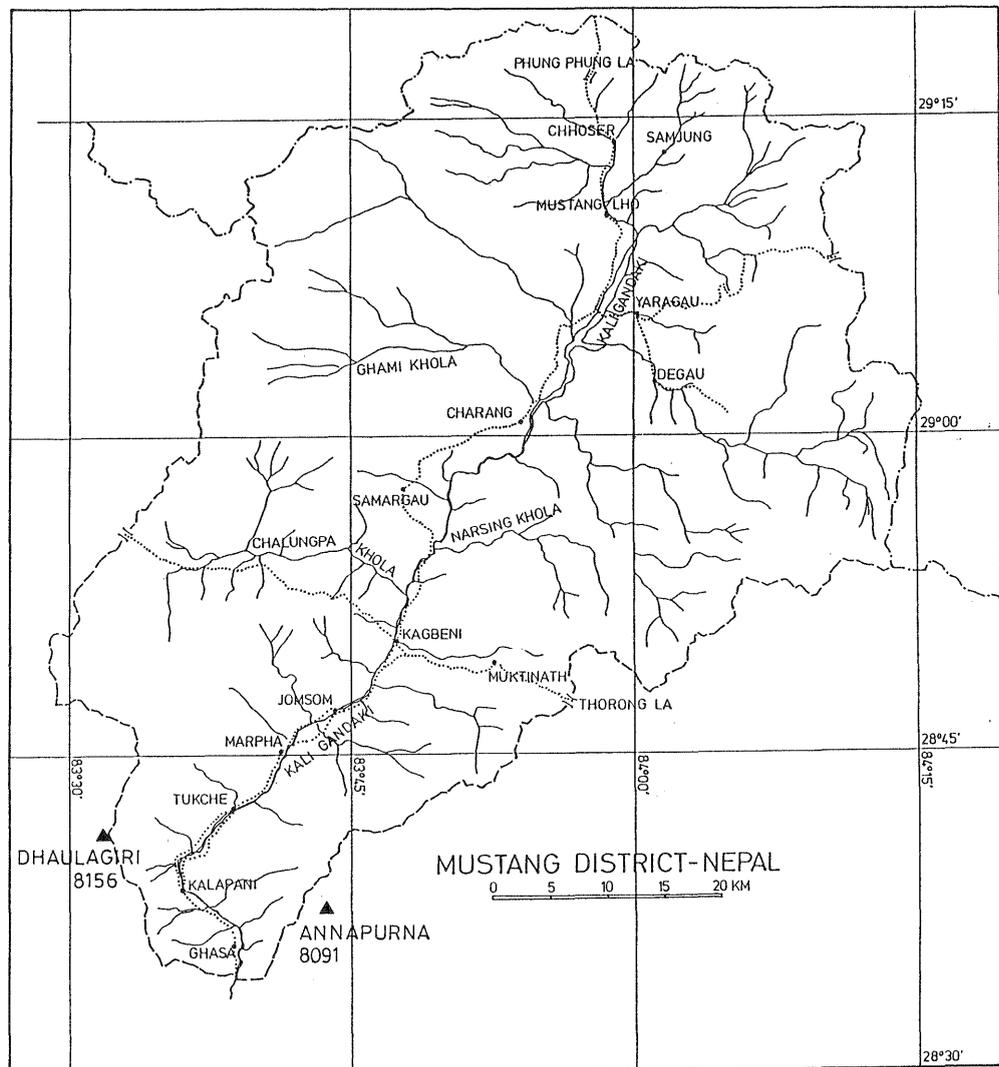


Abb. 1: Übersichtsskizze des Mustangdistriktes am Oberlauf des Kali Gandaki nördlich von Dhaulagiri (8156 m) und Annapurna (8091 m).

Die photographische Bestandsaufnahme erfolgte durchwegs mit Hasselbladkameras mit dem Bildformat 6 x 6 cm². Die Aufnahmeobjektive waren das Distagon f 30 mm, das Distagon 40 mm, das Planar 80 mm sowie das Sonnar 250 mm von Zeiss. Als Plattform dienten Flugzeug, Helikopter sowie terrestrische Standpunkte.

