

TUKER, F.: Gorkha — the story of the Gurkhas of Nepal. London 1957.

WILLIAMS, L. H. J.: The 1952 Expedition to Western Nepal, Journal of the Royal Horticultural Soc., pp. 323—337.

WRIGHT, D.: History of Nepal. Calcutta 1872, Neudruck 1958.

ZIMMER, F.: Begegnung mit der tibet. Medizin. In W. HELLMICH Ed. Khumbu Himal. Lieferung 2. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964.

Draft Five Year Plan. A Synopsis. Ed. Government of Nepal. Kathmandu 1956.

Nepal — Monograph on Nepalese Culture, published by the Ministry of Education, His Majesty's Government, Nepal. Kathmandu 1962.

## DIE KARTE DES CHOMOLONGMA-MOUNT EVEREST 1 : 25 000 UND DIE PHOTOGRAMMETRISCHE HOCHGEBIRGS-KARTOGRAPHIE

RICHARD FINSTERWALDER zum Gedächtnis

Mit 1 farbigen Karte (Beil. VI) und 4 Bildern

CARL TROLL

*Summary: The map of the Chomolongma-Mount Everest area 1 : 25,000 and the photogrammetric survey of high mountain regions.*

The map of the Mt. Everest area surveyed in 1955 by E. SCHNEIDER provided an incentive to extend the photogrammetric survey to an area of 3,700 sq. km. adjoining the Mt. Everest sheet westwards and southwards, and to use this survey of this highest mountain group in the world as the basis of a research project which is concerned with many aspects and is expected to last for several years. (Research programme Nepal Himalaya directed since 1960 by W. HELLMICH.) The death of RICHARD FINSTERWALDER in October 1963 is a suitable opportunity to recall the extensive photogrammetric surveys carried out since 1927 in high mountains of various continents. These applied the special methods of *Alpenvereins-Kartographie*, as developed by R. FINSTERWALDER, and served as bases for geomorphological, pedological, glaciological and phytogeographical research.

An important pre-requisite were the so-called „Gletscherkurse“ (glacier courses), later „Kurse für Hochgebirgsforschung“ (courses for high mountain research) in regions of various Alpine glaciers directed at regular intervals by R. FINSTERWALDER from 1925 until his death. The photogrammetric surveys of the Andes of Bolivia and Peru, in Pamir, the Himalayas and Karakorum, in Persia, on Mt. Kenya, in Ethiopia, Norway, Spitzbergen and the Cascade Mountains, became for expeditions undertaken by German and Austrian research workers, particularly geographers, the basis for making precise and detailed observations. The paper concludes by presenting a brief account of the Chomolongma-Mount Everest map according to physical-geographical and settlement geographical contents.

### 1. Das Forschungsunternehmen Nepal Himalaya

Die Karte des Chomolongma-Mount Everest-Gebietes (Mahalangur Himal) 1:25 000 (vgl. Beilage VI), die 1955 von ERWIN SCHNEIDER in Zusammenhang mit einer Expedition von NORMAN G. DYHRENFURTH aufgenommen und 1956 und 1957 im Institut für Photogrammetrie, Topographie und Kartographie der Technischen Hochschule München unter Leitung von R. FINSTER-

WALDER ausgearbeitet worden war<sup>1-4)</sup>, bildete den Ausgangspunkt und die Anregung, im höchsten Teile des Himalaya eine über Jahre sich erstreckende Forschungsexpedition zur Ausführung zu bringen<sup>5)</sup>. Der Plan der Expedition wurde im Rahmen des Wissenschaftlichen Ausschusses des Deutschen Alpenvereins entwickelt; die Leitung übernahm der Münchener Zoologe W. HELLMICH, der auf früheren Unternehmungen in den Anden von Chile und Columbien, in Angola und Ostanatolien bereits große Erfahrungen als Tierökologe erworben hatte. Ein 12köpfiger Expeditionsleiter, dem die Geographen R. FINSTERWALDER, H. KINZL und der Unterzeichnete angehören, soll für die gemeinsame Ausrichtung der wissenschaftlichen Arbeit Sorge tragen. Finanzieller Träger dieses Forschungsunternehmens Nepal Himalaya ist die *Fritz-Thyssen-Stiftung*.

Zunächst wurde seit 1960 von E. SCHNEIDER mit mehreren Mitarbeitern durch ausgedehnte photogrammetrisch-topographische Geländeaufnahmen im Nepal Himalaya in der westlichen und südlichen Fortsetzung der Mount Everest-Karte mit den bewährten Methoden der von R. FINSTERWALDER entwickelten „Alpenvereinskar-

<sup>1)</sup> SCHNEIDER, ERWIN: Begleitworte zur Karte des Mount Everest-Gebietes. In: HAGEN, T., DYHRENFURTH, G.-O., von FÜRER-HAIMENDORF, CH. u. SCHNEIDER, E.: Mount Everest. Aufbau, Erforschung und Bevölkerung des Everest-Gebietes. Zürich 1959, S. 219—29.

<sup>2)</sup> SCHNEIDER, ERWIN: Mahalangur-Himal. Begleitworte zur Karte des Everest-Gebietes 1 : 25 000. Jahrbuch d. Dt. Alpenvereins 1957, S. 1—12.

<sup>3)</sup> FINSTERWALDER, R., u. SCHNEIDER, E.: Zur Karte des Chomolongma-Mount Everest 1 : 25 000. Ztschr. f. Vermessungswesen, Jg. 83, 1958, S. 123—136.

<sup>4)</sup> PILLEWIZER, W.: Zur Karte des Chomolongma-Mount Everest. Peterm. Geogr. Mitt., 1961, S. 67—68.

<sup>5)</sup> HELLMICH, WALTER: Khumbu-Himal. Ergebnisse des Forschungsunternehmens Nepal — Himalaya. Berlin—Göttingen—Heidelberg 1964. 23 S.

tographie“<sup>6)</sup> die für alle anderen Forschungen unentbehrliche genaue Unterlage geschaffen. Gleichzeitig arbeiteten seither Zoologen, Botaniker, Limnologen, Meteorologen und Kartographen in verschiedenen Gruppen im Gebiet. Als erster Geograph schloß sich Dr. W. HAFFNER-Bonn, der Expedition an, der 1963 vegetationskundliche und agrargeographische Untersuchungen ausführte, über die von ihm vorstehend berichtet wurde. Ihm soll 1965 oder 1966 als zweiter Geograph Dr. H. HEUBERGER - Innsbruck, vor allem für geomorphologische und glaziologische Forschungen folgen, außerdem Professor F. FUNKE - Köln, als Ethnologe mit einer Reihe von Mitarbeitern für das Studium der dortigen Bergbevölkerung (Sherpa), auch auf genauen kartographischen Grundlagen. Das erfaßte Gebiet umfaßt 3700 qkm. Es reicht von den dicht besiedelten Berglandschaften Nepals bis zum stark vergletscherten Hauptkamm des Himalaya vom Gaurisankar bis zum Makalu.

In diesem Forschungsunternehmen dürfen wir die bisher vielseitigste und umfassendste Auswirkung des Lebenswerkes von R. FINSTERWALDER in der Erforschung der Hochgebirge der Erde erblicken, was den Anlaß bietet, nach seinem am 28. Oktober 1963 erfolgten plötzlichen Hinscheiden seiner für die deutsche und österreichische Geographie so wichtigen Tätigkeit zu gedenken.

