

Emi Koussi - Tibesti: Eine topographische Karte vom höchsten Berg der Sahara

von BRUNO MESSERLI, MAX ZURBUCHEN, DANIEL INDERMÜHLE

1. Grundlagen und Problemstellung

Das höchste Massiv des Tibesti und der gesamten Sahara ist der gewaltige Vulkanbau des Emi Koussi, dessen Kubatur auf rund 2500 km³ geschätzt wird (GEZE, 1957). In seiner Fußzone auf 500 bis 800 m Höhe hat er einen Durchmesser von 60 bis 80 km, in seiner Gipfelzone auf 3100 bis 3400 m beträgt der Durchmesser der imposanten Einbruchscaldera 10 bis 13 km (Abb. 1). Diese läßt sich deutlich in zwei Stockwerke gliedern: Eine primäre oder externe Caldera mit einer Bodenhöhe von 3000 m, die nur noch im Nordteil erkennbar ist, und eine sekundäre oder interne Caldera mit einer Bodenhöhe von 2900 m, die vom Zentrum zum Südteil langsam ansteigt. Zahlreiche junge Sekundärkegel sind über die gesamte Gipfelzone verstreut. In der Caldera haben sich drei Explosionskrater eingetieft, wovon der bedeutendste der Era Kohor mit seinem Salzsee auf rund 2650 m ist (Abb. 2). Die gesamte Caldera hinterläßt jedem Besucher einen gewaltigen Eindruck, der wohl durch die Vielfalt an Kleinformen in der Einheit der Großform bedingt ist (Abb. 1 und 2).

In der Tibesti-Literatur spielt der Emi Koussi eine bedeutende Rolle, sowohl in der Entdeckungs- wie in der Erforschungsphase. Am 14. September 1916 betrat der französische Oberst TILHO als erster Europäer diesen Gipfelraum, fertigte eine erste Skizze der Caldera an (Abb. 3), maß den höchsten Punkt der Sahara ein und hielt seinen Eindruck auf dem nördlichen Calderarand in seinem Tagebuch folgendermaßen fest: „... as I stood on it, there lay before my eyes, for the first time, the mysterious Tibestian chains that no explorer had ever gazed on yet in their majestic entirety“ (TILHO, 1920, S. 173). Nach weiteren topographischen Verifikationen durch verschiedene Mitarbeiter und Nachfolger Tilhos folgten vor und nach dem zweiten Weltkrieg zahlreiche größere wissenschaftliche Expeditionen, von denen wir nur die wichtigsten aufzählen: Mission au Tibesti 1930-31 unter der Leitung von DALLONI, die alle Forschungsbereiche umfaßte (DALLONI, 1934), mission de reconnaissance géologique et minière 1954 bis 1957 (WACRENIER, 1958), mission botanique au Tibesti 1956 (QUEZEL, 1958), mission volcanologique 1956-57 (GEZE, HUDELEY, VINCENT, WACRENIER, 1957, 1959) usw. Alle diese Expeditionen haben den Emi Koussi erreicht, seine geologisch-vulkanologische Schlüsselstellung erkannt oder seine hochinteres-

sante endemische Flora im Zentrum der Sahara bearbeitet. Alle aber standen vor dem gleichen Problem wie wir: Wie konnten die Ergebnisse der Feldarbeit genau kartiert und optimal ausgewertet werden? (Vgl. GEZE, 1959, Fig. 1, S. 137 oder QUEZEL, 1958, S. 288). Daraus stellte sich in unserer Vorbereitungsarbeit die zweite Frage: Müßte nicht eine topographische Karte zu einer künftighin noch intensiveren Erforschung und Bearbeitung dieses höchsten Sahara-Stockwerkes anregen?

2. Vorarbeiten

Mit dieser Fragestellung wurden die Vorbereitungen aufgenommen; Flugaufnahmen des Institut Géographique National Paris standen zur Verfügung (Aufnahmen NE 34-XIX, No. 425-431, 437-443, 450-456). Zwei Voraussetzungen waren begleitend: Erstens konnten die Feldaufnahmen nicht von Geodäten gemacht werden, und zweitens mußte mit großer zeitlicher und physischer Beanspruchung gerechnet werden; gesamthaft gesehen durfte also möglichst wenig Unvorbereitetes passieren. Am Steereoskop wurde ein Netz von Kontrollpunkten festgelegt, die auf dem Luftbild gut definiert und im Gelände leicht identifiziert werden konnten. Eine durch direkte Längenmessung zu bestimmende Basis wurde im flachen Gelände westlich Era Kohor so angelegt, daß eine Winkelmessung auf beiden Endpunkten zu zwei benachbarten Kontrollpunkten eine Verlängerung der Basislinie ermöglichte. Die Nordrichtung sollte mit Hilfe des Polarsternes ermittelt werden. Um ein sauberes und fehlerfreies Anvisieren der Punkte zu gewährleisten, sollte möglichst jeder Punkt durch Steinmann signalisiert werden. Auf Grund eines Netzplanes, eingetragen auf einem Photomosaik, konnten sämtliche vorgesehenen Satz- und Höhenwinkelmessungen genau vorbereitet werden, ja selbst ein Arbeits- und Zeitprogramm wurde so weit vorgetrieben, daß wir praktisch in einem bekannten Gelände ankommen und mit der Arbeit unverzüglich beginnen konnten. Im Rückblick beurteilt sind wir überzeugt, daß wir nur dank dieser Vorarbeit das Projekt in kürzester Zeit und durch alle nicht vorhersehbaren Schwierigkeiten hindurch realisieren konnten.

