

Andere Spezialuntersuchungen betrafen die Größe, Form und Verteilung der Treibschneekristalle, die in Formvar für eine spätere mikroskopische Vermessung „abgedruckt“ wurden, und die Wirkungsgrade verschiedener Treibschneefallen. Eingehende Vergleiche solcher Fallen mit der in Byrd hauptsächlich verwandten Mellor Falle (Mellor 1960)⁵⁾ werden es ermöglichen, die Treibschneeresultate früherer Forscher mit denen der Byrduntersuchung zu kombinieren.

Die vorläufige Auswertung der in Byrd gemachten Beobachtungen hat ergeben, daß das angenäherte Potenzgesetz der Treibschneedichteabnahme mit der Höhe (Loewe 1956⁴⁾, Mellor and Radok 1960⁶⁾ wie theoretisch erwartet (Budd 1964) durch die sich mit der Höhe ändernde Größenverteilung der Schneekörner modifiziert wird. Dies hat jedoch nur geringen Einfluß auf den Massentransport, der mit der Windgeschwindigkeit erst stark zunimmt und dann ihr asymptotisch proportional wird, da eine weitere Windzunahme nur noch wenig zusätzlichen Schnee in die Luft heben kann. Änderungen der Windgeschwindigkeit machen sich vor allem in verschiedenen Höhenverteilungen des Treibschnees bemerkbar, nicht in der Gesamtschneemasse, die im wesentlichen von dem Zustand der Schneeoberfläche abhängt. Auf diese Weise begründet sich ein theoretisch abgeleitetes

Gesetz (Dingle³⁾ und Radok 1961), demzufolge die Treibschneedichte in einer bestimmten Höhe exponentiell mit der reziproken Windgeschwindigkeit schwankt. Der Gesamtschneetransport hängt stark von den Windverhältnissen in höheren Schichten ab. Die ersten eingehenden Untersuchungen bezüglich des Windes in den untersten tausend Metern über dem antarktischen Inlandeis zeigen im allgemeinen ein ungefähr logarithmisches Profil bis zu einem scharfen Maximum, das nicht weit von einer deutlichen Temperaturinversion auftritt. Diese Inversion liegt beim Schneefegen etwa 100 bis 600 m über der Schneeoberfläche. Frühere Schneetransportrechnungen (z. B. Mellor und Radok 1960), die den stärksten Wind willkürlich in niedrigeren Höhen ansetzten, mögen den tatsächlichen Schneetransport daher noch unterschätzt haben.

*

Literatur:

1. Black, H. P. and Budd, W.: 1964 Accumulation of Wilkes Station Region, Eastern Antarctica. To be published.
2. Budd, W.: 1964 Snow drift density and particle size. To be published.
3. Dingle, R. and Radok, U.: 1961 Antarctic Snowdrift and Mass Transport. I. A. S. H. Publication no. 55, 77—87.
4. Loewe, F.: 1956 *Etudes de glaciologie en Terre Adélie, 1951—1952*; Paris.
5. Mellor, M.: 1960 Gauging Antarctic Drift Snow. *Antarctic Meteorology*, p. 347—355, Pergamon Press.
6. Mellor, M. and Radok, U.: 1960 Some properties of drifting snow. *ibid.* 303—346.

Präzisionswinkelmessung in der Antarktis

Von Egon Dorrer, TH München *)

Zusammenfassung: Auf Grund persönlicher, in der Antarktis gesammelter Erfahrungen werden einige wesentliche charakteristische Eigenheiten, die bei der Winkelmessung hoher Genauigkeit in Polargebieten auftreten, geschildert; insbesondere wird auf die typischen Umwelteinflüsse eingegangen. Schließlich werden einige Vorschläge gemacht, wie die Sicht bei der Winkelmessung optimal ausgenutzt werden kann.

*

Abstract: According to personal experience in the Antarctic, some essential, characteristic peculiarities of high precision angle measurements in polar regions are described. Especially, submission is made to typical environmental conditions. Finally, some proposals are made, how to take advantage optimally of visibility in angle measurements.

Die RISS-62-63-Expedition

Im Rahmen des U.S. Antarctic Research Program (USARP) und als Fortsetzung der seit 1957¹⁾ laufenden Ross Ice Shelf Studies des Glacial Geology and Polar Research Laboratory der University of Michigan, Ann Arbor, fand im Australsummer 1962—63 eine geodätische Durchquerung des Ross-Schelfeises statt. Leiter des als *R(oss)-I(ce)-S(helf)-S(urvey)* bezeichneten sechsköpfigen

*) Dipl.-Ing. Egon Dorrer, 8 München-Allach, Klessingweg 4

Unternehmens war der Geodät Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann, TH Braunschweig. Expeditionsziel war Aufbau und Einmessung eines Profils von Festpunkten (Polygonzugs) quer über das Schelfeis und Vermarkung der Punkte so, daß sie trotz ständigen Schneeauftrags nach zwei bis fünf Jahren wiedergefunden werden konnten³⁾. Eine entsprechende Wiederholungsmessung würde dann sowohl absolute als relative Eisbewegung mit sehr großer Genauigkeit liefern.

