

## Über die Temperatur- und Zirkulationsschwankungen in der arktischen Stratosphäre

Von G. Warnecke, Berlin \*)

Die Jahresschwankung der Stratosphärentemperatur wird im wesentlichen von den im Jahresverlauf wechselnden Ein- und Ausstrahlungsverhältnissen bestimmt, wobei in den Polargebieten während der Polarnacht lange Zeit allein die Ausstrahlung wirksam ist und zu einer laufenden Abkühlung der Stratosphäre führen muß, während mit dem Beginn der Sonneneinstrahlung im Frühjahr auf dem Wege über die Erwärmung der Ozonschicht ein stetiger Anstieg der Stratosphärentemperatur in hohen Breiten zu erwarten ist.

Eine Betrachtung des Jahrganges der Stratosphärentemperatur nach mehrjährigen Monatsmitteln über der Station Alert, Ellesmere Land, zeigt aber im Frühjahr eine bemerkenswerte Abweichung vom sonst beachtlich gleichmäßigen Verlauf der mittleren jährlichen Temperaturkurve. Eine Untersuchung des Temperaturverlaufs der 100 mbar-Fläche während der acht Winter 1950/51 bis 1957/58 ergibt, daß diese im Mittel erscheinende zu hohe Stratosphärentemperatur auf eine Reihe starker und plötzlicher Temperatursprünge zurückzuführen ist, über deren erstmaliges Auftreten der Verfasser in dieser Zeitschrift bereits einmal kurz (4) und in einer Abhandlung (5) ausführlicher berichtete. Diese Stratosphärenerwärmungen vom Typ des „Thulephänomens“ (3), (5) traten in dem erwähnten Zeitraum von acht Jahren sechsmal in Erscheinung, und zwar jeweils im Spätwinter zwischen Anfang Januar und Ende März. Im Mittel dieser sechs Fälle hielt die Temperaturzunahme acht Tage an und betrug über der Arktis innerhalb dieser kurzen Zeit in 16 km Höhe (100 mbar-Fläche) durchschnittlich  $25^{\circ}\text{C}$  ( $3.2^{\circ}/\text{Tag}$ ), in 20 km Höhe (50 mbar-Fläche) durchschnittlich  $32^{\circ}\text{C}$  ( $3.9^{\circ}/\text{Tag}$ ).

Diese Stratosphärenerwärmungen stellen ein sehr bemerkenswertes Phänomen im Temperaturgang der arktischen Stratosphäre dar, und ihre letzte Ursache ist noch keineswegs geklärt. Sie werden nicht durch ein einfaches Hin- und Herpendeln des im Zentrum am kältesten zirkumpolaren winterlichen Stratosphärenwirbels oder durch Advektionsvorgänge aus mittleren Breiten hervorgerufen, und als Folge dieser über ganzen Kontinenten gleichzeitig erfolgenden Erwärmung wird die normale winterliche, zyklonale Zirkulationsform über dem Nordpolargebiet völlig umgestellt. Es erscheint jeweils über dem amerikanischen Teil der Arktis ein warmes Stratosphärenhoch von fast sommerlichem Ausmaß, während der stratosphärische Kältewirbel unter erheblicher Abschwächung in niedere Breiten abgedrängt wird und über den gemäßigten Breiten in der mittleren und hohen Stratosphäre statt der starken winterlichen Westwinde (6) plötzlich schwache Ostwinde (1), (2) auftreten, wie sie sonst nur im Sommer beobachtet werden. Diese über den hohen Breiten im Spätwinter überraschenden Stratosphärenhochs erweisen sich als außerordentlich beständig. Sie schwächen sich bis zum Beginn der eigentlichen stetigen sommerlichen Erwärmung zwar durch Ausstrahlung noch leicht ab, die Stratosphärenzirkulation der Nordhemisphäre bleibt nach ihrem Auftreten aber anhaltend gestört, und der starke zyklonale Zirkumpolarwirbel wird in keinem dieser Fälle regeneriert.

1. E. M. Darling jr.: „Winds at 100 mb and 50 mb over the United States in 1952“, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 34, No. 10, pp 458-461 (1953)
2. H. Nojima: „The Easterlies in the Lower Stratosphere observed over Honjo and Tateno in January and February 1952“.
3. R. Scherhag: „Die explosionsartigen Stratosphärenerwärmungen des Spätwinters 1951/52.“ — Berichte des Deutschen Wetterdienstes der US-Zone, Bad Kissingen, Bd. 6, 38, pp. 51—63 (1952), (Weickmannheft).
4. G. Warnecke: „Hohe Stratosphärentemperaturen im Polargebiet“, Polarforschung Bd. III, 1953, p. 240.