## 2. Das Lebenswerk R. FINSTERWALDERS in der photogrammetrischen Unterbauung weltweiter Hochgebirgsforschungen

Dieses Werk erstreckt sich auf drei Gebiete, Erdbildmessung, Kartographie und Gletscherkunde. RICHARDS VATER, SEBASTIAN FINSTERWALDER, war schon frühzeitig, seit 1885, zu einem Begründer sowohl der Photogrammetrie als auch der alpinen Gletscherforschung geworden. Im gleichen Jahre hatte er an der Technischen Hochschule München mit einer Arbeit über geometrische Optik promoviert, dann zwei Jahre später sich mit einer Antrittsvorlesung über Photogrammetrie habilitiert und wurde weitere drei Jahre später Professor für höhere Mathematik und analytische Mechanik an der gleichen Hochschule. Die Gletscher Tirols zogen den jungen Mechaniker von Anfang an in seinen Bann. Mathematisch-physikalische Studien über Gletscherbewegung begann er 1885 mit einer Aufnahme des Gliederferners am Hochfeiler, setzte sie 1886 am Suldenferner und 1887 am Gepatschferner fort. Sie wurden gekrönt durch die 1888 und 1889 ausgeführte Aufnahme des ganzen Vernagtferners mit Firnregion, Gletscherzunge und Gletschervorfeld im

<sup>6)</sup> FINSTERWALDER, R.: Alpenvereinskartographie und die ihr dienenden Methoden. Sammlung Wichmann, Bd. 3, Berlin o. J. (1935).

Maßstab 1:10 000, die eine ganz neue Richtung der Glaziologie heraufführte und inzwischen klassisch geworden ist<sup>7)</sup>. Für die Vernagt-Vermessung hatte er 1888 einen eigenen Phototheodoliten erbaut, der sich durch sein geringes Gewicht für Hochgebirgsaufnahmen und mit gewissen Verbesserungen, mit denen sein Sohn RICHARD 1926 den „Finsterwalderschen leichten Phototheodoliten“ der Firma Zeiss entwickelte, auch für Forschungsreisen vorzüglich bewährte.

Für die Heranbildung von Nachwuchskräften der alpinen Gletscherforschung, die ja keine besondere Pflegestätte an den Hochschulen besaß, hat S. FINSTERWALDER erstmals 1913 einen Gletscherkurs auf der Berliner Hütte in den Zillertaler Alpen veranstaltet. Der zweite Gletscherkurs, zu dem er 1925 nach der Not der Kriegs- und Nachkriegsjahre wiederum auf die Berliner Hütte einlud, wurde zu einer denkwürdigen Unternehmung, vor allem auch für die wissenschaftliche Geographie. Der damals 63jährige Vater wurde dabei von seinem Sohn RICHARD unterstützt, der die Ausbildung in der photogrammetrischen Felddaufnahme und Gletschermessung übernahm.

RICHARD hatte in den vorhergehenden Jahren als junger Bauingenieur im Alleingang die Loferer und Leoganger Steinberge photogrammetrisch aufgenommen. Er hatte gezeigt, daß die mit dem leicht transportierbaren Gerät gewonnenen Meßbilder am Stereoautographen ausgearbeitet werden können. Dieses leichte „terrestrische Aufnahmeverfahren“ wurde für die Herstellung der Alpenkarten, noch mehr für die Aufnahmen von Karten auf Expeditionen in fremde Hochgebirge von entscheidender Bedeutung. Auf Grund einer eigenen wissenschaftlichen Ausgabe der Loferer Karte<sup>8)</sup> setzte sich auch für die Geländedarstellung im Hochgebirge nach längeren Diskussionen FINSTERWALDERS Vorschlag durch, das Felsgelände durch eine Kombination photogrammetrisch gewonnener Schichtlinien und manueller Felszeichnung wiederzugeben, wozu die bewährten Kartographen des Alpenvereins, erst H. ROHN und später F. EBSTER ihre Hilfe leisteten. Diese „Alpenvereinskartographie“ wurde, sowohl was die Aufnahme mit dem leichten Gerät als auch die Kartendarstellung betrifft, in den folgenden Jahren am Beispiel der Karten des Großglockner-Gebietes, der Zillertaler Alpen und Stubai-Öztaler Alpen unter der Führung von

<sup>7)</sup> FINSTERWALDER, S.: Der Vernagtferner. Seine Geschichte und seine Vermessung in den Jahren 1888 u. 1889. Wiss. Erg.-Hefte zur Ztsch. d. D. u. O. Alpenvereins, Bd. 1, H. 1. Graz 1897. 112 S.

<sup>8)</sup> FINSTERWALDER, R.: Begleitworte zur Karte der Loferer Steinberge. Ztschr. d. Dt. u. Ost. Alpenvereins, München 1925.

R. FINSTERWALDER ausgebaut<sup>8a)</sup>). In der 10jährigen Zwischenzeit, vom Gletscherkurs bis zum Erscheinen von FINSTERWALDERS Buch über die Alpenvereinskartographie 1935, hatte aber die neue Methode bereits in verschiedenen Hochgebirgen der Welt erfolgreichste Anwendung erfahren — eine Auswirkung des genannten Kurses. Zu ihm hatten sich nämlich zahlreiche junge Geographen von verschiedenen Hochschulen Deutschlands und Österreichs eingefunden, eine Kriegsgeneration voll des Dranges nach eigener Feldforschung. Sie wollten das „terrestrisch photogrammetrische Aufnahmeverfahren“ erlernen, um es auf Reisen und Expeditionen in ferne Gebirgsländer anzuwenden und zur Grundlage von Forschungen geomorphologischer, gletscherkundlicher und vegetationskundlicher Art zu machen. Unter ihnen waren H. BOBEK - Innsbruck, J. BÜDEL - Wien, H. KINZL - Innsbruck, H. LEHMANN - Berlin, N. LICHTENECKER - Wien, H. LOUIS - Berlin, E. MEYEN - Köln, S. PFROMMER - Karlsruhe und C. TROLL - München.

Als erster von ihnen zog der Unterzeichnete 1926 in die tropischen Anden Boliviens, wo er 1927 mit dem Finsterwalderschen Theodoliten den Nordteil der Cordillera Real 1 : 50 000 und die Umgebung der Hauptstadt La Paz 1 : 15 000 aufnahm<sup>9)</sup>). Im gleichen Jahre stellte mit dem gleichen Verfahren H. LOUIS eine Karte des zentralen Teiles des Piringebirges in Bulgarien her<sup>10)</sup>). Beide Karten waren nicht Selbstzweck, sondern dienten der Unterbauung geomorphologischer Studien durch exakte Erfassung des Geländes in unerforschten Gebieten.