3. Feldarbeit

Unverzüglich nach unserer Ankunft am 12. Juni 1968 setzten die Vermessungsarbeiten ein, kombiniert mit geomorphologischen Beobachtungen. Sechs Arbeitstage (drei Tage zu zweit, jeder allein) brauchte das Signalisieren der Kontrollpunkte, sechs Arbeitstage (drei Tage zu zweit, beide zusammen) verwendeten wir für gemeinsame Vermessungsarbeiten und drei Arbeitstage (einer allein) benötigten wir für gewisse Ergänzungsmessungen, Nachkontrollen usw.

Photogrammetrische Auswertung und kartographische Bearbeitung mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Druck der Karte mit Unterstützung der Fritz-Thyssen-Stiftung.

Verkauf der Karte: Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung (Prof. Dr. W. Hellmich, Schloß Nymphenburg, München).

In dieser minimalen Zeit begingen wir fast die gesamte Gipfel- und Calderazone, trugen die wichtigsten Angaben für die Karte auf vergrößerten Luftbildern ein und versuchten unsere mikroklimatischen und klimamorphologischen Beobachtungen zu vervollständigen. Die verfügbare Arbeitszeit konnte nicht beliebig verlängert werden, weil die Wasserversorgung äußerst schwierig war und die physische Beanspruchung der Kamele keinen mehrtägigen Pendeltransport ermöglichte (vgl. ähnliche Probleme bei TILHO, 1920). Dazu stellte die Vermessungsarbeit kurz zusammengefaßt folgende Probleme:

Steinsignale: Höhe mindestens 1,5 m und Markierung mit Fähnchen für Visuren auf größere Distanz oder bei wenig akzentuiertem Relief.

Meßprobleme: Große Insolation oder hohe Windgeschwindigkeiten erschwerten ein rasches Arbeiten. Oftmals mußte das Instrument in windgeschützter Lage exzentrisch aufgestellt werden.

Basislinie: Diese Messung mit Polyestermeßband wurde mehrmals durchgeführt unter Berücksichtigung der sehr schwachen Neigungen.

Ausgangsazimut: Die Bestimmung der Nordrichtung erfolgte in mehreren Messungen während einer Nacht.

Die gesamte Vermessung stand unter ständigem Zeitdruck und war auch physisch sehr belastend, weil für die Begehung der Kontrollpunkte keine Tragtiere eingesetzt werden konnten und Träger nicht zur Verfügung standen. Nur für die Bestimmung der Basis und die Vermessung der Hauptpunkte arbeiteten wir zu zweit, alle übrigen Aufnahmen mußten im Alleingang bewältigt werden.

4. Berechnung und Auswertung

Die Basis ergab nach Berücksichtigung der Bandkorrektur, der Neigung und der Meereshöhe eine Länge von 679,82 m, sie wurde durch Winkelmessungen auf 3423,62 m verlängert. Die Satz- und Höhenwinkelmessungen wurden überprüft und nach Elimination der unsicheren Visuren, die kaum 5 % betrugten, konnten alle vorhergesehenen Punkte bestimmt werden, d. h. 7 Hauptpunkte und 12 Kontrollpunkte. Das Azimut der Basis wurde mit Hilfe des Polarsternes ermittelt. Die Luftbilder von IGN Paris, 19 mal 19 cm, $f = 124,78$ mm, wurden am Autographen Wild A 5 im Maßstab 1 : 25 000 ausgewertet, Aequidistanz der Höhenkurven 10 m. Kartiert wurde direkt auf ELTE-Gravurfolie. Aus 11 Luftbildpaaren mit 5 bis 6 Einpaßpunkten pro Plattenpaar wurde eine Fläche von 192 km² ausgewertet. Der Nullpunkt des lokalen Koordinatennetzes wurde im SW außerhalb des kartierten Gebietes angenommen.

Die geographischen Koordinaten konnten vom Festpunkt Tiribon 2943 m (gemäß IGN Paris: Breite $19^{\circ} 57' 14''$, Länge $18^{\circ} 28' 12''$) nördlich der Emi-Koussi-Caldera abgeleitet und auf den kartierten Raum übertragen werden. Die Angaben von Tilho waren nicht verwendbar, weil sich für seine astronomische

Längen- und Breitenbestimmung auf dem westlichen Kraterrand kein eindeutiger Fixpunkt identifizieren ließ (Abb. 3 und DALLONI, 1934, S. 23). Dafür übernahmen wir die bereits von TILHO festgelegte Höhe 3415 m auf dem südlichen Calderarand (DALLONI, 1934; Abb. 3), die auch auf den neuesten Übersichtskarten im Maßstab 1 : 1 000 000 unverändert als höchster Punkt figuriert (Blatt Largeau NE 34, 1961). Sehr wahrscheinlich wurde diese Höhe barometrisch bestimmt und es ist zu befürchten, daß bei künftigen genaueren Vermessungen Fehler von 10 bis 25 m auftreten könnten (schriftliche Mitteilung des IGN Paris). Auf die genauere Wiedergabe des Netzplanes und der Vermessungsprotokolle soll an anderer Stelle ausführlicher eingegangen werden (Sonderheft der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung).