Im folgenden wird lediglich auf geometrische Aspekte der Arbeit mit dem Fischaugenobjektiv Distagon f 30 mm näher eingegangen. Durch die Verwendung dieses Objektivs wurde die gleichzeitige Ableitung der Orientierungsparameter durch kartometrische Angaben aus der bestehenden Referenzkarte als auch die topographische Erfassung des interessierenden Talbereiches in sinnvollen Bildmaßstäben ermöglicht. Aber auch die Zuordnung der zu erfassenden Detailbereiche zum einheitlichen Lage- und Höhensystem erfolgte unter Zuhilfenahme der Auswertergebnisse der Fischaugenaufnahmen.

3. Das Aufnahmesystem - die Ermittlung der Größen der inneren Orientierung

Bei der Verwendung von nicht-metrischen Kameras für die Belichtung von Aufnahmen und deren photogrammetrische

Auswertung ist die Bestimmung der Parameter der inneren Orientierung notwendig. In der Literatur sind ausführliche Ansätze mit teilweise hohem Meßaufwand beschrieben. Entweder wird auf ein dichtes Passpunktfeld verwiesen oder durch spezielle Aufnahmeconfigurationen eine Überbestimmung herbeigeführt, die zur gewünschten Kalibrierung führt.

Ist dieses Angebot an Aufnahmen oder Objektinformationen nicht verfügbar, muß mit Näherungswerten gearbeitet werden und die Ergebnisse der Orientierung und Auswertung werden nicht die geometrische Genauigkeit aufweisen, wie bei konventionellen Meßbildaufnahmen.