1928 erfolgte die Meisterleistung der Hochgebirgsvermessung durch R. FINSTERWALDER selbst. Im Rahmen der Deutschen Alai-Pamir-Expedition in Zentralasien erstellte er zusammen mit seinem Mitarbeiter H. BIRSACK in einem Sommer eine Übersichtskarte des NW-Pamir 1 : 200 000 und eine 2-Blatt-Karte des 77 km langen Fedtschenko-Gletschers 1 : 50 000<sup>11)</sup>). 1931 nahm K. WIEN die Karte des Zemu-Gletschers im Sikkim-Himalaya auf, die Nebenfrucht einer alpinistischen Unterneh-

mung<sup>12)</sup>). Damit war die Finsterwaldersche Methode erstmals in den Himalaya getragen. FINSTERWALDER selbst folgte 1934 der alpinistisch-wissenschaftlichen Expedition zum Nanga Parbat im Nordwest-Himalaya unter Leitung von W. MERKL, wo er zusammen mit dem Geographen W. RAECHL in 2 1/2 Monaten Feldarbeit seine zweite kartographische Meisterleistung in einem fernen Hochgebirge vollbrachte, die Karte des Nanga Parbat-Stockes 1 : 50 000, die im schwierigsten Hochgebirgs Gelände von Standpunkten bis zu 5000 Metern eine Fläche von 45 : 35 km erfaßte<sup>13)</sup>), während die Kerntruppe der Bergsteiger durch eine Wetterkatastrophe umkam. FINSTERWALDER benutzte diesmal die Triangulation und die stereophotogrammetrische Vermessung für zwei methodische Fortschritte allgemeiner Art. Es gelang ihm trotz der Verwendung der leichten Instrumentenausrüstung, aus den trigonometrischen Höhenmessungen die Lotabweichungen an den Standpunkten zu bestimmen, was in Verbindung mit der geologischen Aufnahme durch P. MISCH, die die Gewichte der Gesteinsmassen lieferte, Schlüsse auf die Massenverteilung in der Tiefe und die Schwereverteilung gestattete<sup>14)</sup>). Dies wurde zum Ausgangspunkt für verfeinerte Forschungen in den Ostalpen und Schweizer Alpen. Am Rakhiot-Gletscher des Nanga Parbat brachte er außerdem seine drei Jahre vorher mitgeteilte Methode der Geschwindigkeitsmessungen an Gletschern mittels Photogrammetrie zur Anwendung<sup>15)</sup>). Dabei entdeckte er eine bis dahin unbekannte Bewegungsart des Gletschers, die nicht eine Strömung, sondern eine Blockschollen-Bewe-

<sup>12)</sup> WIEN, KARL: Zur Karte des Zemu-Gletschers. Ztsch. f. Gletscherk., Bd. 21, 1933. S. 21—29.

<sup>13)</sup> FINSTERWALDER, R.: Die geodätischen, gletscherkundlichen und geographischen Ergebnisse der Deutschen Himalaya-Expedition 1934 zum Nanga Parbat. Berlin 1938. 202 S.

Ders.: Die photogrammetrischen Arbeiten am Nanga Parbat und ihr Ergebnis. Bildmessung u. Luftbildwesen, 1935, H. 4. Berlin—Bad Liebenwerda. S. 1—11.

Ders.: Die Formen der Nanga Parbat-Gruppe. Ztsch. Ges. f. Erdk. Berlin, Jg. 1936, 321—41.

FINSTERWALDER, R., RAECHL, W., MISCH, P. u. BECHTOLD, F.: Forschung am Nanga Parbat. Deutsche Himalaya-Expedition 1934. Sonderveröff. d. Geogr. Ges. Hannover, Hannover 1935. 143 S.

<sup>14)</sup> FINSTERWALDER, R.: Die Bestimmung von Lotabweichungen aus der trigonometrischen Höhenmessung. Ztsch. f. Vermessungswesen, Bd. 66, H. 13, 14, 16. 1937.

JUNG, HEINRICH: Die Lotabweichungen in der Umgebung des Nanga Parbat und ein Versuch zu ihrer geophysikalischen Deutung. Ztsch. f. Geophysik, Jg. 13, 1937. S. 205—222.

BREYER, FRIEDRICH: Die topographische Reduktion der Lotabweichungen am Nanga Parbat mit Hilfe eines Diagramms. Ztsch. f. Geophysik, Jg. 15, 1939, S. 229—247.

<sup>15)</sup> FINSTERWALDER, R.: Die Gletscher des Nanga Parbat. Ztsch. f. Gletscherk., Bd. 25, 1937. 57—108.

<sup>8a)</sup> AURADA, FRITZ: 100 Jahre Alpenvereinskartographie. Die Alpenvereinskarte und ihre Entwicklung. Arbeiten d. Gruppe f. Natur- und Hochgebirgskunde und alpine Karstforschung der Sektion Edelweiß d. Österr. Alpenvereins, Nr. 6. Wien 1962. 23 S.

<sup>9)</sup> TROLL, C. u. FINSTERWALDER, R.: Die Karten der Cordillera Real und des Talkessels von La Paz (Bolivien) und die Diluvialgeschichte der Zentralen Anden. Peterm. Geogr. Mitt., 1935, S. 393—99 u. 445—55.

<sup>10)</sup> LOUIS, HERBERT: Morphologische Studien in Südwest-Bulgarien. Geogr. Abhandl., 3. Reihe, H. 2. Stuttgart 1930. 119 S.

<sup>11)</sup> FINSTERWALDER, R.: Geodätische, topographische und glaziologische Ergebnisse der Alai-Pamir-Expedition. 2 Bd. Berlin 1932.

gung darstellt. Die Nanga Parbat-Karte selbst aber konnte Verf. drei Jahre später als Teilnehmer einer neuen Expedition unter Leitung von K. WIEN, deren Gipfelmansschaft diesmal einer Eislawine zum Opfer fiel<sup>16)</sup>, als Grundlage für eine Vegetationskartierung benutzen, die im Maßstab 1 : 50 000 Höhenunterschiede von 7 000 m aufweist — die erste detaillierte Vegetationskarte aus Zentralasien und dem Himalaya<sup>17)</sup>.

Inzwischen hatten ausgedehnte Hochgebirgsforschungen in den Kordilleren Zentral-Perus begonnen, die sich erstlinig an den Namen von H. KINZL knüpfen. Auf einer ersten Alpenvereins-Expedition unter Leitung von PH. BORCHERS 1932 nahm er mit B. LUCAS und E. HEIN den Nordteil der Cordillera Blanca in Maßstab 1 : 100 000 auf<sup>18)</sup> und erweiterte diese Aufnahmen auf Expeditionen 1936, 1939 und 1954 auch auf den südlichen Teil dieser Cordillere und auf die Cordillera Huayhuash<sup>19)</sup>. Viele geomorphologische und glaziologische Forschungen von H. KINZL und anderen in diesem höchsten und am stärksten vergletscherten Tropengebirge gründen sich auf diese Kartengrundlage.

Als fünfter der Kursteilnehmer von 1925 führte H. BOBEK in den Jahren 1934 und 1935 im nordpersischen Elbursgebirge eine Aufnahme der Takht-e-Sulaimān-Gruppe 1 : 100 000 durch<sup>20)</sup>. 1934 folgten noch zwei kleine photo-

grammetrische Teilaufnahmen in Ostafrika durch C. TROLL und K. WIEN, des Lewis-Gletschers am Mount Kenya<sup>21)</sup>, dessen Gipfel jüngst von E. SCHNEIDER vollständig kartiert wurde<sup>22)</sup>, und des Kraters des Meru-Vulkans in Tanganyika.