5. Kartographische Probleme

Die früheren kartographischen Darstellungen des Emi Koussi werden wir an anderer Stelle besprechen. Wir beschränken uns auf einige wenige Angaben, die das kartographische Problem zeigen und unsere Lösung erklären soll.

Nomenklatur, Pisten, Refuges troglodytes: Bei den Bewohnern des östlichen Tibesti hörten wir oft die Benennung Koussou (franz. Schreibweise), nicht Koussi. Wir behielten jedoch die Bezeichnung bei, die bereits in der ersten Tilho-Skizze festgelegt wurde (Abb. 3) und auf allen Karten bis heute gebräuchlich blieb. Überhaupt schien es uns wenig sinnvoll, eigene Namen einzuführen, obwohl wir uns, selbst nach Befragung der Eingeborenen, in einem fast namenlosen Gebirge befanden. Zahlreiche Begriffe TILHOs wie „vallée septentrionale, - occidentale“ und „- orientale“ schienen uns den beckenartigen Geländeformen nicht angepaßt und wurden deshalb nicht weiter verwendet. Auch die Bezeichnung „mare temporaire“ (Abb. 3) für die abflußlosen, periodisch oder episodisch feuchten, mit einer Bimssteindecke überschütteten Niederungen schien uns wenig treffend, obschon sie für einen scharfsinnigen und gebildeten Beobachter zeugen. Alle diese Formelemente sind im Reliefbild der Karte mit Koordinatenangaben eindeutiger zu beschreiben und zu bezeichnen. Dafür übernahmen wir von TILHO die Namengebung für die markanten Übergänge, die den Einstieg von Süden (Porte de Yono, Oase am S-Fuß des Koussi), von Osten (Porte de Modiounga, Oase am E-Fuß) und von Norden (Porte de Miski, Großtalung im NW) sehr charakteristisch wiedergeben. Dazu haben wir weitere Kamelpisten eingetragen, die den westlichen und östlichen Calderarand überqueren. Allerdings müssen wir einschränkend beifügen, daß wir einige kleine Segmente der Caldera im NW und ENE nicht begangen und einige schlecht gepfadete Pisten nicht kartiert haben.

Eingetragen haben wir zwei Bergnamen: Erstens den Emi Koussi 3415 m als höchsten Punkt, obschon mit Emi Koussi eigentlich das gesamte Massiv bezeichnet wird und zweitens den von TILHO geprägten Namen „montagne blanche“ für einen faszinierenden,

vollständig von Lockermaterial überschütteten (Cinerit, Ignimbrit) weißen Berg (Abb. 1, 3, 4). Schließlich schrieben wir den 300 bis 400 m tiefen Explosionskrater „Era Kohor“ an, der bei allen Toubous bekannt ist. Auf seinem Grund leuchtet in reinem Weiß ein Salzsee auf, unter dessen verkrusteter Decke wir einen dunklen und stark durchfeuchteten SchwemmhORIZONT aufgraben konnten (Chemismus vgl. DALLONI, 1934, S. 141).

Einer Idee TILHOs folgend haben wir die Hirten-siedlungen der Toubous eingezeichnet (Abb. 3), aber nicht als „villages“, sondern als „refuges troglodytes“. An die Bezeichnung „village“ haben wir viel zu hohe Erwartungen geknüpft, handelt es sich doch um sehr primitive und kleine Felshöhlen in Ignimbriten, Cineriten oder Tuffen, oft sogar nur um niedrige und locker aufgeschichtete Steinmüerchen in windgeschützter Wandfußlage. Sie zeugen von einem zeitweiligen, niederschlagsbedingten Weidegang mit Ziegen und Kamelen, wobei die Pisten auf die Einwanderung von allen Seiten hinweisen. Tatsächlich scheinen auch verschiedene Clans oder Splittergruppen davon auf dem Emi Koussi ein Weiderecht zu haben, was für seine vegetationsmäßige und klimatische Sonderstellung zeugt. Umgekehrt gelten diese Leute als „meskin“, d. h. als arme Leute (FUCHS, 1961, S. 112 und 117), was die „refuges troglodytes“ zu bestätigen scheinen und vielleicht mit der Beschwerlichkeit der Zugangswege, insbesondere für Kamele, zusammenhängen könnte. Zweifellos haben wir lange nicht alle bestehenden Unterschüpfte kartiert, da sie oft gut versteckt in verschiedensten Höhenlagen auftreten.

Wasser und Vegetation: Die unterschiedlichsten fluvialen Formen kommen auf unserem Kartenausschnitt zur Darstellung: Flächenhafte Spülvorgänge zeichnen in unzähligen Adern die interne südliche und westliche Caldera, rückwärts greifend frißt sich ein imposantes Schluchtnetz von der Porte de Modiounga in den Calderaboden ein, reich zerfurcht präsentieren sich die Flanken der Steilhänge, usw. Dazu kommen ehemalige Seebecken, in der Caldera von Bimsstein überschüttet, im Krater von einer Salzkruste überzogen. Wie sollten wir diese Elemente kartieren? Ist eine Darstellung von Wasserformen überhaupt sinnvoll, wenn sie nicht einmal periodisch, sondern höchstens episodisch aktiv sind? Hätte eine Eintragung dieses reichen fluvialen Formenschatzes mit der üblichen blauen Farbe nicht dem gesamten Kartenbild eine völlig falsche Prägung gegeben?

