

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

SITZUNGSBERICHTE

JAHRGANG

1957

MÜNCHEN 1958

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

Zur Karte der Mount-Everest-Gruppe 1 : 25 000

Von Richard Finsterwalder in München

Vorgelegt am 13. Dezember 1957

Vor vier Jahren ist der Mount Everest durch die Bergsteiger Hillary und Tensing bestiegen worden. Damit hat ein 30jähriges opferreiches Ringen der Bergsteiger um diesen höchsten Berg der Erde seinen Abschluß gefunden. Vor allem die englischen Bergsteiger, dann auch die der Schweiz, Australiens und Österreich haben dabei Hervorragendes geleistet.

Wissenschaftlich ist die vom Survey of India in den letzten Jahren durchgeführte Bestimmung der Meereshöhe des Mount Everest¹ bemerkenswert, die auch mit einer Berechnung der Geoidundulation *N* über dem internationalen Sphäroid verbunden war. Während früher die Höhe des Mount Everest zunächst von Stationen in der Indischen Tiefebene auf rd. 180 km Entfernung und später von solchen im Hügelgebiet von Darjeeling auf rd. 145 km Entfernung mit 29002 ft bzw. 29141 ft bestimmt worden war, wurden in neuester Zeit Triangulationsketten in das Gebirge hinein so weit vorgetragen, daß 9 Vorwärtsschnitte aus Entfernungen von 46,3 – 75 km zur Berechnung der Höhe des Mount Everest zur Verfügung standen. Diese ergab sich zu 29028 ft = 8848 m. Der wahrscheinliche Fehler, bestimmt aus der inneren Genauigkeit der Vorwärtsschnitte, beträgt nach Gulattee $\pm 0,8$ ft. Die Geoidundulation gegenüber dem internationalen Ellipsoid wurde unter Berücksichtigung des isostatischen Massenausgleichs zu $+ 92,3$ ft = $+ 28,4$ m berechnet. Die Gesamtunsicherheit der Höhe des Mt. Everest einschließlich aller äußeren Einflüsse wird von Gulattee mit mehr als 10 ft angegeben.

¹ B. L. Gulattee, The height of Mount Everest. Survey of India Technical Paper Nr. 8, Dehra Dun 1954.

Nunmehr liegt vom Gebiet auch eine topographisch-photogrammetrisch aufgenommene mit einer modernen Gelände- und Felszeichnung versehene Karte 1:25 000 vor. Ihren Hauptbereich hat im Feld der Alpenvereinstopograph E. Schneider im Rahmen der an sich bergsteigerischen internationalen Himalaya-Expedition 1955 stereophotogrammetrisch aufgenommen; die photogrammetrische Auswertung erfolgte am Institut für Photogrammetrie, Topographie und Kartographie der T. H. München. Lücken, die im Norden (Tibet) und im Osten und Süden verblieben waren, konnten aus früheren Aufnahmen verschiedener Herkunft und Genauigkeit ergänzt werden. Es handelt sich um photogrammetrische Arbeiten auf der tibetanischen Nordseite von M. Spender 1935, am Westabfall von Wheeler 1921, am Südwestabfall um Luftaufnahmen der Houston-Flugexpedition 1933 und im äußersten Südbereich von Ch. Evans 1953. Die Geländezeichnung im eigentlichen Gipfelgebiet wurde nach Luftaufnahmen der Indian Air Force ergänzt. Allein die Aufzählung dieser Arbeiten, deren Ausmaß auf einer Nebenkarte genauer gekennzeichnet ist, deutet an, welche Fülle von Arbeit oft unter den denkbar schwierigsten Verhältnissen schon früher für die Kartographie des Mount Everest geleistet worden ist. All den Stellen, die ihr Material in so bereitwilliger Weise zur Verfügung gestellt haben, sei auch an dieser Stelle bestens gedankt, insbesondere den amtlichen indischen Stellen und der Royal Geographical Society London.