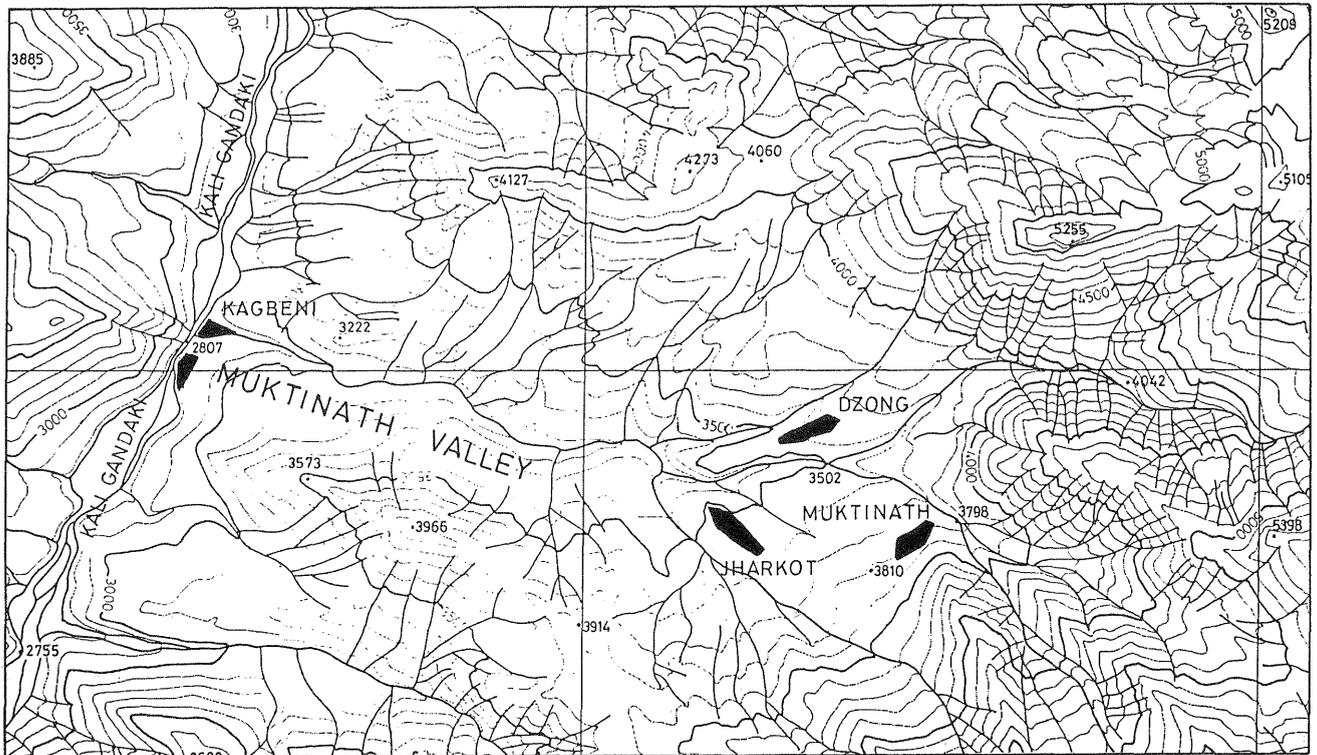


Abb. 2: Das Muktinathtal im Süden des Mustangdistriktes. Die für das Forschungsprogramm interessantesten Bereiche sind die Ortschaft Kagbeni an der Einmündung des Tales in das Kali Gandaki Tal, die Ortschaften Jharkot und Dzong mit ihren Klöstern und Fortifikationen, der Höhlenrücken bei Jharkot sowie der heilige Bezirk in Muktinath.

Genügt die erreichbare Genauigkeit für die gestellte Aufgabe und ist keine alternative Aufnahmetechnik möglich, ist die Auswertung mit Kammerparametern mit genäherten Kammerkomponenten zielführend.

Voraussetzung für eine räumliche Auswertung ist das Gelingen der relativen Orientierung von Bildpaaren und die Erfüllung der Komplanaritätsbedingung für jedes beliebige Paar homologer Punkte. Diese Forderung kann durch unbekannte Bildfehler gestört sein und die Qualität der Auswertung mindern.

Im Falle der bereits erwähnten Fischaugenaufnahmen ist diese Voraussetzung nicht erfüllt und eine Berücksichtigung der speziellen geometrischen Situation ist unumgänglich. Dazu wurden Aufnahmen von bekannten Objekten herangezogen und die entsprechenden Verzerrungsparameter ermittelt.

Durch eine entsprechende Modifikation des Steuerprogrammes des analytischen Auswertegerätes (Kern DSR) wurde die Berücksichtigung der speziellen Geometrie der Aufnahmen mit Fischaugenobjektiv möglich. Die Steuerung der Meßmarke erfolgt über eine Umrechnung in die verzerrten Bildkoordinaten in einer Echtzeitschleife und das Auswertegerät liefert bereits korrigierte Bild- bzw. Objektkoordinaten. Damit ist die Verwendung von Orientierungs- und Auswerteprogrammen ohne weiteres möglich.

4. Die Bestimmung der dispositionsabhängigen Parameter der Stereobildpaare

Für die Orientierung des Flugstreifens im Muktinathtal standen als Unterlagen kartometrisch ermittelte Punkte aus der nepalischen One-Inch-Map und, auf lokale Bereiche begrenzt, geodätisch ermittelte Punkte zur Verfügung. Die daraus resultierende Punktdichte reicht für die Einpassung von Einzelmodellen der Bildstreifen nicht aus. Eine umfangreiche Befliegung mit mehreren Streifen und notwendiger Verknüpfung der Einzelmodelle würde einen erheblichen Mehraufwand bedeuten. Diese Problematik wurde für die angegebene kartographische Aufbereitung des Gebietes durch den Einsatz des Fischaugenobjektives in Verbindung mit einer Mittelformatkamera erfolgreich gelöst. Der zentrale Bereich in Streifenmitte liegt in einem sinnvollen Bildmaßstab vor, für die Orientierung kann der breite Bereich am Modellrand genutzt werden.

5. Skizzenhafte Darstellung der photogrammetrischen Auswertearbeiten

Die topographische Erfassung des besiedelten/genutzten Talraumes im Maßstab 1:10 000 (Abb. 3) erfolgte durch die Auswertung der Stereobildpaare 81/33-81/35, 81/38-81/40.