Die Vegetation erreicht im lockeren Calderaboden eine einzigartige Dichte, wobei *Artemisia Tilhoana* und *Ephedra Tilhoana* als Vertreter einer typischen Steppenvegetation dominieren und eindrucklich darauf hinweisen, daß wir uns keinesfalls mehr in einem extrem saharischen Klimaraum befinden (QUEZEL, 1958, S. 287). Wenn dieses Vegetationsbild auch ganz einzigartig ist und in seiner Dichte sogar den Hoggar übertrifft (QUEZEL, 1958), so stellte sich doch für die Kartierung ein ganz besonderes Problem. Bei welcher Dichte sollten wir die Vegetation kartieren, um be-

sonders intensive Bewuchszonen herauszuheben, d. h. bei 1, 2 oder 5 m Abstand der Sträucher und Gräser? Sollten wir die Vegetation mit den üblichen Grüntönen eintragen, auch wenn sie nur periodisch wirklich grünt und den größten Teil des Jahres in dürrerem Zustand überdauert? Bäume gibt es in dieser Höhenstufe ohnehin keine mehr, sie haben ihre Obergrenze zwischen 1800 und 2400 m.

Grüne und blaue Farbtöne sind Kennzeichen eines humiden Klimaraumes und dürfen nicht unbesehen in die aride Zone übertragen werden. Wenn wir sie aber übertragen, dann müssen wir die Bedeutung der Symbole und Farben genau definieren, weil sie keinesfalls wie bei uns einem dauernden und gesicherten Zustand entsprechen.

Geologie und Geomorphologie: Hier standen wir ganz einfach vor der Tatsache, daß wir uns auf keine bestehende Detailkartierungen der Koussi-Caldera stützen konnten und daß wir in der verfügbaren Zeit diese Arbeit auch nicht selber vollbringen konnten. Wie sollten wir also den eindrucksvollen Farbenreichtum im Kartenbild darstellen? Extreme Weiß- und Schwarztöne müßten doch in einer mehrfarbigen Karte zum Ausdruck kommen. Wie sollte dann aber die Legende aussehen, wenn genaue geologisch-mineralogische Analysen fehlten? Extrem helle bis weiße Farben können zum Beispiel einen trockenen Salzsee bedeuten, aber ebenso eine besonnte Bimssteindecke, einen fast schneeweißen Diatomeenhorizont eines ehemaligen Süßwassersees (Abb. 4), einen pedimentartigen Hangschutt aus Tuff und Ignimbrit oder schließlich eine Deckschicht aus explosiv ausgeworfenem Cinerit auf dem Gipfelplateau 3415 m (vgl. Panoramaaufnahme). Genau gleich müßte die Farbe der Caldera, zum größten Teil aus Trachyt bestehend, in Andesit der tieferen Lagen und Rhyolith der höchsten Lagen differenziert werden. Schließlich wären auch die dunklen Sekundärkegel mit ihren Basaltströmen nach Farbe und Form zu unterscheiden, und das alles setzt eine genaue Kenntnis bereits voraus. Genau gleich konnten wir die geomorphologischen Formelemente nicht im einzelnen bearbeiten, und damit standen wir wiederum vor dem gleichen Problem: Wie sollten Formen und Farben kartiert werden, wenn ihr Inhalt und ihre Bedeutung noch nicht geklärt sind?

Die Diskussion mit dem Kartographen führte uns auf das Problem, welche Elemente in einer topographischen und nicht thematischen Karte dargestellt werden können, ohne den wahren Landschaftscharakter durch eine subjektive Interpretation zu entstellen und dem künftigen Benutzer möglichst objektive Grundlagen bereitzustellen. Dabei erinnerten wir uns an zahlreiche Expeditionskarten aus Hochgebirgen, auf denen Gletscher, Wasser, Fels, Schutt, Moränen, Baumgrenze, usw. als klare Form- und Farbelemente heraustreten. Warum ließ sich diese Darstellungsart nicht auch auf den Emi Koussi übertragen? Die Antwort dürfte etwa lauten: Weil die Form- und Farbgegensätze eine komplexe geologisch-geomorphologische Legende verlangen und weil die Form- und Farbgegensätze keinem gesicherten und

dauernden Zustand entsprechen. Aus diesen Gründen suchten wir eine andere Lösung: Durch Entzerrung einer Anzahl Luftbilder auf Grund ausgewerteter Paßpunkte haben wir versucht, einen Photoplan zu erstellen und dem Kurvenbild in einem zurückhaltenden Druckton zu unterlegen. Die Besonnung und Beschattung, wie auch die Scharung der Kurven ergeben einen guten Reliefeindruck. Die Bodenverhältnisse sind wahrheitsgetreu wiedergegeben. Da aber auch der Photoplan neben der Reliefkarte und der reinen Kurvenkarte zur Verfügung steht, sind wir überzeugt, daß wir einer künftigen Feldarbeit optimale topographische Grundlagen bereitgestellt haben.

