

POLARFORSCHUNG

Herausgegeben vom Archiv für Polarforschung, Kiel, Wilhelminenstr. 28, II. Ruf 6828
Postscheck des Archivs: Hamburg 75905 · Postscheck der Vereinigung: Hamburg 56996

Leiter: Dr. Max Grote wahl · Stellv. Leiter: Studienrat Kurt Ruthe
Schriftleiter: Studienrat Kurt Ruthe · Verlag: Deutsche Volksbücherei Goslar

15. Jahrgang

1945 *)

Heft 1/2

Photogrammeter in Arktis und Antarktis.

Von Hans Richter.

Die klassische Vermessung „weißer Flecke“ zum Zwecke der kartographischen Darstellung ist immer ein mehr oder weniger subjektives Verfahren gewesen, besonders dann, wenn schwierige Klima- und Witterungsverhältnisse auf die Arbeit einen ungünstigen Einfluß ausüben mußten. Diese Tatsache ist belegt durch die oft sehr verschiedene Darstellung gleicher Gebietsteile als Ergebnis verschiedener Forschungsreisen. Mit der Schaffung und Verbesserung von Instrumenten und Geräten für den Forschungsreisenden, die bei möglichst geringem Transport- und Arbeitsaufwand große Leistungen erzielen sollen, wurde wohl auch eine Erhöhung der Genauigkeit der Meßergebnisse erzielt. Aber die besten Aufnahmen des Reiseweges (Routenaufnahmen) ergaben trotzdem noch immer keine zuverlässige Karte des durchreisten Gebietes. Erst mit der Erfindung der Photographie war eine Möglichkeit gegeben, eine objektivere Geländeaufnahme ohne nennenswerte Verzögerung der Reisezeit herzustellen, um danach eine einwandfreie Kartierung des Geländes nach Rückkehr vornehmen zu können. Bis zur Erfindung der Luftfahrzeuge und ihrer technischen Vervollkommnung bis zum praktisch-zuverlässigen Gebrauch wurde die Photographie auch in der Polarforschung von den Erdstandpunkten aus benutzt. Die technische Umständlichkeit der damaligen photographischen Aufnahmeverfahren verhinderte aber noch eine umfangreichere Anwendung der Photographie, insbesondere auf polaren Forschungsreisen für meßtechnische Zwecke. Spezielle Forschungsreisen für eine systematische terrestrisch-photogrammetrische Aufnahme von Neulandflächen in polnahen Gebieten sind deshalb auch nur in verhältnismäßig geringer Zahl und für kleinere Flächen (Küstenaufnahmen) ausgeführt worden.**) Erst die Möglichkeit, die Photokammer in ein Luftfahrzeug einbauen zu können, führte zu einer Erweiterung der Aufnahmeflächen. Nach der gescheiterten Expedition des norwegischen Ingenieurs Andrée 1897 war es zuerst der Fesselballon, von dem aus versucht wurde, durch „Luftaufnahmen“ einen möglichst großen Raum für kartographische Zwecke zu erfassen.†) Im gleichen Maße, wie man weiterhin versuchte, für polare Forschungsreisen an sich das Luftfahrzeug einzusetzen, war man bestrebt, diesen günstigen Überblick über das Neuland laufend photographisch festzuhalten. Die Ergebnisse dieser Polarflüge haben im Verlaufe der letzten Jahrzehnte bewiesen, daß es möglich ist, unvorstellbar große Flächen in kürzester Frist photogrammetrisch zu erfassen und zwar so, daß ihre kartographische Darstellung danach möglich ist. Das hat dazu geführt, daß auch die

*) Ausgegeben im August 1947.

**) Auch Nansen führte lt. seiner Ausrüstungsliste auf seiner Fram 1893/96 eine terrestrische Photokammer für die Herstellung photogrammetrischer Meßaufnahmen mit.

„weißen Flecke“ der Polargebiete in den letzten Jahren bedeutend zusammengeschrumpft sind.

