

Meteorologisch-geländeklimatologische Untersuchungen bei Pond Inlet, N.W.T. (Baffin Island)

Von J. Werner, B. T. Schreiner und E. Treude*

Zusammenfassung: Es wird über erste Ergebnisse der im Frühjahr 1972 gewonnenen Beobachtungen zur meteorologischen und geländeklimatischen Situation des eisbedeckten Meeresarmes zwischen Nord-Baffin Island und Bylot Island berichtet. Der vorwiegend antizyklonale Witterungscharakter während der Meßperiode ließ Temperaturunterschiede innerhalb des Untersuchungsgebiets deutlich hervortreten. Insbesondere zyklonale Ereignisse gestatteten Einblicke in reliefbedingte Differenzierungen des Strömungsfeldes der eisnahen Luftschicht.

Summary: In the paper, first results are given of the observations carried out on the meteorological and microclimatological situation of the ice-covered sound between northern Baffin Island and Bylot Island during the early summer of 1972. Due to the predominantly anticyclonic weather during the time of observation, temperature differences within the area of investigation could easily be found. The occurrence of depressions in particular allowed an insight into the differentiations within the air flow close to the ice surface, caused by the relief.

Zielsetzung

Im Rahmen des Canadian Arctic Channel Project, eines vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft geförderten kanadisch-deutschen Forschungsprogramms zur Erschließung der kanadischen Arktis für den Seeverkehr, wurden erstmals im Frühsommer 1972 von verschiedenen Arbeitsgruppen auf dem Meeresarm zwischen Nord-Baffin Island und Bylot Island Grundlagenuntersuchungen durchgeführt. Dabei war das Augenmerk der Arbeitsgruppe Meteorologie in erster Linie auf die meteorologisch-geländeklimatologischen Faktoren und deren Auswirkungen auf die Meereisdecke gerichtet.

Messungen

Da das Forschungsprogramm sehr kurzfristig anlief, konnte für die meteorologischen Messungen nur ein instrumentelles Minimalprogramm verwirklicht werden. Der Lageplan (Abb. 1) läßt die Aufstellungspunkte a — e der Geräte erkennen.

Wegen des gegenwärtigen Fehlens meteorologischer Instrumentenbeobachtungen in Pond Inlet wurde zunächst am Landstreifen eine Wetterwarte (Meßstelle a) errichtet, deren Bestückung der Normalausstattung im kanadischen Wetterdienst entspricht. Auch nach Beendigung der Untersuchungen Ende Juni 1972 wurden die Registrierungen dieser Basisstation (Luftdruck, Temperatur, Feuchte in 2 m Höhe sowie Windrichtung und -geschwindigkeit an einem 10 m hohen Mast) bis auf weiteres fortgesetzt.

In ca. 0,7 km Uferabstand (Punkt b) wurde ein mechanischer Globalstrahlungsschreiber nach Robitzsch-Fuess eingesetzt, der leider wegen des Fehlens jeglicher Bezugsgeräte in Pond Inlet nie kalibriert werden konnte, so daß die erhaltenen Registrierungen nur Relativwerte liefern. Immerhin stimmen die so erhaltenen Aufzeichnungen mit dem in vergleichbarer Breitenlage und gleicher Jahreszeit gewonnenen zuverlässigen Zahlenmaterial [1, 2] gut überein.

In etwa 3 km und 18 km Küstenabstand (Punkte c und e) registrierten Thermographen die Lufttemperatur, wobei die Kalibrierung mit geeichten Aspirations-Psychrometern und Maximum-Minimum-Thermometern ständig überwacht werden konnte. Hier erwies sich aus technischen Gründen die Aufstellung der Wetterhütten in 1 m Höhe über der Eisoberfläche als notwendig.

Eine einfache Anlage zur Messung vertikaler Windgeschwindigkeits-, Temperatur- und

*) Dr. Julius Werner u. Dr. Erhard Treude, Institut für Geographie und Länderkunde der Universität, 44 Münster (Westf.), Robert-Koch-Straße 26