6. Probleme der Expeditionskartographie — Probleme der afrikanischen Kartographie

Karten mit Maßstäben größer als 1 : 30 000 wären heute für Forschungs-, Erschließungs- und Planungsaufgaben von grundlegender Bedeutung. Afrika ist davon mit 0,5 %, Südamerika mit 0,6 %, Asien mit 4,6 %, Nordamerika mit 16,7 % und Europa mit 49,1 % seiner Fläche erfaßt, das ergibt als Erddurchschnitt bloß 6,9 % (EVERS, 1970, S. 9). Diese Zahlen, speziell auf Afrika bezogen, geben uns im Blick auf Entwicklungsprobleme zu denken, dürfen aber nicht

Summary

Emi Koussi, with its 3145 m above sea-level the highest Saharan mountain, is presented in a topographic map at the scale of 1:25 000. Detailed preparatory work with the aid of vertical air photographs allowed the completion of the field work within fifteen days: setting up stations and measuring a triangulation network, fixing a baseline, and determining True North by observation of the Polar Star, in addition to taking notes on the topographic situation. Field work was followed by the most important phase of photogrammetric mapping. The origin of the coordinate grid was placed at the station Tiribon, 2943 m (IGN Paris). Water and vegetation features could not be shown on the map because of their ephemeral character, where-

Résumé

L'Emi Koussi 3145 m, le point le plus élevé du Sahara est l'objet d'une carte topographique à l'échelle 1 : 25 000. Un travail préliminaire précis à l'aide de photographies aériennes permit de venir à bout du travail dans le terrain en quinze journées de travail: signalisation et mensuration d'un réseau de points de contrôle, délimitation d'une ligne de base, détermination de la direction nord à l'aide de l'étoile polaire et annotation des données topographiques. La mise en valeur photogrammétrique représenta ensuite la phase décisive de tout le travail. Les coordonnées furent déduites du point fixe Tiribon 2943 m (IGN Paris).

Vu que la représentation des très grands contrastes dans les formes et couleurs aurait nécessité des connaissances géologiques-géomorphologiques plus approfondies et qu'en plus les indications concernant l'eau

darüber hinwegtäuschen, daß für die meisten Gebiete Luftaufnahmen in Maßstäben um 1 : 50 000 vorliegen (ERGENZINGER, 1966, S. 42). Leider werden sie in zunehmendem Maße Geheimsache und damit wird die rasche Entwicklung eines großmaßstäblichen Kartenwerkes gebremst oder blockiert. Zweifellos wird aber diese riesige Aufgabe nur mit einer raschen und rationalen Luftbildauswertung lösbar sein. Damit wird wohl die Kartographie zu ganz neuen Dimensionen gezwungen sein, indem die vollen Möglichkeiten der heutigen Vermessung und Photogrammetrie, aber auch der Rationalisierung und Automation ausgeschöpft werden müssen (IMHOF, 1968; VOSS, 1968; MEIER, 1969; FELLE und RÖSEL, 1969; usw.).

Selbstverständlich hat sich unsere kartierte Gebirgszone für eine luftphotogrammetrische Auswertung und eine luftphotographische Darstellung außerordentlich gut geeignet. Solche Möglichkeiten wären aber gerade in Afrika über weite Flächen und an entscheidenden Stellen gegeben. Vor allem aber wollen wir nochmals festhalten, daß wir ohne die Anwendung dieser Methoden weder die Geländearbeit in der vorgegebenen kurzen Zeit, noch die Auswertungen in dieser präzisen, raschen und finanziell günstigen Art hätten vollenden können. In diesem Sinne soll unser bescheidener Beitrag auf künftige Möglichkeiten und Aufgaben hinweisen.

as a cartographic presentation of the contrasting geological and geomorphological units had to be abandoned because of insufficient data. It was therefore decided to place a rectified photo mosaic underneath the contours. This procedure gives a fair impression of the actual relief and other terrain features. For future work in the area separate prints of both the photo mosaic and the contour plan are available.

At present only about 0.5 % of Africa are covered by maps at a scale larger than 1:30 000, although they would be of enormous importance for research and planning purposes. Future cartographic work in these regions will have to make full use of all the advances of measuring techniques, photogrammetry and automation.

et la végétation ne sauraient montrer un état permanent, il fut renoncé à les rédiger, et un plan photographique redressé fut placé sous le plan de courbes. Il en résulte une impression de relief qui, en plus, indique véritablement la configuration du sol. Pour de futurs travaux dans le terrain, il est possible d'obtenir non seulement la carte de relief mais aussi un plan photo et un plan de courbes.

L'Afrique n'a actuellement que 0,5 % de sa surface qui soient recouverts par des cartes à une échelle plus grande que 1:30 000, bien que celles-ci soient fondamentales pour les travaux de recherches et de planification. Les futurs ouvrages cartographiques dans ces régions devront certainement davantage tenir compte des possibilités actuelles de la mensuration et de la photogrammétrie, mais aussi de la rationalisation et de l'automatisation.