Ein größeres Problem als die Aufnahme selbst, abgesehen von der fliegerischen Leistung, stellt die kartographische Verwertung der einzelnen Aufnahmen in Bezug auf die geographisch richtige Lage der Kartierung dar, denn für die Kartierung fehlen hier die notwendigen Festpunkte auf der Erde. Aus diesen Gründen war es notwendig, Arbeitsverfahren auszubilden, die es gestatten, auch solche riesigen festpunktlosen Räume mit der notwendigen Genauigkeit kartographisch darzustellen, wobei in Anbetracht des praktisch sehr geringen Bodenwertes und der gewaltigen Ausdehnung der jeweils zu kartierenden Flächen die Kosten so gering wie möglich gehalten werden müssen. Abgesehen von speziellen Kartierungen wird im allgemeinen der Maßstab der herzustellenden Karte 1:50 000 und kleiner sein.²⁾ In Bezug auf die geforderte Genauigkeit ist festzustellen, daß die absolute Lagegenauigkeit der kartierten Einzelheiten nicht größer als 1 km zu sein braucht, dagegen soll die relative Genauigkeit der Einzelheiten in der Karte das allgemein gültige Genauigkeitsmaß für den jeweiligen Kartenmaßstab nicht überschreiten. In diese Erwägung nicht einbezogen ist die Herstellung einer kartenartigen Geländeskizze, wie sie an anderer Stelle vorgeschlagen wird³⁾, wofür ein besonderer Verfahrensgang nicht ausgebildet zu werden braucht, zumal eine für solche Gebiete als exakt zu bezeichnende Kartierung in einer nur unbedeutend längeren Arbeitszeit und mit gleichen Hilfsmitteln geschaffen werden kann.

Als erste Voraussetzung für die Kartierung in solchen Gebieten ist die Herstellung kleinmaßstäblicher Luftaufnahmen anzusehen. Es ist zu erreichen, daß mit einer möglichst geringen Zahl von Luftaufnahmen die größtmögliche Flächenleistung erzielt wird. Für die Lösung dieses Problems sind zwei Fragen zu beantworten, erstens die Aufnahmeart und danach die Anordnung der Flugwege. Um die Frage der lückenlosen Erfassung großer Flächen mit Hilfe möglichst weniger Aufnahmen zu beantworten, sind im Laufe der Jahre verschiedene Aufnahmearten zur Anwendung gekommen. So z. B. die Anwendung von Weitwinkel- und Überweitwinkelkamern, Ausnutzung größtmöglicher Flughöhen über Grund, die Kombination mehrerer Aufnahmekammern und die pendelnde Aufnahmekammer. Aber auch das feinstkörnige Aufnahmematerial setzt den Bestrebungen, eine möglichst große Geländefläche auf einer Aufnahme zu erhalten, eine Grenze. So ist heute der Bildmaßstab von ungefähr 1:100 000 der kleinste, der gerade noch eine brauchbare Auswertung der Geländeform mit möglichst vielen Einzelheiten zuläßt. Da bei derartigen Forschungsflügen die Photographie im allgemeinen aber nur ein Teil der Flugaufgabe ist, so muß sie sich hier dem Flugplan, der möglichst vielen Wünschen gerecht werden soll, unterwerfen. Deshalb läßt sich auch nicht eine bestimmte Art für die Herstellung der Luftaufnahmen festlegen. Vielmehr muß der Photogrammeter je nach den Bedingungen des festliegenden Flugplanes die zweckmäßigste Art für seine Aufnahmen wählen. Allgemein wird er eine kurz Brennweitige Aufnahmekammer einsetzen, um immer den gewünschten kleinen Maßstab zu erhalten. Für die Erreichung eines großen Bildwinkels, der von Seitenhorizont zu Seitenhorizont gehen soll, wird eine Kammerkombination gewählt. Auch hier ist der Photogrammeter in seinen Entschlüssen meist gehemmt, da er selten den Raum im Luftfahrzeug erhalten wird, den er benötigt, er muß sich oft mit weniger Raum begnügen. Dieser meist sehr beengte Raum zwingt deshalb zum Einbau von wenig Raum beanspruchenden Aufnahmekammern. Es hat sich als zweckmäßig ergeben, daß die