Brian T. Schreiner, 84 Baldoon Rd., Apt. 303, Chatham, Ontario, Canada

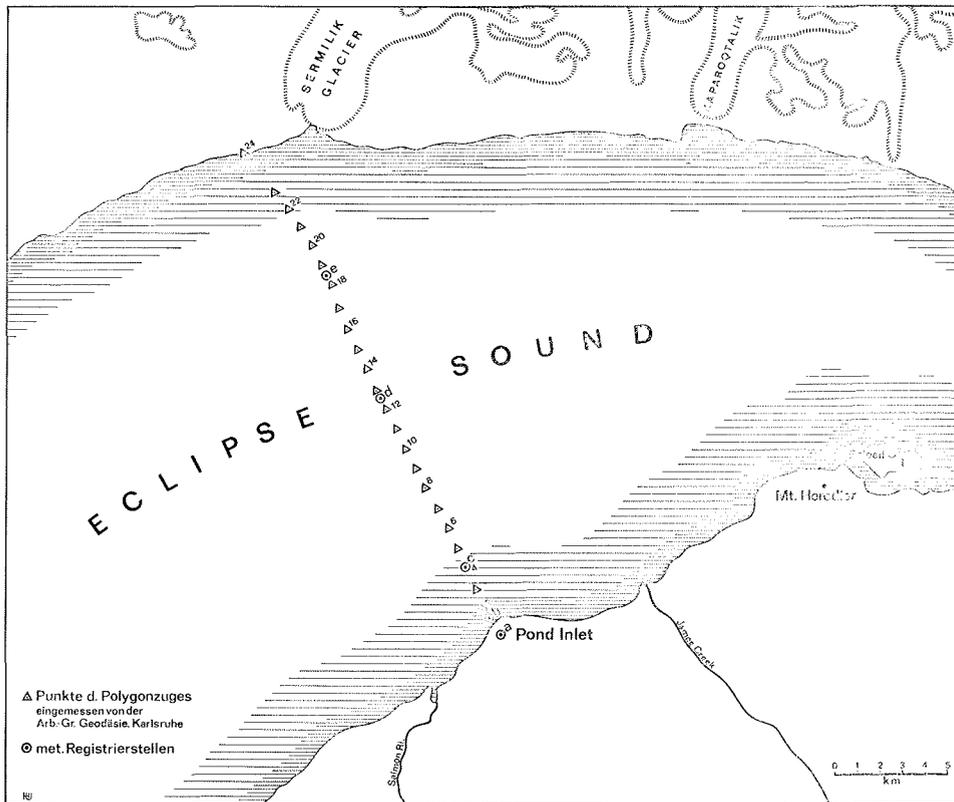


Abb. 1: Lageplan des Untersuchungsprofils auf dem Meeresarm bei Pond Inlet ($\varphi = 72^{\circ}43'N$, $\lambda = 77^{\circ}30'W$), eingemessen von der Arbeitsgruppe Geodäsie (W. Zick und P. Thiele, T. U. Karlsruhe).

Fig. 1: Site plan of the traverse across the sound near Pond Inlet ($\varphi = 72^{\circ}43'N$, $\lambda = 77^{\circ}30'W$), laid out by the geodetic team (W. Zick and P. Thiele, University of Karlsruhe).

Feuchtegradienten wurde neben einem in 2 m Höhe aufgestellten mechanischen Windschreiber nach Woelfle an der Zentralstation d (etwa Profilmitte) errichtet. Ein Mast trug elektrische Kontakt-Anemometer in 60 cm und 660 cm Höhe; Zählerablesungen am Fuße des Mastes gestatteten die Berechnung von Stundenmitteln der Windgeschwindigkeit in den beiden Meßhöhen. — In Ermangelung elektrisch registrierender Psychrometer konnten nur Momentanmessungen des vertikalen Lufttemperatur- und Feuchteprofils mit Aspirations-Psychrometern nach Assmann gewonnen werden, wobei die an Zugseilen hängenden Geräte aus Meßhöhen > 2 m zur Ablesung möglichst rasch heruntergelassen werden mußten. Obwohl ein Herablassen aus 660 cm Höhe einschließlich Ablesung nur ca. 3 Sekunden dauerte, bedingt diese Improvisation doch Meßfehler bis zu $\pm 0,3^{\circ}C$. — Eine mit einem Thermo-Hygrographen sowie mit Maximum-Minimum-Thermometern ausgestattete Wetterhütte (Gerätehöhe 1 m) vervollständigte die Meßstelle.