So waren in 10 Jahren, von 1925—1935, in den drei höchsten Gebirgen der Erde, im Himalaya, im Pamir und in den tropischen Anden Hochgebirgsforschungen durchgeführt worden, die auf der genauen topographischen Erfassung der Gebirge aufbauten, im Geiste, in der Methode und unter der photogrammetrischen Anleitung und Hilfe von R. FINSTERWALDER, die seinen Namen für immer hell erstrahlen lassen. In all diesen Fällen und auch später lag die Ausarbeitung der von Geographen durchgeführten Feldaufnahmen am Stereoautographen in den Händen des nimmermüden R. FINSTERWALDER und seiner Mitarbeiter, seit 1930 am Geodätischen Institut der Technischen Hochschule Hannover, seit 1948 in dem neuen Institut für Photogrammetrie, Topographie und Allgemeine Kartographie der Technischen Hochschule München. Die Verbindung von Alpinistik und Wissenschaft war bei den Feldforschungen meist eine wesentliche Voraussetzung, die FINSTERWALDER durch seine enge Beziehung zum Deutschen und Österreichischen Alpenverein und zur Deutschen Forschungsgemeinschaft sorgsam zu pflegen verstand.

In all diesen Jahren gingen auch die glaziologischen Arbeiten in den Alpen ständig weiter. An den Gletscherkursen (1927 Obergurgl, 1928 und 1931 Glocknerhaus, 1936 Mittelbergferner, 1941 Glocknerhaus, 1942 Dresdner Hütte) nahmen immer neue Nachwuchsforscher der Geodäsie, Geographie, Geophysik, Meteorologie, Botanik, Geologie, Mechanik etc. teil und wurden in die Problematik und in die Methode der Hochgebirgsforschung eingeführt, auch in neue Methoden, z. B. seismische Gletscherdickenmessung, Pollenanalyse im Gletschereis, Glazialmeteorologie mit Ablations- und Schneaabtragsmessung, Periglazialmorphologie, Vegetationssukzession des Gletschervorlandes u. a.<sup>23)</sup>. Entsprechend der Erweiterung der Zielsetzung wurde 1939 der Name auf „Kurse für Hochgebirgsforschung“ erweitert und wurden auch Vortragsprogramme bereits erfahrener Teilnehmer einbezogen. An der Leitung beteiligten sich neben R. FINSTERWALDER erst H. VON FICKER und C. TROLL (1941—1951),

<sup>16)</sup> TROLL, C.: Der Nanga Parbat als Ziel deutscher Forschung. Ztsch. Ges. Erdk. Berlin, Jg. 1938. S. 1—26.

<sup>17)</sup> TROLL, C.: Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat. Begleitworte zur Vegetationskarte der Nanga-Parbat-Gruppe 1 : 50 000. Wiss. Veröff. Dt. Museums f. Länderkunde zu Leipzig, N. F. 7, 1939. S. 150—180.

<sup>18)</sup> BORCHERS, PHILIPP: Die Weiße Kordillere. Berlin SW (Verl. Scherl) 1935. 396 S. Karte 1 : 100 000.

KINZL, HANS: Gletscherkundliche Begleitworte zur Karte der Cordillera Blanca (Peru). Ztsch. f. Gletscherk., Bd. 28, 1942, S. 1—19.

Ders.: Gegenwärtige und eiszeitliche Vergletscherung in der Cordillera Blanca (Peru). Verh. u. Wiss. Abh. d. 25. Dt. Geographentages 1934. Breslau 1935. S. 41—56.

<sup>19)</sup> KINZL, H., SCHNEIDER, E. u. EBSTER, F.: Die Karte der Kordillere von Huayhuash (Peru). Ztsch. d. Ges. f. Erdk. Berlin, 1942, S. 1—35. Karte 1 : 50 000.

KINZL, H. u. SCHNEIDER, E.: Die Kordillere von Huayhuash. Ztsch. d. Dt. u. Öst. Alpenvereins, 1937. S. 1—20.

KINZL, H. u. a.: Die Andenkundfahrt des Deutschen Alpenvereins nach Peru im Jahre 1939. Ztsch. d. Dt. Alpenvereins 1941. S. 1—24.

KINZL, H.: Die Cordillera Blanca (Peru). Das Arbeitsfeld dreier Alpenvereins-Expeditionen. Jahrb. d. Österr. Alpenvereins, 1950. S. 37—48, Karte 1 : 200 000.

KINZL, H. u. SCHNEIDER, E.: Cordillera Blanca (Peru). Innsbruck, Verl. Wagner, 1950. 167 S., Karte 1 : 200 000.

<sup>20)</sup> BOBEK, HANS: Die Takht-e Sulaimān-Gruppe im mittleren Alburzgebirge, Nordiran. Begleitworte zur gleichnamigen Karte 1 : 100 000. Festschrift z. Hundertjahrfeier d. Geograph. Ges. in Wien, 1856—1956. Wien 1957. S. 236—264.

<sup>21)</sup> TROLL, C. u. WIEN, K.: Der Lewisgletscher am Mount Kenya. In: *Glaciers and Climate*, dedicated H. W. SON A. AHLMANN. Geogr. Annaler, Stockholm 1949, S. 257—274.

<sup>22)</sup> SCHNEIDER, ERWIN: Begleitworte zur Karte des Mount Kenya in 1 : 10 000. In: *Khumbu-Himal*, hrsg. v. W. HELLMICH. Berlin—Göttingen—Heidelberg 1964. S. 20—23.

<sup>23)</sup> FINSTERWALDER, R.: Geschichte der alpinen Gletscherkurse. Ztsch. f. Gletscherkunde u. Glazialgeol., Bd. III/2. Wien 1955, S. 257—261.

ab 1951 vor allem H. KINZL<sup>24)</sup>. Die Kurse 1955 und 1959 in Obergurgl standen bereits stark unter dem Zeichen der Vorbereitung des Intern. Geophysikalischen Jahres 1957, in dessen Rahmen 11 typische Ostalpengletscher besonders genau vermessen wurden, aber auch im Zeichen eines wiedererwachenden Interesses an der deutschen Polarforschung<sup>25)</sup>. Der letzte Kurs für Hochgebirgsforschung konnte bereits mit einer ansehnlichen internationalen Beteiligung rechnen.

Die terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen auf Forschungsreisen nahmen ihren Fortgang. 1937 führte R. FINSTERWALDER zusammen mit dem Geographen W. PILLEWIZER, den er als speziellen Mitarbeiter für die Gletscherkunde gewonnen hatte, im Zuge einer von W. EVERS organisierten Unternehmung in das norwegische Hochgebirge Vermessungen am Zungenende des Jostedalsbre aus<sup>26)</sup> und im folgenden Jahre ging PILLEWIZER mit der Expedition H. RIECHES nach Spitzbergen, wo er die Gletscher in der Umrandung des Horn-Sundes vermaß und damit die Finsterwaldersche Methode erstmals in das Polargebiet vortrug<sup>27)</sup>. Nach dem Weltkrieg II trat PILLEWIZER auch in Asien in die Fußstapfen FINSTERWALDERS. Als wissenschaftlicher Leiter der Deutsch-Osterreichischen Himalaya-Karakorum-Expedition 1954 nahm er zusammen mit K. HECKLER eine topographische Übersichtskarte der Karakorum-Hauptkette im Hunza-Gebiet mit dem 50 km langen Batura-Gletscher im Maßstab 1 : 100 000 auf<sup>28)</sup>. Im östlichen Karakorum führte gleichzeitig W. KICK am Chogolungma-Gletscher Aufnahmen und Messungen

der Gletscherbewegung durch<sup>29)</sup>. 1953/54 begann J. WERDECKER seine seither auf mehreren Reisen fortgesetzten Studien im Hochland von Semien, der höchsten Landschaft Äthiopiens mit Gipfeln von 4000 bis 4600 m<sup>30)</sup>. Die sorgfältig aufgenommene und auch namenkundlich durchgearbeitete Karte (noch unveröffentlicht) hat eine besondere allgemein geographische Bedeutung, weil sie den Übergang von der Kulturlandschaft des äthiopischen Hochlandes bis zum eigentlichen Hochgebirge mit der Wald-, Siedlungs- und Ackerbaugrenze erfaßt und eine genaue Grundlage für die entsprechenden Studien der Morphologie, Bodenkunde, Vegetationskunde, Siedlungs- und Agrargeographie liefert.