Literaturverzeichnis

- DALLONI, M. (1934): Mission au Tibesti 1930-31, dirigé par . . . Mém. de l'Ac. des Sciences de l'Inst. de France, Paris. Bd. 61, Sér. 2.
- ERGENZINGER, P. (1966): Die Landkarten Afrikas. Kartographische Miniaturen. Nr. 2, Kiepert, Berlin.
- EVERS, K. (1970): Zum Kampf gegen Hunger fehlen Landkarten. Deutscher Forschungsdienst, Bad Godesberg. 17. Jg., Nr. 28.
- FELLE, K. und RÜSEL, W. (1969): Automatische Erzeugung von Höhenschichtenlinien bei der Herstellung von Orthophotos. Bildmessung und Luftbildwesen H. 5, S. 219.
- FUCHS, P. (1961): Die Völker der Südosahara. Wien.
- GEZE, B.; HUDELEY, H.; VINCENT, P.; WACRENIER, Ph. (1957): Morphologie et dynamisme des grands volcans du Tibesti. C. r. Soc. géol. France. Nr. 7, p. 117-120.
- GEZE, B.; HUDELEY, H.; VINCENT, P.; WACRENIER, Ph. (1959): Les volcans du Tibesti. Bulletin volcanol., C. r. de la XI^e Assemblée Gen. à Toronto 1957.
- GEZE, B.; HUDELEY, H. et VINCENT, P. (1957): Le volcan de l'Emi Koussi dans le Tibesti oriental. C. r. des séances de l'Ac. d. Sc. t. 245, p. 2064.
- HAGEDORN, H. (1966): Beobachtungen zur Siedlungs- und Wirtschaftsweise der Toubous im Tibesti-Gebirge. Die Erde, H. 4.
- HAVELAND, H. (1963): Weiße Flecken im dunklen Erdteil. Westermanns Monatshefte, Nr. 5.
- HÖVERMANN, J. (1967): Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai-Tibesti. Berliner Geogr. Abhandlungen, H. 5, S. 7-10.
- IMHOF, E. (1968): Landkartenkunst gestern, heute, morgen. Neujahrsblatt der Naturf. Ges. Zürich.
- MEIER, H. K. (1969): Die Entwicklung im photogrammetrischen Instrumentenbau während der letzten 30 Jahre, dargestellt am Beispiel der Zeiss-Geräte. Zeiss Mitt. 5. Bd., 3. H.
- QUEZEL, P. (1958): Mission botanique au Tibesti. Mém. no. 4. Inst. de Rech. Sah., Alger.
- TILHO, J. (1920): The exploration of Tibesti, Erdi, Borkou and Ennedi in 1912-1917. The Geogr. Journal, Vol. LVI, No 2.
- VOSS, F. (1968): Die Herstellung von Orthophotokarten 1 : 5000 in Nordrhein-Westfalen. Nachrichten aus dem öffentl. Verm.dienst Nordrhein-Westf., H. 1.
- WACRENIER, Ph. (1958): Notice explicative de la carte géol. prov. du Borkou-Ennedi-Tibesti au 1 : 1 000 000. Inst. équatorial de rech. et d'études géol. et minières. Brazzaville.

Kartenverzeichnis

- Institut Géogr. National: Carte de l'Afrique, Largeau NF 34, 1 : 1 000 000, Paris 1961.
- Institut équatorial de rech. et d'études géol. et minières: Emi Koussi, NE-34-XIX, 1 : 200 000, Croquis photogramétrique, Brazzaville 1959.
- PÖHLMANN, G. (1967): Bardai 1 : 4000, Ingenieurakademie für Bauwesen, Berlin.
- WACRENIER, Ph.; HUDELEY, H. et VINCENT, P. (1958): Carte géol. prov. du Borkou-Ennedi-Tibesti, 1 : 1 000 000. Dir. d. Mines et de la Géol., Brazzaville.
- QUEZEL, P. (1964): Carte internat. du tapis végétal, Largeau NE 34, 1 : 1000 000, IGN Paris.