Während die Entfernungen zwischen benachbarten Punkten auf elektronischem Wege gemessen wurden³⁾, stand zur optischen Winkelmessung ein Präzisionstheodolit DKM 3 der Schweizer Firma Kern, Aarau, zur Verfügung⁴⁾. Seine 45fache Fernrohrvergrößerung und die Objektivöffnung von 72 mm zeigten sich als notwendig. Neben einem eigenen Sucherfernrohr für kurze Distanzen (Exzentrizitäten), einem optischen Lot und der kleinsten Ableseeinheit von 0.5^{cc} spielte das sehr kurze Spiegellinsenfernrohr für die praktische Handhabung, bei der es auf Robustheit und Unempfindlichkeit gegen rauhe Behandlung genauso ankommt wie auf Reproduzierbarkeit der Ablesung, eine wichtige Rolle. Als Zielpunkte standen die 4.5 m über der Oberfläche hochgezogenen 65-cm-Reflektoren der Tellurometerantennen zur Verfügung. Dies entspricht auf 8 km etwa 50^{cc}. Nachteilig wirkte sich wegen der ständig variierenden Luftspiegelungen die zu niedrige Theodolitaufstellung (1.0—1.5 m über Boden) aus. Dagegen garantierte das normale, nicht ausziehbare Kern-Stativ eine einwandfreie, stabile Verbindung mit dem Boden.

Meßvorgang. Drei Zwei-Mann-Gruppen bewegten sich hintereinander im Abstand von rund 8 km. Der Theodolit wurde von der Mittelgruppe zentrisch über der Mitte des oberen Endes eines 50 cm aus dem Schnee herausragenden 2-m-Aluminiumrohrs (ϕ 62 mm) aufgestellt. Wegen Horizontalvisur Beobachtung der Ziele nur in einer Fernrohrlage. Jeder Winkel wurde in 10 Halbsätzen bei dreimaliger Koinzidenz der Mikrometereinstellung gemessen, wobei zur Tilgung systematischer Kreisteilungsfehler der Teilkreis zwischen zwei Halb-

sätzen um rund 20^g verstellt werden mußte. Die auf 1^{cc} genauen Ablesungen wurden auf einem speziellen Formblatt mit Durchschlag aufgeschrieben und sofort die Richtungsdivergenzen, deren Erwartungswert und Standardabweichungen berechnet.

Umwelt-Einflüsse. Im Polargebiet sind die äußeren Einflüsse auf die Messung von besonderer Art. Einige wichtige seien im folgenden diskutiert:

Luftflimmern, Szintillation. Sie ist bei uns über erhitzten Gegenständen eine allgemein bekannte Tatsache. Als Merkmal zunehmenden Temperaturgradienten und abnehmenden Massenhaushalts⁵⁾ tritt sie aber auch sehr stark über eingestrahelten, ebenen Schnee- und Eisflächen auf. Die Ziele flattern hin und her. Pointierung zum Teil schwierig und nervenaufreibend.

Dunkler Hintergrund. Zielkontrast kann so schwach werden, daß einzige Abhilfe eine künstliche Lichtquelle oder ein Heliotrop ist. *Atmosphärische Refraktion, Luftspiegelung.* Wegen starker Zunahme des Temperaturgradienten dicht über der Schneeoberfläche wird der schräg einfallende Lichtstrahl total reflektiert. Im Normalfall sieht man demnach immer zwei übereinanderstehende Ziele, ein direktes und ein gespiegeltes. Ihr Vertikalabstand ist eine Funktion des Temperaturgradienten und der Augpunkthöhe. Von einer kritischen Aughöhe ab wird das Ziel unsichtbar. Abhilfe: Entweder Warten bis der Temperaturgradient kleiner wird, oder Vergrößern der Instrumentenhöhe (größeres Stativ, Fahrzeugdach). Während die Seitenrefraktion im ebenen Gelände unterhalb der Meßschwelle liegt, kann sie im Gebirge durchaus beobachtbare Werte annehmen. Möglichkeit der genauen Bestimmung des Temperaturgradienten auf optischem Wege.⁶⁾

Topographie. Haupthindernis auf einer horizontalen Fläche ist die Erdkrümmung, die auf 8 km bereits 5 m ausmacht. Schon sehr geringe Höhenunterschiede, die das Auge erst nach einiger Zeit zu sehen versteht, können die Sichtverhältnisse total verändern. Im bergigen Gelände fällt diese ausgeprägte Erdgebundenheit des Beobachters weg; die Entfernungen sind dann durch die natürliche Sichtweite begrenzt.