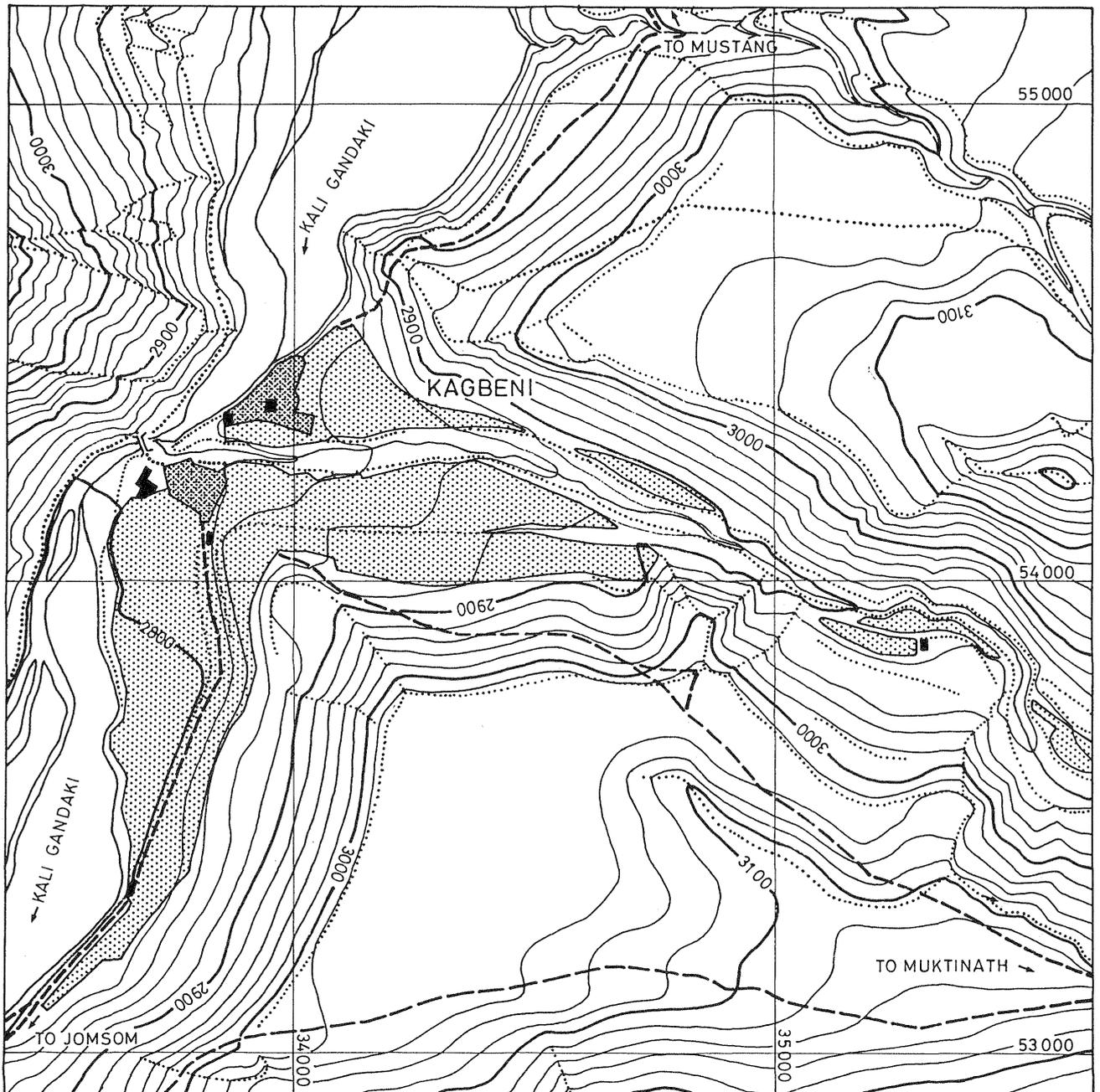


Abb. 3: Schwarzweißausschnitt der Karte Muktinath Valley 1:10 000 im Bereich der Ortschaft Kagbeni.

Allgemeine Angaben über Bildmaßstab Längs- und Querüberdeckung sind nicht aussagekräftig. Situations- und Höheninformation wurde aus den angeführten Stereobildpaaren mit einer Lage- und Höhengenaugigkeit von 5 bis 20 m abgeleitet, wobei zur Stützung der Höhenwerte, im Feld zusätzliche, gut identifizierbare Höhenpunkte eingemessen worden waren. Zufolge des zum Teil sehr kleinen Bildmaßstabes, bereitete die Identifizierung von Einzelobjekten, verursacht durch die dispositionsabhängigen und objektseigenen Parameter im Fernerkundungsprozeß, in manchen Fällen Schwierigkeiten. Externe Information - zusätzliches großmaßstäbiges Bildmaterial - half diese zu beseitigen.