In der Aufnahmetechnik der Hochgebirge hat FINSTERWALDER in der Person von ERWIN SCHNEIDER einen unübertrefflichen Mitarbeiter gefunden. Als Teilnehmer an vielen Expeditionen im Pamir, im Himalaya und in den Anden gehört er zur Spitzengruppe der Bergsteiger, als Photograph des Alpenvereins leistete er Ungewöhnliches in der Schaffung von Alpenvereinskarten. Die Karte des Chomolongma-Mount Everest 1 : 25 000 (s. Beil. VI) und die in Ausarbeitung befindlichen Karten des weiteren Gebietes wären nicht denkbar ohne die in seiner Person gegebene Verbindung von alpinistischer Leistungsfähigkeit und technischem Können.

Zum eigentlichen wissenschaftlichen Nachfolger FINSTERWALDERS in der Verbindung von Photogrammetrie, Kartographie und Glaziologie wurde in der Nachkriegszeit W. HOFMANN. Er war Mitträger der Hochgebirgskurse seit 1951 und war auch an den seit 1951 bestehenden „Münchener Photogrammetrischen Wochen“ beteiligt. Im Anschluß an den 7. Intern. Kongreß für Photogrammetrie in Washington ging er 1952 zum Mount Rainier ins Kaskadengebirge, nahm den Nisqually-Gletscher, der seit seiner ersten Vermessung 1910 sehr stark zurückgegangen war, auf und führte damit die Finsterwaldersche Methode erstmals auch in Nordamerika ein<sup>31)</sup>. 1954 war er Mitglied der wissenschaftlichen Gruppe der Anden-Kundfahrt des Osterreichischen Alpenvereins unter H. KINZL in die Cordillera Blanca Perus, um spezielle photogrammetrische Vermessungen am Huascaran, dem höchsten Berg der Tropen,

<sup>24)</sup> TROLL, C.: Aufgaben der modernen Hochgebirgsforschung. Ztsch. Ges. Erdk. Berlin, 1942, S. 71—78.

KEILER, R.: Der Kurs für Hochgebirgsforschung 1951 in den Zillertaler Alpen. Erdkunde, Bd. 6, 1952, S. 45—48.

<sup>25)</sup> BERGER, HERFRIED: Beitrag zur Hochgebirgsforschung. Bericht über den Gletscherkurs 1959 in Obergurgl, Tirol. Mitt. Öst. Geogr. Ges., Bd. 102, 1960, S. 87—93.

<sup>26)</sup> PILLEWIZER, W.: Bewegungsstudien an Gletschern des Jostedalsbre in Südnorwegen. Erdkunde, Bd. 4, 1951, S. 201—206. 3 Karten.

KICK, W. u. DÖRRER E.: Photogrammetrische Gletschermessungen in Norwegen. Zur Kartenbeilage Tunsbergdalsbre mit den Gletscherveränderungen seit FINSTERWALDERS Aufnahme 1937. Allg. Vermessungsnachrichten, 71. Jg., 1964, S. 422—433.

<sup>27)</sup> PILLEWIZER, W.: Die kartographischen und gletscherkundlichen Ergebnisse der Deutschen Spitzbergen-Expedition 1938. Peterm. Geogr. Mitt., Erg.-Heft 238, Gotha 1939. 46 S.

<sup>28)</sup> PAFFEN, K.-H., PILLEWIZER, W., SCHNEIDER, H. J.: Forschungen im Hunza-Karakorum. Vorl. Ber. über die wiss. Arbeiten der Deutsch-Osterr. Himalaya-Karakorum-Expedition 1954. Erdkunde, Bd. 10, 1956, S. 1—33.

PILLEWIZER, W.: Bewegungsstudien an Karakorumgletschern. In: Geomorphologische Studien. Peterm. Geogr. Mitt., Erg.-H. 1957. S. 53—60.

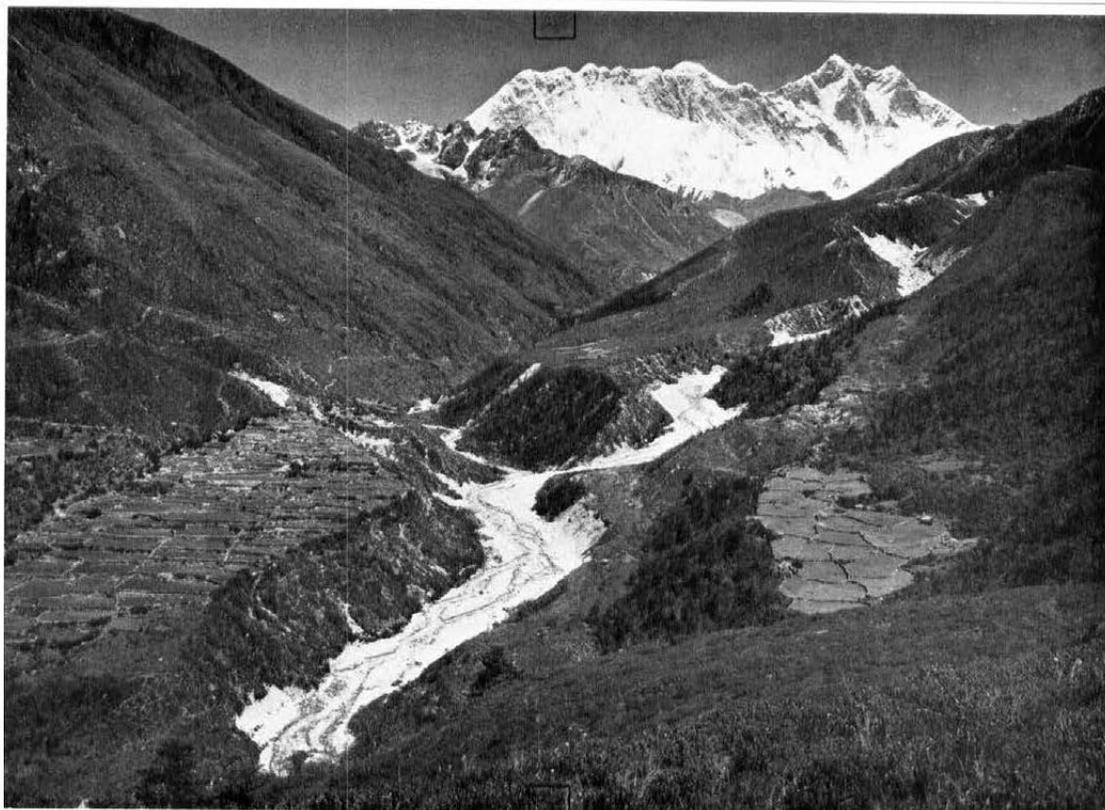
SCHNEIDER, H.-J.: Zur diluvialen Geschichte des NW-Karakorum. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 44, 1959. S. 201—216.