Kammerkombination nicht gekoppelt eingesetzt wird, sondern die einzelnen Kammer getrennt eingebaut werden und zwar so, daß je eine Kammer Backbord und Steuerbord heraus so eingebaut wird, daß sie rechtwinklig zur Flugrichtung photographieren und gerade noch den Horizont der gleichen Seite erfassen. Das ergibt bei normalen Brennweiten eine Kammerneigung gegen den Horizont von ungefähr 20°. Aber auch bei der Verwendung von Weitwinkelkammern wird zwischen diesen beiden Seitenaufnahmen noch ein Streifen liegen bleiben, der nicht mit aufgenommen worden ist. Hierfür wird eine dritte Kammer eingebaut, ebenfalls geneigt und zwar in Flugrichtung. Eine solche Schrägaufnahme mit dem Horizont in Flugrichtung ist nicht nur für die Aufnahme des Lückenstreifens notwendig, sondern auch für die Gesamtortung von ganz besonderer Bedeutung. Diese Kammerkombination besitzt bei der Verwendung von normalen Reihenbildnern unter Einschluß der erforderlichen Filmreserven (Reservekassetten) für einen längeren Flug ein großes Gewicht, und es ist deshalb notwendig, auch hier leichtere Ausrüstungen zu verwenden. Diese Tatsache führt zwangsläufig zu Überlegungen, ob für derartige Flüge nicht Kleinbildaufnahmegeräte Verwendung finden sollen, zumal bereits in der Praxis solche Kleinbildaufnahmen auch für kartographische Zwecke für die Verwendung in polaren Gebieten hergestellt worden sind. Z. B. hat der amerikanische Forscher Ellsworth 1936 auf seinen Forschungsflügen in der Antarktis alle Aufnahmen für kartographische Zwecke mit einer Leica ausgeführt.⁴⁾ Von den gegebenen neuzeitlichen Aufnahmekammern wird man zweckmäßig einen Weitwinkel-Reihenbildner wie z. B. den Rb. 10/1818 der Zeiß-Aerotopograph wählen. Der Bildwinkel dieser Kammer beträgt ungefähr 100°. Aber trotzdem hierdurch bereits gegenüber dem Normal-Reihenbildner eine beachtliche Gewichtsersparnis erreicht worden ist, so ist auch diese Ausrüstung noch zu schwer, und es muß eine noch bedeutend leichtere Ausrüstung angestrebt werden. Vom Verfasser, wie auch von anderer Seite, ist bereits früher der Vorschlag gemacht worden, eine komplette photogrammetrische Mittelbildausrüstung (für Aufnahme und Auswertung) zu schaffen mit einem Bildformat von 6×6 bzw. 8×8 cm. Die Aufnahmekammer würde zudem zweckmäßig mit einem Weitwinkelobjektiv auszurüsten sein. Ihre Größe, ohne Filmkassette, entspricht dann ungefähr der der terrestrischen Aufnahmekammer, dem TAL. Das leichte Gewicht, die geringeren Kosten und die große Filmreserve sind die sichtbarsten Vorteile einer solchen Aufnahmeapparatur. Die Möglichkeit, mit solchen Kammern eine beliebige Kombination ohne große Raumbeanspruchung einbauen zu können, kommt noch hinzu. Solche Geräte sind bereits gebaut worden, aber z. Zt. noch nicht in die Praxis eingeführt.

Der Flugplan polarer Forschungsflüge besteht meist, wie bei der klassischen Methode der raschen Aufnahme unbekannter Länderteile, aus Routenaufnahmen. Bei der Anwendung des Luftbildes kommt nur hinzu, daß je nach Aufnahmeart der erfaßte Streifen eine bedeutend größere Breite haben kann. Ausgehend von einer festen Basis (astronomisch bestimmter Startort) wird der Weg nach Kompaß geflogen, wobei eine möglichst gerade Fluglinie eingehalten werden soll. Durch Verwendung neuzeitlicher flugtechnischer Einrichtungen wie automatischer Kurssteuerung, Abtriftmesser usw. ist es möglich, nicht nur den geraden Flugweg, sondern auch eine bestimmte Flugrichtung über Grund einzuhalten. Die Länge des Weges wird dabei bestimmt durch Flugzeit und Fluggeschwindigkeit. Auf Grund der in jeder einzelnen Aufnahme mitphotographierten Uhr läßt sich nach Kartierung des Flugweges der Standort jeder einzelnen Aufnahme eintragen. Aus den Ergebnissen der Abtriftmessung läßt sich ferner der Unterschied zwischen dem Steuerkurs und