Als Aufnahmemethode für den neu aufgenommenen Hauptbereich der Karte diente die terrestrische Stereophotogrammetrie. Voraussetzung für deren Anwendung ist eine genügende bergsteigerisch-topographische Beherrschung des Geländes. Man muß sowohl für die geodätische Vermessung wie für die photogrammetrische Aufnahme Punkte, die eine gute Einsicht in das Gelände und gegenseitige Visuren zwischen den Stand- und Aufnahmepunkten vermitteln, aufsuchen und auf ihnen jeweils mehrere Stunden vermessen und aufnehmen. Eine wesentliche Grundlage für die Lösung der dabei auftretenden photogrammetrischen Aufgabe war die Verwendung eines geeigneten Aufnahmeapparates, im vorliegenden Fall des leichten Phototheodoliten TAF von Zeiss. Er ist leicht, einschließlich Verpackung und

Stativ 8 kg, hat dabei das große Bildformat 13/18 cm und ist so präzise, daß bei der Auswertung der Aufnahmen am stereoskopischen Auswertegerät das besonders hohe Auflösungsvermögen der verwendeten Spezial-Topoemulsion voll ausgenützt werden kann. Trotzdem ist es eine ungewöhnliche topographisch-bergsteigerische Leistung von E. Schneider, die Orte für die Meßstandlinien so ausgewählt, aufgesucht und auf ihnen alle notwendigen Aufnarmarbeiten durchgeführt zu haben; bei aller Schwierigkeit im oft steilen Felsgelände und bei aller Ungunst der gerade im Sommer sehr schlechten Witterung ist es gelungen, das ganze Gelände ohne wesentliche Lücken stereophotogrammetrisch zu erfassen und zwei von einem Zentralsystem ausgehende Dreiecksketten zu beobachten, die sich über die beiden Haupttäler in einer Höhe von 4500–6000 m erstrecken und in denen sämtliche Dreiecksschlüsse mit etwa 1' Schlußfehler gemessen sind. Man könnte fragen, ob es nicht andere zweckmäßigere Aufnahmefethoden gäbe, vor allem natürlich die Luftphotogrammetrie, die ja Geländeschwierigkeiten grundsätzlich ausschaltet. Senkrechtaufnahmen müßten mit Rücksicht auf die große Höhe und die großen Höhenunterschiede des Objekts aus mindestens 12–16000 m Meereshöhe gemacht werden, was einen außerordentlich hohen Aufwand erfordert. Etwas problematisch ist die Bestimmung luftsichtbarer, sicher identifizierbarer Gelände-Paßpunkte zur absoluten Orientierung der durch die gegenseitige Orientierung gefundenen Modelle. Selbst wenn die Aerotriangulation zu Hilfe genommen wird und nur wenige Paßpunkte benötigt werden, handelt es sich um eine zum mindesten wirtschaftlich schwer lösbare Aufgabe. Entscheidend sind die besonderen orographisch-morphologischen Verhältnisse der Everest-Gruppe. Die Bergkämme sind überaus steil aufgebaut und stehen mit ihrer gewaltigen Reliefenergie in starkem Gegensatz zu den mit Gletschern und Schutt erfüllten breiten Tälern. Im Fall von Senkrechtaufnahmen wären wegen der perspektiven Öffnung der Strahlenbündel und der übergroßen Steilheit der Wände viele Lücken geblieben und der vertikale Aufbau der Kämme nur unzulänglich erfaßbar gewesen. Bei Schrägaufnahmen, die von den verschiedenen Seiten auf die Flanken der Kämme und in die Becken und gegen die Gipfel zu machen gewesen wären, hätten

sich ähnliche Schwierigkeiten ergeben wie beim Houston-Everest-Flug 1935, außerdem wäre das Problem der vielen in diesem Fall notwendigen terrestrischen Paßpunkte kaum lösbar gewesen.

Die optisch-mechanische Auswertung am Stereoautographen des Instituts für Photogrammetrie erfolgte im Maßstab 1 : 10000. Sie ergab einen bis auf wenig bedeutende Lücken vollständigen Schichtlinienplan. In den von verschiedenen Stereoaufnahmen doppelt überdeckten Gebieten und an den Nahtstellen der Standlinienbereiche ergaben sich wirksame Kontrollen; sie erwiesen, daß Schichtlinien und Situation fast überall mit graphischer Genauigkeit gewonnen werden konnten. Die Situation erstreckte sich auf die vielen topographischen, morphologischen und glaziologischen Gegebenheiten, in den untersten Tälern Besiedlung, Äcker und mit Sträuchern bedeckte Gebiete; sehr vielseitig sind die Moränen aus früherer und rezenter Zeit mit ihren noch jungen Abbrüchen und Formen; ferner die Seen mit ihren zwischen Monsun und Trockenzeit wechselnden Wasserständen, schließlich das Eis in seinen hier besonders reichen Erscheinungsformen. Die Auswertung am Autographen suchte soviel als möglich von dieser Situation zu erfassen, doch sind dabei Grenzen gesetzt, weil einem bei der oft notwendigen zusätzlich interpolierenden und gestaltenden Einführung der Details das Auswertegerät im Wege ist.