<sup>29)</sup> KICK, W.: Der Chogo-Lungma-Gletscher im Karakorum. I.: Ztsch. f. Gletscherk. u. Glazialgeol., Bd. 111/3, 1956. S. 335—347. II.: Ebenda, Bd. V/1. 1964. S. 1—59.

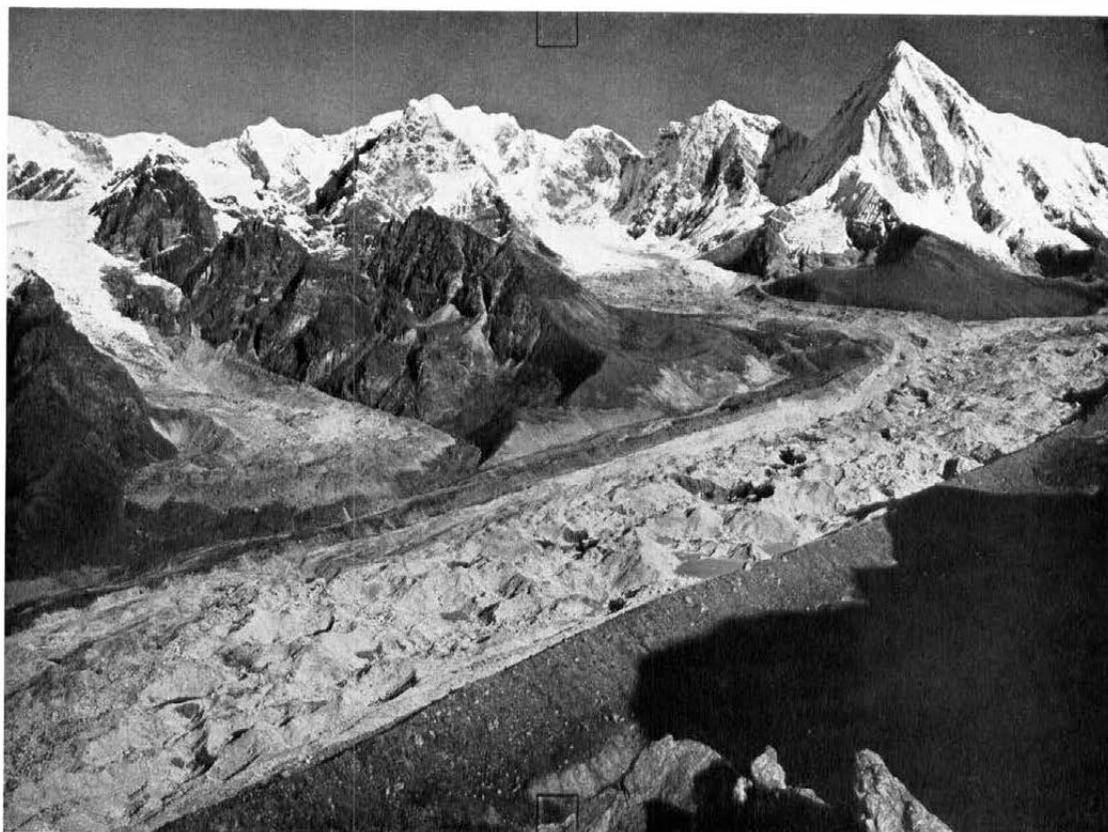
<sup>30)</sup> WERDECKER, J.: Beobachtungen in den Hochländern Äthiopiens auf einer Forschungsreise 1953/54. Erdkunde, Bd. IX, 1955, S. 305—317.

<sup>31)</sup> HOFMANN, WALTHER: Kartographie und Gletscherkunde am Nisqually-Gletscher. Erdkunde, Bd. IX, 1955, S. 281—86.

Ders.: Der Vorstoß des Nisqually-Gletschers am Mt. Rainier, USA, von 1952—1956. Ztsch. f. Gletscherk. u. Glazialgeol. Bd. 4, 1958.



1



2

durchzuführen, und besuchte dabei auch die Schneeberge Südperus. Sodann übertrug ihm FINSTERWALDER eine polare Aufgabe, nämlich die Leitung der geodätischen Arbeiten im Rahmen der aus fünf Ländern (Dänemark, Deutschland, Frankreich, Österreich und Schweiz) gebildeten Internationalen Glaziologischen Grönland-Expedition 1957—1960<sup>32)</sup>. FINSTERWALDER war Leiter der deutschen Landesgruppe der EGIG und hatte noch im letzten Jahre seines Lebens die Genugtuung, daß die Bayerische Akademie der Wissenschaften auf seine Anregung hin eine Kommission für Glaziologie errichtete, mit dem Ziel, die Gletscherforschung in den Alpen, in fremden Hochgebirgen und im Polarbereich zu pflegen und damit auch einen Beitrag für eine Neubelebung der deutschen Polarforschung zu leisten. Diese Kommission wurde jetzt J. BÜDEL übertragen.

### 3. Die Karte des Chomolongma-Mount Everest<sup>32a)</sup>

Die Entstehung der Karte 1 : 25 000 (s. Beil. VI) ist schon früher geschildert worden<sup>32a)</sup>. Die Triangulation wurde, was die Höhenbestimmung anlangt, auf den Gipfel des Mount Everest bezogen, dessen verbesserte Höhenbestimmung durch den Survey of India 8848 m ergeben hatte<sup>33)</sup>. E. SCHNEIDER führte diese Triangulation und die photogrammetrische Standlinienaufnahme in dem äußerst schwierigen Hochgebirgsgelände 1955 in 20 Arbeitstagen durch, und zwar so meisterhaft, daß nur 3,4 % des Geländes auf den Meßbildern uneingesehen blieben. Die eigene Aufnahme um-

<sup>32)</sup> FINSTERWALDER, R.: Polarforschung und Internationale Glazialgeologische Grönland-Expedition 1957—60. Bayr. Akad. d. Wiss., Math.-Naturw. Kl., Sitz.-Ber. 1958. S. 37—50.

HOFMANN, WALTHER: Lagemessungen bei der Int. Glaziologischen Grönland-Expedition (EGIG) 1959. Ztsch. f. Vermessungswesen, 83. Jg. 1958, S. 1—16.

Ders.: Die geodätische Lagemessung über das Grönländische Inlandeis in der EGIG 1959. Expedition Glaciologique Intern. au Groenland 1957—1960, vol. II, No. 4, Kopenhagen 1964.

<sup>32a)</sup> Vgl. hierzu Bild 1—4.

<sup>33)</sup> GULATTEE, B. L.: The height of Mount Everest. Survey of India, Techn. Paper Nr. 8, Dehra Dun 1954.

*Bild 1:* Höchste Dauersiedlung Pangpoche (4000 m) (vgl. links unten am Kartenrand). Hintergrund Nuptse (7879 m) und Lhotse (8501), dahinter Gipfel des Mount Everest. Im Tal die obersten Bäume (bis 4100 m). Im Flußbett die Mure eines Gletscherausbruches.