der Flugrichtung über Grund ermitteln und danach zu jedem kartierten Aufnahmeort die Aufnahme­richtung eintragen. Die Genauigkeit dieser Routenfestlegung wird ferner bestimmt von der Einhaltung einer möglichst gleichen Flughöhe und der Berücksichtigung von Kompaß­fehl­weisungen. Der Einbau eines Registrierstato­skops wird immer von Vorteil sein. Die durch Hö­henschwankungen auftretenden Geschwindigkeitsänderungen bringen entsprechende Verschiebungen in dem beabsichtigten regelmäßigen Abstand der Aufnahme­standorte. Bei der Auswertung der Bilder lassen sich auf Grund des Folgebildanschlusses aber noch Korrekturen anbringen. Durch den Einbau der dritten Kammer in Flugrichtung lassen sich ferner Kursschwankungen, Abtritt (Schiebewinkel), Querneigungen usw. ermitteln bzw. kontrollieren und die Kartierung des Flugweges verbessern. Dadurch werden auch die Eintragungen der einzelnen Aufnahme­richtungen verbessert. Aus den drei Horizontalbildern der möglichst gleichlaufend geschalteten drei Aufnahmekammern läßt sich nun noch die Raumlage des Flugzeugs im Augenblick der Aufnahme ermitteln. Diese Werte in Verbindung mit den Stato­skopangaben erlauben die zuverlässige Aufnahme von Höhen- und Tiefenwinkeln zum Zwecke der Kartierung der Geländeform. Eine solche photogrammetrische Routenaufnahme benutzt im allgemeinen sogenannte Schleifenflüge. Demgegenüber steht ein anderes hochwertiges Verfahren, das der photogrammetrischen Netzentwicklung der Aerotriangulation und Aeropolygonisierung. Hier wird wie bei der klassischen Landesaufnahme durch Triangulation ein Dreiecksnetz entwickelt. Dieses Netz muß an bekannte Festpunkte (astronomisch bestimmte Punkte) angeschlossen werden. In polaren Gebieten werden, da es sich hier meist um größere Flächen handelt, beide Verfahren Anwendung finden und zwar die photogrammetrische Routenaufnahme für die Herstellung der Übersichtskarte und das zweite Verfahren zur Kartierung von bestimmten Geländeauschnitten in größerem Maßstab, wie z. B. bei der Kartierung von „Neu-Schwabenland“ verfahren worden ist.⁵⁾

Die Umarbeitung der bildlichen Geländeaufnahmen (Luftbilder) zur kartographischen Darstellung gliedert sich in die photogrammetrische Ortung bzw. Netzentwicklung und die kartographische Auswertung bzw. Ausmessung. Die weitere geographische Auswertung der Luftbilder zur Vervollständigung des Kartenbildes schließt geodätisch kein Problem in sich ein und braucht deshalb hier nicht besonders erläutert zu werden. Für die Konstruktion der Karte ist vorerst die Entwicklung eines trigonometrischen Netzes notwendig, d. h. eine der Größe des Gebiets entsprechende Zahl von Festpunkten muß ihrer Lage und Höhe nach bestimmt werden. Hierfür hat die Photogrammetrie verschiedene Verfahren ausgebildet. Die für die Orientierung des Netzes notwendigen Anschlußpunkte (astronomisch bestimmte Punkte) lassen sich teilweise auch durch photogrammetrische Bestimmung ersetzen.⁶⁾ In das photogrammetrisch entwickelte Netz hinein erfolgt nun die Ausmessung der Luftaufnahme. Zu diesem Zweck werden immer zwei aufeinanderfolgende Aufnahmen zu einem Raumbild gekoppelt, das nun eine dreidimensionale Messung (Grundriß und Höhe) gestattet. Für die Messung stehen besondere Geräte in einfachster bis komplizierter Ausführung zur Verfügung.

Einer der beachtlichsten Vorteile der Photogrammetrie gegenüber dem klassischen Verfahren der Kartierung auf Forschungsreisen ist der, daß im Gebiet nur die Herstellung der photographischen Meßaufnahmen erfolgt, die eigentliche Kartierungsarbeit dagegen in der Heimat, also unter klimatisch günstigen Verhältnissen und in zweckmäßig ausgerüsteten Arbeitsräumen durchgeführt wird. Die dabei

anfallende Bildsammlung besitzt für die Gesamtforschung einen unschätzbaren Wert. Sie gestattet auch in der Heimat eine geographische, geologische, morphologische und glaziale Auswertung.

In dieser Weise sind in den letzten zwei Jahrzehnten beachtliche Teile der polaren Gebiete kartiert worden. Aber noch große Flächen warten auf ihre Aufnahme. Auf Grund der Erfahrungen, die bei den durchgeführten Arbeiten gemacht worden sind, bietet diese Arbeit heute photogrammetrisch keine Schwierigkeit mehr. Es ist zu hoffen, daß auch in Zukunft deutschen Photogrammetern wieder Gelegenheit gegeben wird, in polaren Gebieten arbeiten zu können.

Literaturverzeichnis.

1. E. v. Drygalski: Deutsche Südpolar-Expedition 1902/03.
2. Lacmann: Karte von Nordostgrönland, Gotha 1937.
O. v. Gruber: Das Wohlthat-Massiv im Kartenbild 1939.
3. Heide lauf: Untersuchungen zur Durchführung einer großräumigen Luftbild-erkundung im Sinne skizzenhafter Landesaufnahme. Luftbild und Luftbild-messung, Heft 30, 1944.
4. O. v. Gruber: Über die photogrammetrische Ausrüstung des „Graf Zeppelin“ auf der Arktisfahrt 1931.
5. A. Ritscher: Wissenschaftliche und fliegerische Ergebnisse der Deutschen Antarktischen Expedition 1938/39.
6. Kurt Rube: Geographische Ortsbestimmung aus Schatten in Luftaufnahmen. Dissertation der Technischen Hochschule, Hannover.

Weltwetter und Klimaschwankung im Nordpolargebiet.

Von Fritz Béla Groissmayr, Passau.

Ist die Tatsache ungewöhnlicher Temperaturzunahme im Nordpolarraum in den letzten Jahrzehnten durch zahlreiche Publikationen¹⁾ — auf die hier einzugehen ganz unmöglich ist — auch allgemein bekannt, so möchte ich hier auf einige sehr bemerkenswerte, in jüngster Zeit von mir aufgedeckte Erscheinungen und Beziehungen hinweisen.

1. Die Milderung der Wintertemperatur an der W-Küste Grönlands.

Bildet man die Wintertemperaturdifferenzen: Godthab ($64^{\circ} 11'$) minus Jakobs-havn ($69^{\circ} 12'$), so zeigt sich für die untersuchte Reihe 1876—1939:

2. eine periodische Schwankung mit sehr gut ausgeprägten Maximis um die Mitte der Neunzigerjahre und um 1920, Minima um 1880, 1905 und Ende der 20 er Jahre, das besonders abgeschwächt ist; seitdem ist diese Differenz wieder in Zu-nahme begriffen; es zeigt sich somit auch hier meine an zahlreichen Gebieten — von der Äquatorial bis zur Polarzone aufgedeckte 24 jährige Witterungsperiode.²⁾

3. Die Abschwächung der Winter-Temperaturdifferenz von Godthaab bis Jakobs-havn ist (trotz der relativ nur geringen Entfernung von kaum 600 km) als unge-wöhnlich hoch zu betrachten. Um diese Verhältnisse eindrucksvoll darlegen zu können, ist die klare Darlegung durch Tabellen unerlässlich.