Die Lokalisierung des Detailbereiches "Kagbeni Village Area" im Talraum, für dessen lokale Bestandserfassung ein örtliches Lage- und Höhennetz gemessen und Schrägaufnahmen vom Helikopter aus belichtet worden waren, erfolgte mit Hilfe einer 3-Parametertransformation. Der Höhenbezug dieses Netzes lag durch Angaben in der One Inch Map Nepals vor. Die Translation und Rotation des örtlich eingemessenen Netzes wurde mit Hilfe identer Punkte aus der "Fischaugenstereoauswertung" durchgeführt. Es ergaben sich für die in der Tabelle 1 angeführten transformierten Punkte, für die Maßstab, Horizontierung und Höhenbezug des Netzes nicht verändert wurden, Klaffen in der Größenordnung von 5 bis 7 m (Tab. 1).

PN	x[m] Δx [m]	y[m] Δy [m]	h[m] Δh [m]
5	5325 *	1709 *	2888 7
10	5020 -4	1868 9	2820 -3
11	5120 -4	1885 -1	2825 -1
12	4966 -6	1964 3	2807 -11
13	5074 6	1978 6	2820 -1
14	5183 2	2041 -5	2832 1
15	5275 -1	2074 -3	2841 5
16	5345 *	2038 *	2838 4
17	5317 3	2166 -9	2832 4

Tab. 1: Klaffen in den Koordinatenangaben identer Punkte zwischen lokalem geodätischen Netze und photogrammetrischer Auswertung

Die Stand- und Paßpunktbestimmung im Feld für die terrestrisch-photogrammetrische Detailaufnahme "Cave Ridge near Jharkot" wurde mit Hilfe eines geodätischen Netzes durchgeführt, dessen Maßstab nur näherungsweise bestimmt worden war. Die für die Auswertung der Stereobildpaare mit genähert horizontalen Aufnahmerrichtungen erforderlichen Größen wurden durch Transformation dieser Näherungspunkte in die durch photogrammetrische Auswertung der "Fischaugenstereobildpaare" bestimmten identen Punkte ermittelt.

Für die großmaßstäbige Darstellung des "Muktinath Holy Quarters" erfolgte die photogrammetrische Auswertung der von stark überhöhten Standpunkten aus terrestrisch-photogrammetrisch aufgenommenen Schrägbilder. Die hierfür benötigten Paßpunkte wurden in den "Fischaugenstereobildpaaren" gemessen.

6. Abschließende Bemerkungen

Zur Lösung konkreter Problemstellungen werden auch in der Fernerkundung für raumbezogene Forschungsprojekte optimale Lösungen angestrebt. Darunter werden wirtschaftlich vertretbare, problembezogene und im Hinblick auf nicht-technische Nebenbedingungen realisierbare Bearbeitungsmethoden verstanden. Es geht also nicht um die möglichst rationelle Durchführung von Teilprozessen oder die Angabe von Verfahren zur Erstellung anonymer Informationssysteme, sondern um die Bearbeitung spezieller, individueller Aufgabenstellungen.

Für den Prozeß der Fernerkundung bedeutet dies, daß sowohl die Bestandsaufnahme als auch die Weiterverarbeitung und Datenspeicherung sowie die Bestandsdarstellung auf die konkrete Aufgabenstellung abgestimmt werden müssen. Darauf wurde in der vorliegenden Arbeit nicht eingegangen.

Das Ziel dieser Darstellung war viel mehr, aufzuzeigen, daß bereits durch die gegenseitige Abstimmung der systembezogenen, dispositionsabhängigen und objektseigenen Parametergruppen, die das Ergebnis der Bestandsaufnahme bestimmen, auf die Aufgabenstellung bezogen, optimale (nicht maximale) Ergebnisse erzielt werden können.

Im geschilderten Fall konnte dies durch Beispiele belegt werden. Die Verwendung einer Mittelformatkamera mit Fischaugenobjektiv ermöglicht die gleichzeitige Bestandserfassung für Orientierungsaufgaben und Punktbestimmungen als auch für topographische Geländeaufnahmen, wie sie als Grundlagen für weiterführende Studien benötigt werden.

Literaturangaben:

- [1]M. Gruber und R. Kostka "Detailkartierung in Nepal mit unkonventionellen Luftaufnahmen", Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung 5/90, Karlsruhe 1990.
- [2]M. Gruber und R. Kostka "Großmaßstäbige Karten in entlegenen Gebirgsregionen - Vegetations- und Landnutzungskarten im Langtang-Himal/Nepal", Kartographische Nachrichten 2/90.