*Bild 2:* Blick über die Zunge des Khumbu-Gletschers gegen den Grenzkamm von Tibet, rechts mit der Pyramide des Pumo Ri (7145 m), davor Hochweide von Gorak Shep mit Wetterstation „Monsunheim“ in 5300 m. Links kleiner Lobuche-Gletscher, davor höchste Alphütte von Lobuche (4930 m).

(Aufnahmen: E. SCHNEIDER, Herbst 1955)

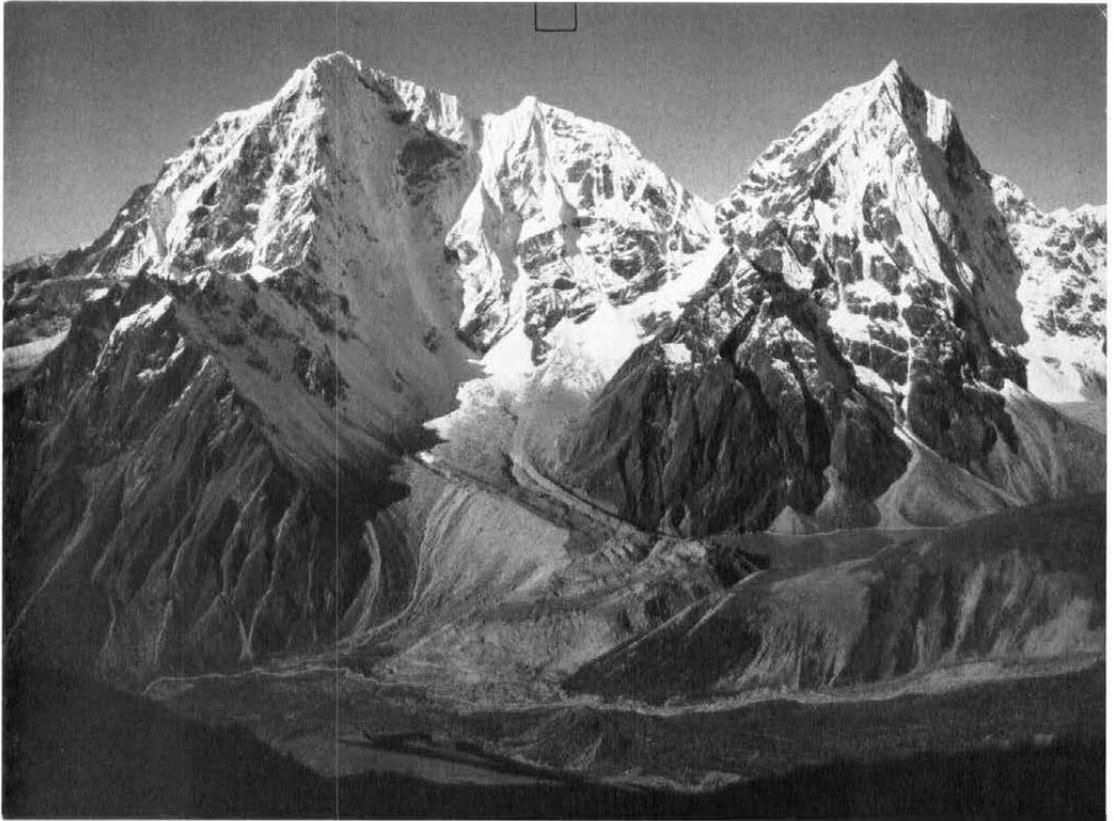
faßt das ganze Einzugsgebiet des Dudh Kosi in der Hochregion südwestlich des Mount Everest und des Lhotse (8501 m), und zwar vom Hauptkamm des Gebirges über die beiden Gletscherhochtäler des Khumbu-Gletschers und des Imja-Lhotse-Gletschers abwärts bis Pangpoche bei 4000 m Höhe. Die Berechnung und stereo-photogrammetrische Auswertung wurde von E. SCHNEIDER selbst im Institut RICHARD FINSTERWALDERS in München vorgenommen. Die Gestaltung der Karte 1 : 25 000 aus den Autographen-Plänen 1 : 10 000 besorgte der bewährte Kartograph des Alpenvereins FRITZ EBSTER. Auch diese Arbeit wurde in einem Minimum an Zeit durchgeführt, nämlich in 5 Monaten. Die Kunst der Felsdarstellung, wie sie sich in den modernen Alpenvereinskarten durchgesetzt hat, nämlich die gleichzeitige Darstellung der photogrammetrisch gewonnenen Höhenlinien und der manuell auf Grund der Stereobilder ausgeführten Felszeichnung, gelang bei der Karte des Mount Everest besonders gut. Eine vorzügliche Leistung ist auch die Darstellung des Moränengeländes in der Umgebung der Gletscher sowie der Moränen- und Schuttbedeckung der Gletscher selbst. Eine mit Wohlbedacht sehr hell gehaltene Schummerung, die in den Karten des Alpenvereins sonst nicht geübt wird, gibt der Karte im Gesamtbild und im Detail einen hohen Grad von Plastik.

Die geologischen Verhältnisse des Kartengebietes sind auf einer etwa gleichzeitig entstandenen Karte 1 : 50 000 der Expéditions Françaises à l'Himalaya 1954/55 durch PIERRE BORDET und MICHEL LATREILLE dargestellt<sup>34)</sup>. Die Karte umfaßt ostwärts anschließend auch noch das Gebiet des Makalu (8470 m) mit den beiden Gletschern des Baruntales.

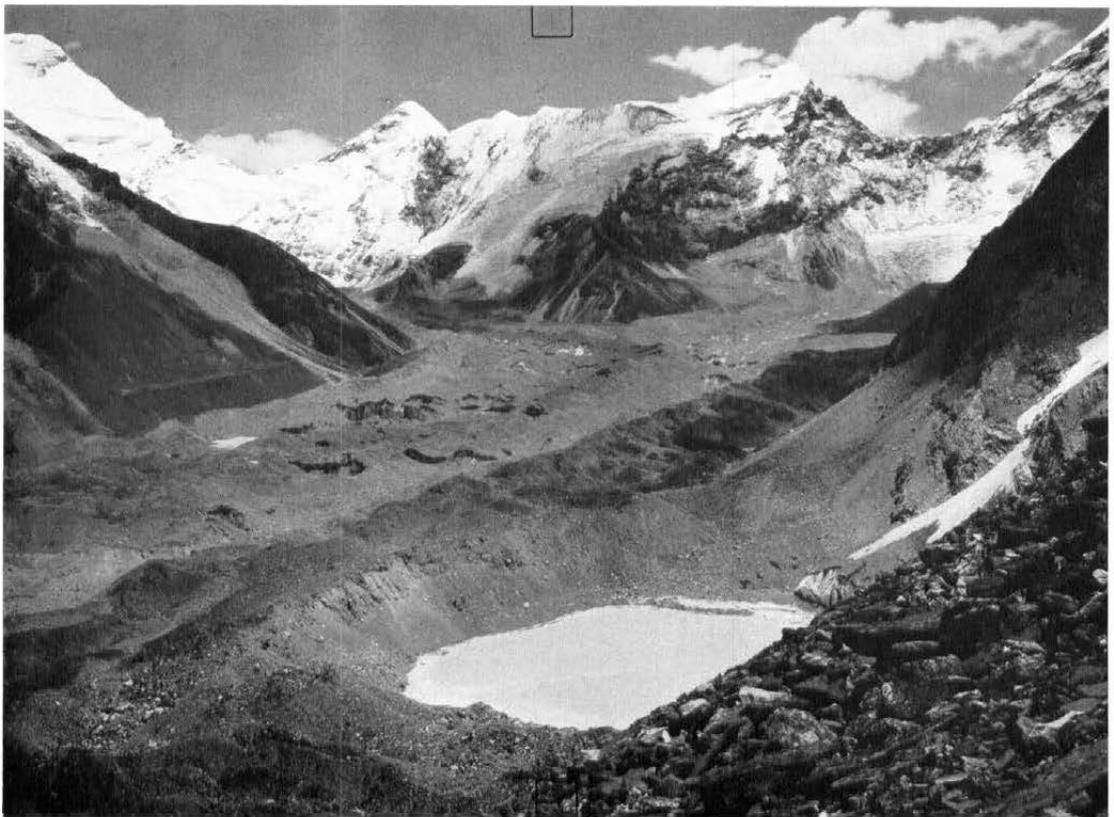
Geographisch und glaziologisch bemerkenswerte Beobachtungen hat der Schweizer Geograph FRITZ MÜLLER, der inzwischen durch die Leitung der AXEL HEIBERG-Forschungen in der kanadischen Arktis bekannt geworden ist, angestellt<sup>35)</sup>. Das Kartenblatt umfaßt ausschließlich die alpine und nivale Stufe des Everest-Himalaya. Das Dorf Pangpoche am Austritt des Haupttales aus dem Kartenblatt bei etwa 4000 m ist die höchste Dauersiedlung (Bild 1). Der Anbau von