Als Schlußstufe der Kartenarbeit wurde deshalb der am Autographen gewonnene Plan durch eine Geländedarstellung in Schummerung, Schuttpunktierung, Schraffen usw., vor allem aber durch eine Felszeichnung ausgestaltet, ergänzt und charakterisiert, wobei eine Reinzeichnung auf Astralon und eine Zerlegung in drei Strichfarben schwarz, blau und braun sowie die Schummerfarben graubraun und blau erfolgte. Die in der extremen Bergwelt des Everest besonders schwierige Aufgabe war der meisterlichen Hand von F. Ebster anvertraut, sie wurde gut gelöst und das Ganze nicht nur zu einem exakten, sondern auch möglichst anschaulich naturgetreuen Kartenbild gestaltet. Die Veröffentlichung erfolgte im Maßstab 1 : 25000, dem von der Alpenvereinskartographie her vertrauten Maßstab, der nicht allein die topographische Gesamt- und Detaildarstellung der Landschaft der Everest-Gruppe ermöglicht, sondern auch glazio-

logische Meßarbeiten vieler Art ermöglicht. Wesentlich ist dabei die Vergleichsmöglichkeit mit den gleichmaßstäbigen Karten des Alpenvereins.

Auch bei der photogrammetrischen Auswertung und weiteren Ausgestaltung könnte man fragen, ob es denn nicht möglich und zweckmäßig wäre, noch modernere Methoden anzuwenden, vor allem die in Amerika energisch vorangetriebene völlige Automation der photogrammetrischen Auswertung unter Ausschaltung des Menschen. Diese Automation ist für die geometrisch-mathematischen Vorgänge der normalen Aerotriangulation sinnvoll und durchführbar. Anders ist dies bei der topographischen Auswertung. Das rein automatische Zustandekommen der Schichtlinien ist an sich möglich, die Schnittlinien horizontaler Ebenen in Form von parallelen Linienscharen mit dem optisch hergestellten Modell sind auf elektronischem Weg durchaus herstellbar. Voraussetzung ist dabei einigermaßen waldfreies Gelände ohne sonstige stärkere Bodenbedeckung. Sehr schwierig dürfte es aber sein, die Situation in ihrer Vielgestaltigkeit und Mannigfaltigkeit auf dem Weg der vollständigen Automation zu gewinnen. Man müßte der Maschine zu viele und zu vielerlei spezielle Befehle geben. Schließlich müßte doch vieles dem schöpferischen Menschen vorbehalten bleiben, um die Geländedarstellung oder gar die Felszeichnung verwirklichen zu können.

In der Kartographie gibt es zwei grundlegend verschiedene Auffassungen. Die eine sieht in den Plänen und Karten rein technische Erzeugnisse; damit verbindet sich eine gewisse Anspruchslosigkeit in bezug auf Güte der Darstellung und Qualität der Ausführung. Die andere sieht über den mathematisch-geometrischen Inhalt hinaus die Karte als Bild der Landschaft und sucht dementsprechend mit einem möglichst großen Reichtum an Inhalt eine anschauliche und naturgetreue, auch ästhetisch ansprechende Darstellung zu verbinden. Sie stellt sich dabei bewußt in den Dienst einer Öffentlichkeit, die hochstehende Karten versteht und zu nutzen weiß, insbesondere auch für wissenschaftliche Zwecke. Die zweite Auffassung ist in vielen Landesaufnahmen lebendig und bestimmt deren Arbeitsweise und Ergebnisse in erheblichem Maße. Freilich sind ihre Hilfsmittel meist beschränkt. Im vorliegenden Fall der Everest-Karte

ist die Alpenvereinskartographie Pate gestanden, die besonders die Hochgebirgskartographie seit Jahren in einer Weise pflegt und fördert, wie dies den Landesaufnahmen nicht immer möglich ist. Die Everest-Karte ist diesem kulturell-wissenschaftlichen Wirken zu verdanken, das sich hier an einem besonders schwierigen und interessanten Beispiel bewährt hat. Das Unternehmen der Everest-Karte ist im Feld vom Österreichischen Alpenverein finanziell getragen worden, die photogrammetrische Bearbeitung und kartographische Ausgestaltung erfolgte mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft.