

Die von Georgi angegebene Zeit von etwa 1 Stunde ergibt sich annähernd auch bei der Durchrechnung nach meiner Theorie (1), wenn man die Anlaufdauer und den Zeitablauf, bis die Strömung einigermaßen stationär wird, mit in Betracht zieht.

#### Schrifttum:

1. F. Roßmann, Über das Absteigen des Föhns in die Täler. Berichte des Deutschen Wetterdienstes i. d. US-Zone, Nr. 12, Bad Kissingen 1950, S. 94—98.
2. H. Hergesell, Die Erforschung der freien Atmosphäre über dem Polarmeer. Beitr. z. Physik d. fr. Atm. 2, 96—98, 1906. Aerologische Studien im arktischen Sommer, ebendort 6, 224—261, 1914.
3. Observations faites au Cap Thordsen, Spitzberg par l'Expédition Suédoise. Exploration internationale des Régions polaires, 1882—1883, Stockholm 1891. Tome I, p. 275—276.
4. G. Rempp und A. Wagner, Die Hydrodynamik des Föhns und die „lokalen Winde“ in Spitzbergen. Veröffentl. d. Deutsch. Observatoriums Ebeltothafen Spitzbergen, 7. Heft, Braunschweig 1917.
5. A. Schmauß, Über Luftlawinen. Berichte des Deutschen Wetterdienstes i. d. US-Zone. Nr. 17.
6. H. Stade, Über Föhnerscheinungen an der Westküste Nord-Grönlands und die Veränderung der Lufttemperatur und Feuchtigkeit mit der Höhe. Grönland-Expedition d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin 1891—1893, Berlin 1897, II. Band, 2. Teil, S. 501—533.
7. H. Petersen, Extrem hohe Temperaturen und Föhn in Grönland. Meteor. Zeitschrift 51, 289 bis 296, 1934.
8. R. Holzapfel, Extrem hohe Temperaturen und Föhn in Grönland. Meteor. Zeitschrift 52, 299 bis 300, 1935.
- H. Petersen, Bemerkungen zu dem vorstehenden Artikel von Herrn Dr. Holzapfel, Meteor. Zeitschrift 52, 300—301, 1935.
9. F. Roßmann, Wetter und Klima des Feldbergs. S. 122—194 von „Der Feldberg im Schwarzwald“, herausgegeben von K. Müller, Freiburg/Br. 1948.
10. W. Brand und A. Wegener, Meteorologische Beobachtungen der Station Pustervig. Danmark-Expeditionen til Grönlands Nordostkyst 1906—1908, Bd. II, Nr. 6, Kopenhagen 1912.
11. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Grönland-Expedition Alfred Wegener 1929 u. 1930/31. Bd. IV 2, Leipzig 1933, S. 160—164.
12. J. Georgi, Bemerkungen zur glazialen Antizyklone. Ann. d. Meteor. 1, 279, 1948 (Sept.—Nov.).

## Meßgerät der direkten Sonnenstrahlung für Expeditionen

Von Dr. Joh. Georgi, Hamburg.

### I.

Vor der Versammlung der Geophysikalischen und Meteorologischen Gesellschaften in Hamburg vom 21. bis 29. Oktober 1950 konnte der Verfasser ein neues Pyrheliometer vorführen. Die Pyrheliometer sind im allgemeinen komplizierte Laboratoriumsgeräte mit Thermostaten und erheblichem Aufwand an elektrischen Meßgeräten. Sie sind daher zumeist an besonders eingerichtete Strahlungs-Observatorien gebunden. Bei ihnen tritt die zu messende Strahlung zur Verhinderung von Reflexionsverlusten in ein topfartiges Kalorimetergefäß ein, an dessen Grunde sie vermittels einer schwarzen Absorptionsschicht in Wärme umgewandelt wird. Heute hat sich das von Knut Angström 1899 eingeführte Prinzip der Kompensation und Messung der Strahlungswärme durch eine gleichgroße Elektrowärme allgemein durchgesetzt. Aber selbst das älteste noch heute im Gebrauch befindliche und zugleich einfachste Gerät dieser Art benötigt außer dem Strahlungsmesser noch ein Amperemeter zum Messen des Kompensations-Heizstromes und ein hochempfindliches Spiegel-Galvanometer zur Feststellung der Temperaturgleichheit der beiden durch Strahlung und Strom erwärmten Lamellen, dazu eine Heizbatterie. Wird auf einer Forschungsreise nur eines dieser vier Teile beschädigt, so sind die weiteren Messungen entweder ganz unmöglich, oder mit einem nicht feststellbaren schleichenden Fehler behaftet. Die verbreiteten Aktinometer sind zwar einfacher in Aufbau und Anwendung, aber ebenso transportempfindlich. Während aber unter der Voraussetzung unbeschädigter Galvanometer der Eichfaktor eines Angström-Pyrheliometers unterwegs nachgeprüft werden könnte, ist die Eichung eines Aktinometers nur vor der Ausreise und nach der Rückkehr von einer Forschungsreise möglich, d. h. man weiß etwa bei einer Überwinterung niemals, ob das Gerät nicht vielleicht schon beim Ausladen usw. einen Stoß hinnehmen mußte, der den Eichfaktor etwas verändert hat. So war es möglich, daß aus Unkenntnis, wann sich eine derartige Veränderung ereignete, alle unter großen Schwierigkeiten gewonnenen

Messungen nachträglich, nachdem sich die Veränderung des Eichwertes zwischen Ausreise und Rückkehr herausstellte, als wertlos bezeichnet werden mußten.

Als Teilnehmer an mehreren Forschungsreisen hat der Verfasser sehr unter dieser, hier zu Hause natürlich längst nicht so drückend empfundenen Lage gelitten, was um so bedauerlicher war, als auf den beiden NW-Island-Expeditionen von Prof. F. Dannmeyer 1926 und 1927 die Gesamtstrahlung der Sonne und ihre durch genormte Filter ausgesonderten Teilgebiete in Vergleich gesetzt werden sollten zu den sehr zahlreichen Messungen des nahen UV (Dorno-Strahlung) mittels einer an Davos angeschlossenen Cadmiumzelle. Zwar waren trotz der durch die Differenz des Eichwertes vor und nach der Reise eingegrenzten Unsicherheit die ersten Messungen aus dieser Gegend interessant und konnten mit anderen Klimaten in Vergleich gesetzt werden. Aber die beabsichtigte Auswertung der meteorologisch und biologisch so aussichtsvollen, feineren Unterschiede zwischen beiden Strahlungsgebieten mußte Stückwerk bleiben.

Zur ersten meteorologischen Forschungsreise der Deutschen Seewarte auf „Meteor“ 1928 in die Gewässer um Island und Grönland wurde nach diesem Mißerfolg ein neues Instrument versucht: Das soeben neu herausgekommene „Solarmeter“ Moll-Gorczyński von der berühmten Werkstätte Kipp & Zonen in Delft. Das Strahlungsgerät erwies sich als über Erwarten stabil und hat sich inzwischen seinen festen Platz vor allem für Registrierung der auf die horizontale Bodenfläche fallenden Sonnen- und Himmelsstrahlung erobert; es hat auch 1929 und 1930/31 in Grönland stets gut gearbeitet. Aber um so unangenehmere Streiche spielte das dabei unentbehrliche empfindliche Zeigergalvanometer, sei es, daß durch einen Stoß die empfindliche Spitzenlagerung litt, oder Feuchtigkeit ins Innere eindrang oder auch nur elektrische Aufladungen der Hartgummi-Frontplatte den Zeiger entweder kleben oder eigene Schwingungen ausführen ließen. Nachdem mit vieler Mühe alle diese Klippen umschiffen waren, zeigte sich nach der Rückkehr von „Eismitte“, daß in dem unwirtlichen Klima der Firnhöhle eine Lötstelle im Inneren des Galvanometers oxydiert war und den Eichwert zu unbekannter Zeit und in unbekanntem Ausmaß verändert haben konnte. Da man alle diese Möglichkeiten genau kennt, müssen sie auf den mit diesen Messungen befaßten Expeditionsteilnehmer geradezu lähmend wirken. Nach einem für künftige Expeditionen mit Sicherheit für das Ergebnis zu verwendenden Strahlungsmesser befragt, müßte die Antwort lauten: Nicht vorhanden, es müßte denn ein großer Apparat, etwa ein Kompensator mit Normalelement zur Nachprüfung von Galvanometern mitgenommen sein, was meistens schon aus Gewichts- und Kostengründen unmöglich sein dürfte.

## II.

Ein Teil der Bemühungen, die auf ein 2. Internationales Polarjahr 1932/33 und auf die — leider nicht verwirklichte — Beendigung des Programmes von A. Wegener auf dem Inlandeis hinzielten, wobei die hinterlassenen Unterkünfte und Vorräte der West- und Eismitte-Station als wertvoller Aktivposten ausgenutzt werden sollten, galt der Verbesserung der damals noch wenig für Expeditionsverhältnisse geeigneten Instrumente. So gelang es seitdem, einen inzwischen bereits polarerprobten Wasserstoffgas-Erzeuger mit automatischem Füllventil für Pilot- und Radiosondenballone, einen Druck-Theodoliten zum optischen Verfolgen der Ballone und ein entsprechendes Gerät zum Auswerten der Windversetzung zu entwickeln. Andere, ebenfalls in erster Linie für künftige Expeditionen erdachte, aber auch im allgemeinen Wetterdienst mit Vorteil zu verwendende Geräte sind ein Windumrechner vom an Bord gefühlten zum wahren Wind, ein kleiner mechanischer Windschreiber für Stundenmittel und 8 Windrichtungen, eine die Bevorratung einer Expedition erleichternde, kraftschlüssige meteorologische Einheitsuhr, ein u. U. sogar ohne Wetterhütte zu verwendender Thermohygrograph mit Zeitvorschub  $1^h = 2$  mm, also erhöhter Auflösung bei normaler Schreibstreifenlänge, eine zerlegbare Wetterhütte mit stromlinigen Jalousien zur besseren Ventilation des Inneren und dadurch Verminderung der Treibschnee-Ablagerung. Eine Thermometer- und Psychrometerschleuder ohne das kälteempfindliche „Assmann“-Uhrwerk ermöglicht

genaue Messungen der Lufttemperatur und -feuchte auch bei der stärksten Sonnen- und Reflexstrahlung; ein „konischer Regen- und Schneemesser“, der etwa am Windmessermast über die Zone des „Schneefegens“ hinaufgehiebt werden kann, erlaubt Schneefall und Treibschnee zu trennen, was uns noch auf der Wegener-Expedition nicht gelungen war. Schließlich ist ein recht einfaches Gerät zu erwähnen, womit auf einem Kleinbild, etwa mit der Leica usw., der ganze Himmel ringsum bis zum Horizont abgebildet werden kann. Man kann damit auf sehr billige Weise bei interessanten Wetterübergängen nach Bedarf alle 10 Minuten oder auch minütlich eine Himmelsansicht aufnehmen, um alle wechselnden Wolkenformen zu erfassen. Besonderer Vorteil wurde für die Aufnahme der oft am ganzen Himmel gleichzeitig auftretenden Nordlichtdraperien erhofft. Dieser Apparat sollte schon zur Wegener-Expedition mitgenommen werden, wurde aber nicht mehr rechtzeitig fertig. Zuletzt wurde das schwierigste Problem des Strahlungsmessers angegriffen und, wie zu hoffen ist, nun „in erster Näherung“ gelöst.

### III.

Das neue, bereits im Sommer 1950 bei mehr als 500 Strahlungsmessungen erprobte Gerät enthält, durch eine gewöhnliche  $\frac{1}{2}$ -Liter-Thermosflasche gegen äußere Einflüsse geschützt, einen „Meßkörper“ aus Kupfer, an der bestrahlten Vorderseite nach besonderem Verfahren reproduzierbar geschwärzt, der sorgfältig isoliert ist, so daß seine „Halbwertszeit“  $4\frac{1}{2}$  Minuten beträgt. In eine feine Bohrung ist ein Thermoelement versenkt, dessen zweite Lötstelle in einem größeren Kupferklotz liegt, dessen Temperatur thermoelektrisch oder durch ein gewöhnliches, geprüftes Thermometer gemessen werden kann. Die Erwärmung des Meßkörpers durch die auffallende Strahlung wird mit einem hinreichend empfindlichen Galvanometer gemessen. Mit Hilfe zweier oder auch nur eines einzigen geprüften Thermometers kann jederzeit, sei es im Zelt auf dem Inlandeis, in der Wüste oder im Hochgebirge, der Ausschlag des Galvanometers je  $^{\circ}\text{C}$  nachgeprüft oder nach irgend einer Reparatur neu bestimmt werden. Über weitere Einzelheiten, besonders die Bestimmung des während der Strahlungsmessung gleichzeitig auftretenden Wärmeverlustes des Meßkörpers, die ebenfalls jederzeit im Felde ausführbar ist, wird auf die demnächst erscheinende ausführlichere Veröffentlichung verwiesen. Ein wesentliches Charakteristikum des neuen Gerätes ist darin zu sehen, daß vor jeder Messung ein vollständiger Temperatur-Ausgleich zwischen dem Meßkörper und seiner, z. T. durch den erwähnten Kupferklotz gebildeten metallischen Umgebung innerhalb der Thermosflasche erfolgt, außerdem zufällige Einwirkungen von außen, starke Temperaturänderungen der Sonnenstrahlung, dem Wind usw. ausgesetzten Außenteile des Gerätes ferngehalten werden. So erfolgt jede Einzelmessung unter genau gleichen, streng definierten Anfangsbedingungen. Gemessen wird mit der Stopp- oder gewöhnlichen Uhr die Zeit, die der Galvanometerzeiger braucht, um von Null bis zu einem festgesetzten, etwa  $0,5^{\circ}\text{C}$  Erwärmung entsprechenden Skalenstrich zu steigen.

Eine für kleinere Expeditionen nicht unwichtige Frage ist der Preis. Das in diesem Sommer mit bestem Erfolg verwendete erste Stück des zweiten, endgültigen Modells hat der Verfasser fast ganz eigenhändig hergestellt; es kann also auch bei Herstellung durch eine Werkstatt nicht sehr teuer werden. Der kostspieligste Teil ist das Galvanometer, wobei sich besonders das Schleifen-Galvanometer von Carl Zeiß, Jena, durch seine trotz hoher Meßempfindlichkeit geringe Stoßempfindlichkeit empfiehlt. Aber dieses Galvanometer wird bei einer Expedition gleichzeitig für alle möglichen anderen thermoelektrischen Messungen verwendet werden, z. B. für die Temperatur in verschiedenen Höhen über und unter dem Boden und am Boden oder der Schneeoberfläche selbst, für Pyranometermessungen mit dem „Solarimeter“ für physiologische Messungen wie Hauttemperatur u. a. m., so daß diese Kosten nicht allein zu Lasten des Strahlungsmessers gehen.

**Anmerkung der Schriftleitung:** Wir glauben, daß sich dieser neue Strahlungsmesser, der auf der Geophysiker- und Meteorologentagung bei den Strahlungsfachleuten großem Interesse begegnete (die der eingehenden Erörterung sogar die Mittagspause opferten!), wegen seiner übersichtlichen, robusten Bauart und der Nachprüfbarkeit seines Eichwertes nur aus den Apparat-Konstanten und mit Hilfe

eines gewöhnlichen Thermometers für künftige Expeditionen sehr wertvoll sein kann, ebenso auch die anderen, nebenbei erwähnten Neukonstruktionen oder Verbesserungen meteorologischer Expeditionsapparate. Natürlich besteht bei allem Zutrauen zu dem eigen-bestimmten Eichwert dieses neuen Strahlungsgerätes doch der Wunsch, der Verfasser möge durch die Hilfe der meteorologischen oder arktisch-interessierten Organisationen in die Lage versetzt werden, mit seinem Gerät Vergleichsmessungen dort zu machen, wo die heute maßgebenden Standard-Pyrheliometer in Tätigkeit sind, um die Größe etwaiger Abweichungen festzustellen.

## Der Norden Kanadas — Lebensquelle von morgen

Von Hon.-Prof. Dr. F. E. W. A l t m a n n, München.