<sup>34)</sup> BORDET, PIERRE et LATREILLE, MICHEL: La géologie de l'Himalaya de l'Arun. Expéditions Françaises à l'Himalaya 1954—1955. Text: Extrait du Bul. d. l. Soc. géol. de France, t. V, 1955, pp. 529—542. 3 Cartes: 1. Esquisse topographique de la région de l'Everest et du Makalu 1 : 50 000, 2. Esquisse géologique de la région de l'Everest et du Makalu 1 : 50 000, 3. Esquisse géologique de l'Himalaya de l'Arun et de la région de l'Everest 1 : 250 000.

<sup>35)</sup> MÜLLER, FRITZ: Acht Monate Gletscher- und Bodenforschung im Everestgebiet. Aus: Berge der Welt, Bd. 1958/59. Schweiz. Stiftung f. Alpine Forschungen. S. 199—216.



3



4

Kartoffeln und Gerste geht in den sommerlich bewohnten Dörfern aber noch einige hundert Meter höher, mindestens bis Dingpoche bei 4300 m. Die höchste Almsiedlung ist Lobuche an der Stirne des gleichnamigen Gletschers in 4930 m (Bild 2). Die regelmäßig genutzten Sommerweiden für Yaks reichen bis über 5000 m. Pangpoche bezeichnet ungefähr auch die obere Grenze des Waldes, der hier von der Tränenkiefer (*Pinus excelsa*), der Himalayatanne *Abies Webbiana* und dem Wacholder *Juniperus recurva* gebildet ist<sup>36)</sup>. Die Sträucher des Unterwuchses, immergrüne Rhododendren, auch Birken und Wacholder, gehen als Gebüsch noch wesentlich höher, an Südhängen bis maximal 4550 bis 4580 m, wenn die Eintragungen in der Karte verlässlich sind.

Das Klima im Raum des Kartenblattes verändert sich offensichtlich auch in der Horizontalen vom Talausgang bei Pangpoche, wo die von Moosen eingehüllten Stämme und Äste des Waldes eine hohe Luftfeuchtigkeit anzeigen, bis in die hinteren Talgründe am Hauptkamm sehr beträchtlich. F. MÜLLER unterhielt 1955 in 5300 m Höhe, 100 m über dem Rand des Khumbu-Gletschers, am Fuß des Pumo Ri (Bild 2) eine Wetterstation „Monsunheim“, die vom 12. 4. bis 26. 11. 55 beobachtete. Im Kampf der Wetterlagen zwischen dem von Südindien andrängenden feuchten Monsun und den tibetischen Schönwetter- und Föhn-

winden entstand in den 6½ Monaten der gesamten Monsunzeit nur ein Niederschlag von 390 mm. Aus dieser klimatischen Trockenheit der Talhintergründe erklärt sich die hohe Lage der Schneegrenze (am Khumbu-Gletscher 5600 m), die relativ geringe Längserstreckung der sehr flachen Zunge des Gletschers (Zungenende bei 4900 m) und der gewaltige Schuttsockel, dem die Gletscherzunge nur seicht aufsitzt.

Die Beobachtungen MÜLLERS über die in 5300 m bestens entwickelten Frostmusterböden zeigen, daß es sich bei ihrer Genese vor allem um den jahreszeitlichen Wechsel einer tiefen und langdauernden winterlichen Bodengefrorenis und einer kürzeren sommerlichen Tauzeit handelt. Am 17. Mai war der Boden noch über ½ Meter tief gefroren, die Gefrorenis verschwand erst am 20. Juli und begann erneut am 18. Oktober. Daß in der warmen Jahreszeit durch einzelne Nachtfröste in dieser Höhe auch Miniaturformen von Strukturböden entstehen können, ist leicht verständlich.

Die Karte enthält einen kleinen Fehler, nämlich eine unrichtige Eintragung der Almhütten von Chukhum im Imjatal. Sie liegen einige 100 Meter tiefer und etwas nördlich gegen das Zungenende des Lhotse-Gletschers. Dies hat als erster G. SCHNEIDER selbst richtiggestellt<sup>37)</sup>. Der Fehler entstand bei der Auswertung der im Gegenlicht aufgenommenen Meßbilder, die die Hütten nicht erkennen ließen.

Die Leistungsfähigkeit der terrestrisch-photogrammetrischen Hochgebirgsvermessung nach den von R. FÜNSTERWALDER ausgebildeten Methoden der Aufnahme, der Auswertung und Darstellung geht auch aus der jüngeren Übersichtskarte 1:100 000 des Mount Everest-Gebietes der Royal Geographical Society hervor, für deren zentralen Teil die Karte E. SCHNEIDERS sichtlich erfolgreich zugrunde gelegt wurde<sup>38)</sup>.

<sup>37)</sup> SCHNEIDER, E.: Begleitworte zur Karte etc. (s. Nr. 1, 1959, S. 227).

<sup>38)</sup> *The Mount Everest Region*, Scale 1:100 000. Royal Geographical Society, London 1961.

<sup>36)</sup> SCHWEINFURTH, U.: Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. Bonner Geogr. Abhandl., H. 20, 1957. 373 S. (S. 142 ff.).

Bild 3: Gruppe von Taboche (6542 m) links und Tsolatse (6440 m) rechts von Nordosten (linker Rand der Karte). Der Taboche-Gletscher dämmt das Seitental zum Tsolasec auf, dessen Spiegel um 21 m schwankt.

Bild 4: Das obere Imja-Tal mit der von Schutt verhüllten Zunge des Imja-Gletschers und dem wasserscheidenden Kamm gegen das Barun-Tal, mit der Schneepyramide des Cho Polu (6734 m). Links Paß von 6220 m, rechts Paß von 6216 m. Im Vordergrund See Imja Pokhari im verlassenen Zungenbecken eines Hängegletschers.

(Aufnahmen: E. SCHNEIDER, Herbst bzw. Mai 1955)