Wetter. Bei klarem Himmel und Windgeschwindigkeiten bis etwa 6 m/sec sehr starkes Flimmern und Flattern der Ziele. Sie werden ruhiger bei zunehmender Geschwindigkeit, verschwinden dann aber in der aufkommenden Schneedrift. Den außerordentlich günstigen Beobachtungsbedingungen bei Overcast-Whiteout ?) (kontrastreiche, ruhige Ziele) steht das Risiko der Fortbewegung in einem allseits vorhandenen „Lichtsumpf“ gegenüber. Z. B. Unmöglichkeit des Einsatzes von Hubschraubern.

Beobachter und Kälte. In der Regel genügen Fingerhandschuhe nicht. Trotz sehr dicker Fausthandschuhe wurde die Ablesegenauigkeit in keiner Weise gemindert. Vorsicht ist geboten bei Visuren gegen den Wind, da Gefahr der Okularvereisung besteht (Gesichtsvermummung).

Eisbewegung. Die während der Messung des Profils ständig vorhandene Eisbewegung bewirkt eine von der Meßzeit und Art der Eisgeschwindigkeit abhängige Deformation des Polygonzuges, die sich erst nach einer Wiederholungsmessung rechnerisch beseitigen läßt.

Genauigkeit und Ausblick

Aus mehr als 100 Stationsbeobachtungen errechnete sich bei RISS ein mittlerer Winkelfehler von $\pm 2.3^{\circ}$ mit einem Streubereich von ± 0.7 bis $\pm 8^{\circ}$. Das Ende der rund 750 km langen Traverse hat demnach einen Querabschlußfehler von ± 14 m.

Dieser Wert ist wesentlich kleiner als ein etwa mittels astronomischer Verfahren erreichbarer.

Wie die RISS-62/63-Expedition gezeigt hat²⁾, ist es mit verhältnismäßig geringem technischen Aufwand möglich, geodätische Durchquerungen von Polargebieten in vernünftiger Zeit durchzuführen. Als zukünftige Verbesserungen wäre neben einem Spezialstativ mit kontinuierlicher Änderungsmöglichkeit der Instrumentenhöhe und einer Lichtquelle bzw. einem Kugelspiegel als Zielgerät auch das Registrieren entweder der unmittelbar gemessenen oder aber bereits gemittelten Beobachtungswerte auf Lochkarten („Porter Punch“) für raschere häusliche Auswertung zu empfehlen.

*

Literatur:

1. Zumb erge, Giovinetto, Kehle, Reid: Deformation of the Ross Ice Shelf Near the Bay of Whales, Antarctica (IGY Glac. Rep. S., No. 3, 1960).
2. W. Hofmann: Geodätisch-glaziologische Arbeiten in der Antarktis (ZfV. H. 6, 1963).
3. K. Nottarp: Hochantennen für Tellurometermessungen in der Antarktis (AVN 8/1963).
4. Jordan, Eggert, Kneissl: Handb. d. Vermessungskunde, Bd. IV (Stuttgart 1958).
5. R. Geiger: Das Klima der bodennahen Luftschicht (Braunschweig 1961).
6. K. Brocks: Eine räuml. integr. optische Methode für die Messung vertikaler Temp. und Wasserdampfgradienten in der untersten Atmosphäre (Arch. f. Met. [A] 6, 1954).
7. F. Kasten: Über die Sichtweite im Polar-Whiteout (Polarforschung, H. 1/2, 1960).

Bericht über glaziologische Untersuchungen des Amery-Schelfeises in der Antarktis

Von Jan H. Landon Smith, Melbourne *)

Der Amery-Schelf, der viertgrößte der schwimmenden Eisschelfe der Antarktis, ist am Fuße des Lambert-Gletschers — 280 km vom Meer entfernt — etwa 90 km, am Meer 200 km breit. Er ist deshalb bemerkenswert, weil er durch das enorme System des Lambert-Gletschers als Ausflußgebiet

für etwa ein Achtel des Eises des antarktischen Plateaus wirkt, obwohl er längenmäßig nur ein Sechzigstel der Küste der Ost-Antarktis ausmacht.

Seit 1956 haben die Australian National Antarctic Research Expeditions-Flüge über dem Eisschelf unternommen, um Luftauf-

*) Jan H. Landon Smith, Antarctic Division, Department of External Affairs, Melbourne.