Wenn in diesen Wochen bei bitterer Kälte, Eis und Schnee die letzten Abschnitte einer Eisenbahnlinie von Seven Islands, einer kleinen Siedlung und Fellsammelstelle am St. Lorenz-Strom, nach dem 500 km nordwärts gelegenen Zentrum eines neuen, gewaltigen Bergbaugebiets in Labrador und Nord-Quebec fertiggestellt sein werden, um den Transport der dort geförderten Eisenerze leichter und billiger bewerkstelligen zu können, dann ist Kanada in eine neue Periode seiner wirtschaftlichen und geschichtlichen Entwicklung eingetreten. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts war es Kanada gelungen, von einem einseitigen agrarischen Monopolkulturland zu einer großen Industrienation und der drittgrößten Handelsnation der Welt aufzusteigen. Vermutlich wird die zweite Hälfte unseres Jahrhunderts für das Dominion im Zeichen der planmäßigen Erweiterung seines Wirtschaftskörpers auf den bisher unerschlossenen Norden stehen.

Sieben Millionen qkm Land, das sind 70 v. H. des kanadischen Staatsgebiets, sind noch fast menschenleer und den überwiegenden Teil des Jahres von Eis und Schnee bedeckt. Nur eine Million qkm oder 10 v. H. der Bodenfläche werden erst bewirtschaftet, dabei haben in den vergangenen zehn Jahren Wissenschaftler, Ingenieure und Regierungsbeamte in äußerst reger Aktivität in den Nordteilen der kanadischen Provinzen sowie in Yukon und den Nordwest-Territorien sehr ergiebige Vorkommen an Gold, Silber, Uran, Kupfer, Zink, Eisen, Kohle, Tellurium, Cadmium, Selenium und Erdöl entdeckt. Nur einige wenige hochwertige Erze wurden in begrenzten Mengen abgebaut und mit Flugzeugen zur Verarbeitung nach Süden geflogen. Die ungünstige Verkehrslage und das Klima verhinderten bisher eine intensivere Einbeziehung des Nordens in das kanadische Wirtschaftsleben.

Im Stadium der gegenwärtigen Strukturveränderungen in der Weltwirtschaft muß Kanada sich aber darauf einstellen, daß es in einigen Jahren nicht mehr vom Export seiner Erzeugnisse aus Landwirtschaft und Industrie leben kann. Es muß die ihm zufallenden Ausfuhrerlöse der nächsten Jahre dazu benutzen, seine eigene Wirtschaftsstruktur zu vervollkommen. Dabei wird der Erschließung der an wertvollen Bodenschätzen so reichen Nordgebiete zum Aufbau einer hochqualifizierten Schwerindustrie und Grundlage für eine weitverzweigte Fertigwarenindustrie besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden müssen. Es geht darum, Kanada möglichst weitgehend von Einfuhren aus Großbritannien und den USA unabhängig zu machen, um die Zahl der Ansatzpunkte für eventuelle Wirtschaftskrisen möglichst herabzumindern. Ernsthaftere Hindernisse auf diesem Wege waren bisher eigentlich nur das fehlende Interesse sowie der Mangel an Verkehrswegen und Arbeitskräften.

Das Interesse nimmt in dem Maße jetzt zu, als der für das 14 Millionen Einwohner zählende Land verhältnismäßig übernormale Exportanteil im Schwinden begriffen ist. Der Arbeitskräftemangel bedeutet kein ernsthaftes Problem mehr, seitdem Kanada mit den seit Kriegsende aufgenommenen 800 000 DP's, gute Erfolge erzielt hat und eine unabsehbare Schar von Briten, Franzosen und anderen Europäern darauf wartet, in Kanada eine neue Heimat zu finden. Schwerer zu lösen ist hingegen das Verkehrsproblem. Der Bau von Straßen- und Eisenbahnanlagen, der zur wirklichen Erschließung einer Landschaft unbedingt erforderlich ist, verlangt finanzielle Mittel, die sich erst sehr spät bezahlt machen. Immerhin hat die Bundesregierung gemeinsam mit den Provinz-Regierungen 1,5 Milliarden