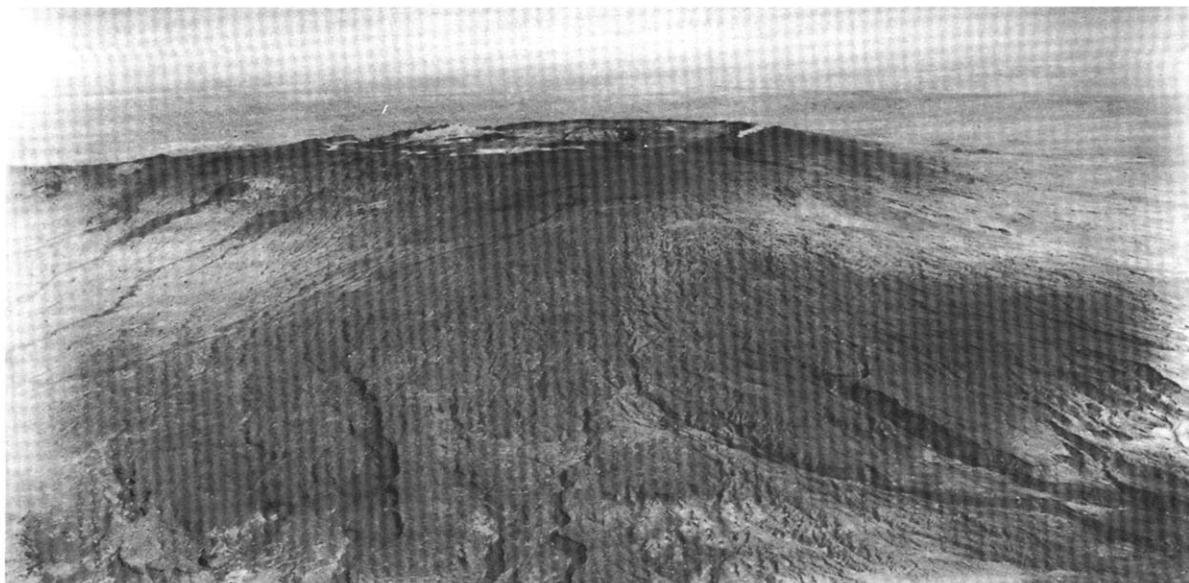


Abb. 1 Luftaufnahme des Emi Koussi, Blick von W nach E. — Rechts auf dem Calderarand die weiße Cineritdecke mit dem höchsten Punkt 3415 m, im Zentrum der Explosionskrater Era Kohor, links im Hintergrund die „montagne blanche“ und am linken Bildrand der Höhenrücken zum Tarso Ahon. Einsetzen der Erosionsrinnen auf 2800 m, Eintiefen der Schluchten unterhalb 2000 bis 2500 m.

(Cliché de l'Institut Géographique National — France, No. 001 Emi Koussi 4001, OBL-AEF-23-11-56.)

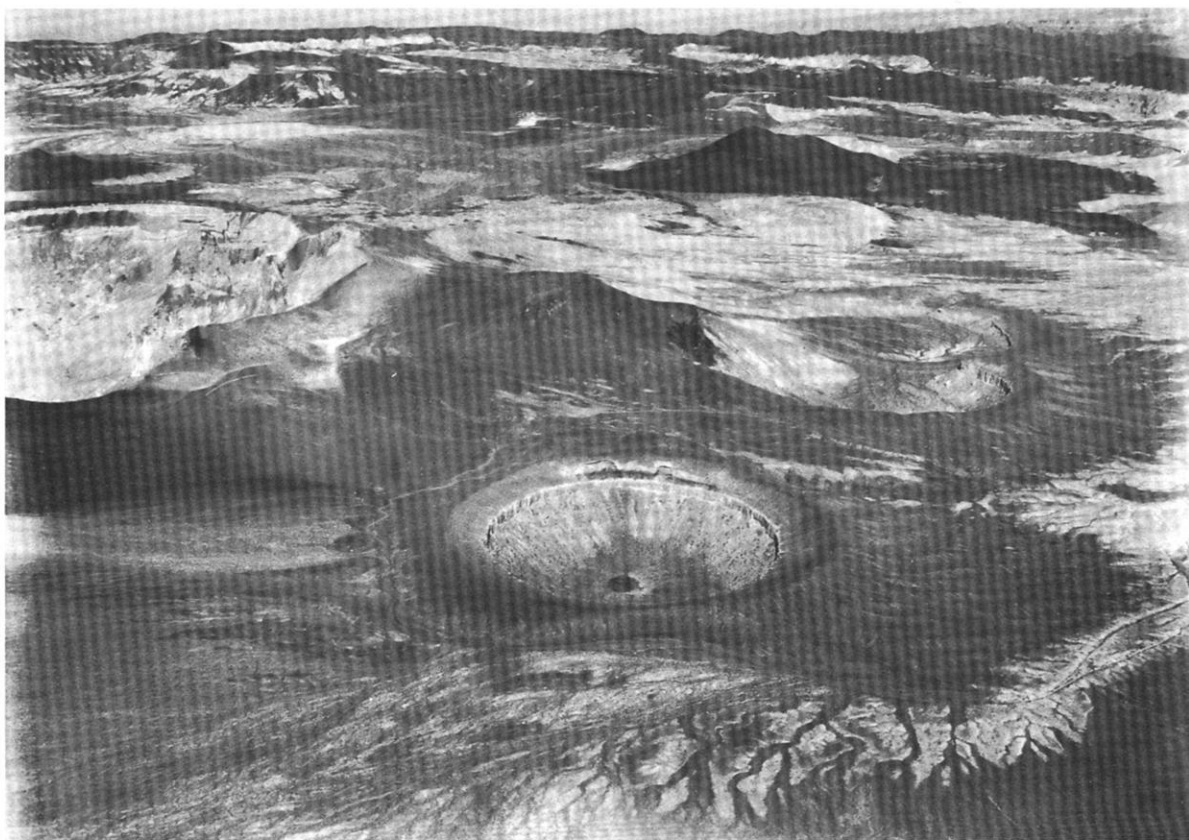


Abb. 2 Luftaufnahme von SE nach NW in die Caldera des Emi Koussi. — Im Vordergrund ein kreisrunder Explosionskrater (Durchmesser 400 bis 500 m), am linken Bildrand Era Kohor, unmittelbar dahinter ein abflußloses Seebecken, rechts davon ein weißer Diatomeenhorizont eines ehemaligen Seespiegels (Abb. 4), rechts im Zentrum ein jüngster Kegel mit Basaltstrom. Im Vordergrund verschiedene Phasen der Hang- und Flächenbildung.

(Cliché de l'Institut Géographique National — France, No. 002 Emi Koussi 4002, OBL-AEF-23-11-56.)