\*) Dr. Günter Warnecke, Berlin-Zehlendorf, Straße 604, Nr. 14a

5. G. Warnecke: „Ein Beitrag zur Aerologie der arktischen Stratosphäre“, Meteorologische Abhandlungen, Institut f. Meteorologie u. Geophysik d. Freien Universität Berlin, Bd. III, Heft 3 (1956).
6. K. Wege: „Druck-, Temperatur- und Strömungsverhältnisse in der Stratosphäre über der Nordhalbkugel“, Meteorologische Abhandlungen, Institut für Meteorologie und Geophysik der Freien Universität Berlin, Bd. V, Heft (1957).

## **Die Erschließung des kanadischen Nordens**

Von Vitalis Pantenburg, Hahnwald-Köln \*)

In unseren Tagen zeigt es sich, daß die immer vollkommener werdenden technischen Hilfsmittel die bisher als unerschließbar oder sogar lebensfeindlich geltenden Gebiete zu überwinden vermögen. Am Beispiel des kanadischen Nordens soll dies gezeigt werden.

Die Erschließung eines großen und schwer zugänglichen Raumes wie des kanadischen Nordens hängt entscheidend von der Bewältigung des Verkehrs ab. Waren früher Canoe, Hundeschlitten, berittene und mit Packpferden versehene Gruppen und schließlich die Rücken zäher weißer und roter Waldläufer die bewährten Träger, so traten jetzt Flugzeuge, Hubschrauber, Motorfahrzeuge aller Art, nicht zuletzt der Funk, an ihre Stelle. Auch das unablässige Suchen nach neuen Rohstoffquellen für die ihre Kapazität immer mehr steigende Industrie hat an den großen Fortschritten der Verkehrserschließung maßgebenden Anteil.

Seit jeher boten die zahllosen Wasserwege, Flüsse und Seenketten die Möglichkeit, die entlegensten Gebiete im Norden Kanadas zu erreichen. Vor allem der Mackenzie bildet mit seinen vielen Zuflüssen und den angeschlossenen drei großen Seen eine ununterbrochene Wasserstraße von rund 4000 km. Drei Transport-Gesellschaften besorgen den Fracht- und Passagierdienst auf dem weitverzweigten System dieses Flusses. Vom Endpunkt der kanadischen Eisenbahn, Waterways am Athabasca River, führt ein 430 km langer Wasserweg auch nach Uranium City (am Athabasca See). Für den Transport von Massengütern spielen diese Wasserstraßen auch heute noch eine große Rolle; sie werden ihre Bedeutung in der Zukunft nicht verlieren. Freilich ist die Navigations-Periode kaum länger als vier Monate.

Bestand die Flotte der Flußschiffe bis vor kurzer Zeit noch aus holzgebauten Heckraddampfern, so sind an deren Stelle nunmehr moderne stahlumwandete Schraubenboote großer Leistungsfähigkeit getreten, die Dieselmotorenantrieb haben.

Die Erfordernisse des letzten Weltkrieges führten zu einem beschleunigten Ausbau eines Netzes von Flugplätzen, der nach dem Kriege intensiv fortgesetzt wurde. Ganzjährig können heute folgende Flugplätze benutzt werden: Whitehorse, Fort Nelson, Fort St. John, Dawson Creek, Fort Smith, Fort Resolution, Hay River, Yellowknife, Fort Simpson, Norman Wells, Uranium City, Fort Providence und Wrigley. Die größte kanadische Fluggesellschaft, die Canadian Pacific Airlines, unterhält tägliche Flugverbindungen (außer sonntags) von Edmonton nach Fort Smith und Yellowknife, einmal wöchentlich wird Hay River über Peace River angefliegen. Von Yellowknife werden vierzehntägig bedient: Fort Rae, Indian Lake, Port Radium und Coppermine. Die Orte Fort Providence, Fort Simpson, Norman Wells, Fort Good Hope, Arctic Red River, Fort McPherson und Aklavik haben wöchentliche Flugverbindungen mit dem Süden. Wrigley und Fort Norman werden von Norman Wells aus angefliegen. Der wichtigste Flughafen für den kanadischen Norden ist Edmonton, die Metropole der Provinz Alberta.

In der Ost-Arktis sind zivile Fluglinien von Port Churchill und von Moosonee aus nach nördlicheren Orten eingerichtet. Landeplätze wurden schon während des Krieges auf der Southampton Insel und in der Frobisher Bay, am Baker Lake und

\*) Dipl.-Ing. Vitalis Pantenburg, Hahnwald-Köln, Hahnwaldweg 16