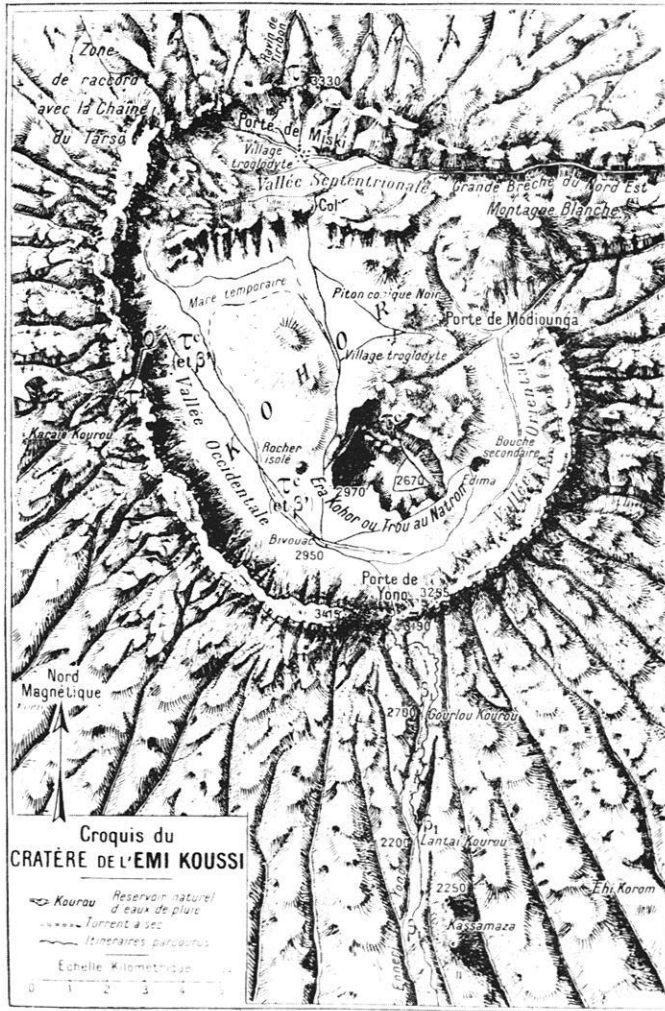
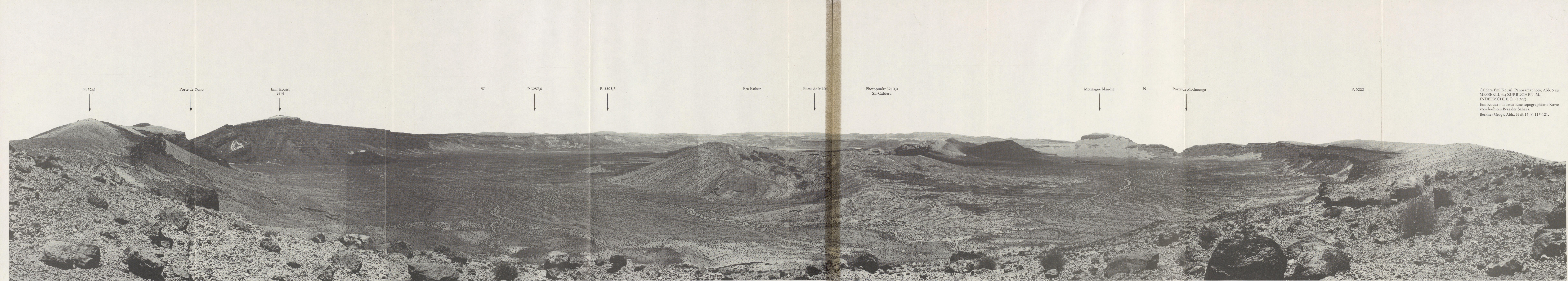


Abb. 3 Reiseskizze von J. TILHO (aus DALLONI, 1934). Erstbegehung 1916; Punkt 3415 eingetragen.



Abb. 4 Farben und Formen als kartographische Probleme. — Im Vordergrund weiße Diatomeenhorizonte als weit verbreitete Kennzeichen ehemaliger Seespiegelstände, im Hintergrund die von Cinerit-Ignimbrit-Lockermaterial überschlüttete „montagne blanche“.



Caldera Emi Koussi. Panoramaphoto, Abb. 5 zu
MESSERLI, B.; ZURBUCHEN, M.;
INDERMÜHLE, D. (1972):
Emi Koussi - Tibesti: Eine topographische Karte
vom höchsten Berg der Sahara.
Berliner Geogr. Abh., Heft 16, S. 117-121.

EMI KOUSSI TIBESTI-SAHARA



Ausgangspunkt zur Luftbestimmung: O. Thibon
(10X-France) Geogr. Breite 19° 52' 14" Geogr. Länge 18° 28' 12"
Ausgangspunkt zur Höhenbestimmung: Emi Koussi 3415 m

1:25 000
0 1 2 km
Arquästata der Höhenkurven 10m
4cm:1km

Grundlagen: Luftbilder des Institut Géographique National-France, 1956/57
Geodätische Arbeiten mit Unterstützung der Assistance des Géomorphologischen
Laboratoriums der Freie Universität Berlin, in Berlin:
H. Meuserl, D. Indenmühle Geographisches Institut der Universität Bonn
Vermessungsabteilung M. Zurbuchen Bern
Photogrammetrische Auswertung und kartographische Bearbeitung mit
Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissen-
schaftlichen Forschung, Bureau für Photogrammetrie und Vermessung
M. Zurbuchen Bern