Vergleich der Witterung mit langjährigen Mittelwerten

a) Die oberflächennahe Lufttemperatur

Während der Beobachtungsperiode 1931 — 1960 wurden in Pond Inlet nahe der Küste ($h = 3$ m NN.) u. a. Lufttemperaturmessungen durchgeführt. Die vom kanadischen Wetterdienst veröffentlichten [3] Mittelwerte beruhen auf täglichen Ablesungen von Maximum-Minimum-Thermometern in einer Wetterhütte, wobei die monatlichen Tagesmittel

angesichts der bestehenden Beobachtungslücken aus 22 Jahren gebildet sind. Ein exakter Vergleich mit den während der Untersuchungen 1972 gewonnenen Werten ist nicht möglich, da die Beobachtungen nicht genau an der gleichen Stelle gewonnen wurden; der Mittelwert zwischen Landstreifen und Punkt c dürfte den früheren Beobachtungsbedingungen am ehesten entsprechen. Wegen der Kürze der Beobachtungszeit 1972 (16. 5. bis 25. 6.) können nur 4 Dekadenmittel der Lufttemperatur gebildet werden. In Tab. 1 ist der Versuch unternommen, die langjährigen Monatsmittel in Dekadenmittel zu zerlegen und diese den entsprechenden Werten für 1972 gegenüberzustellen.

	1931 — 1960 [°C]	1972 [°C]	Δ [°C]
17. 5. — 26. 5.	— 6,0	— 11,9	— 5,9
27. 5. — 5. 6.	— 2,7	— 8,0	— 5,3
6. 6. — 15. 6.	0,0	— 7,0	— 7,0
16. 6. — 25. 6.	+ 2,6	— 1,9	— 4,5

Tab. 1: Vergleich der 1972 gemessenen und zu Dekadenmitteln zusammengefaßten Tagesmittel der Lufttemperatur in Pond Inlet mit entsprechenden Werten der Beobachtungsperiode 1931—60.

Tab. 1: Daily means of air temperature gathered in 1972 and combined to decade means as compared to equivalent data of the observation period 1931—60.

Dabei ergibt sich, daß die Lufttemperatur in Pond Inlet während der Untersuchungen im Frühsommer 1972 stets erheblich unterhalb der langjährigen Mittelwerte lag, was unter Berücksichtigung der überdurchschnittlich großen Tagesamplituden der Lufttemperatur, der vergleichsweise geringen Bewölkung sowie der unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen auf einen außergewöhnlich hohen Anteil von „Strahlungswetter“ und damit von antizyklonalen Wetterlagen schließen läßt.

b) Die Synoptik

Den vorliegenden Angaben über die atmosphärische Zirkulation im Raum von Nord-Baffin Island ist zu entnehmen, daß Anzahl, Zugrichtung und Wetterwirksamkeit früh-sommerlicher Zyklonen von Jahr zu Jahr sehr variieren [2], wobei stärkere Depressionen in den Monaten Juni bis August am häufigsten aufzutreten pflegen [4]. Die Entstehung und Weiterentwicklung dieser Zyklonen wird auf das zeitweilige Vorhandensein stationärer Frontalzonen im Grenzbereich zwischen Festland und großen offenen Wasserflächen zurückgeführt; dabei kommen der Beaufort-See, der Baffin-Bay mit der Davis-Straße sowie der Hudson-Bay für die lokale Zyklognese besondere Bedeutung zu [2]. Der vergletscherte Hochgebirgsbereich von Baffin Island und Bylot Island stellt einen Riegel dar, der die Westwärtsverlagerung von Baffin-Bay-Zyklonen hemmt und deren Wetterwirksamkeit im Landesinnern stark herabmindert [5]. Tatsächlich herrschten während der Untersuchungen in Pond Inlet im Frühsommer 1972 lange störungsfreie Witterungsperioden antizyklonalen Charakters vor. Es wurden lediglich zwei Wetterlagen rein zyklonaler Prägung beobachtet, die an insgesamt 7 Tagen das Wettergeschehen bestimmten.

Im ersten Falle entwickelte sich aus einer an den 3 Vortagen über der Baffin-Bay und der Davis-Straße gelegenen Tiefdruckrinne am 2. 6. eine kräftige hochreichende Zyklone mit Kern über der Borden-Halbinsel, die bis zum 6. 6. okkludierend nach NE abgezogen war und von einem flachen nordamerikanischen Festlandshoch gefolgt wurde.

Der zweite Fall betrifft ein kräftiges Tief, das sich am 16. 6. über der Barrow-Straße bildete und bis zum 18. 6. unter Auffüllung zur Davis-Straße hin abzog. Am 17. 6. erreichte die lebhafteste Ostströmung bei der Zentralstation d oberflächennah Stundenmittelwerte bis zu 18 m s^{-1} .

Derartige synoptische Situationen leiten gewöhnlich den sommerlichen Aufbruch der Eisdcke ein, wobei die in solchen Fällen auftretenden E-Winde das Ausfließen des Eises ins offene Meer hemmen — und vor allem in der Meerenge bei Beloeil Island Eisstau verursachen können.

Auch im weiteren Verlauf war der Sommer im Raum des Eclipse Sound relativ arm an wirkungsvollen zyklonalen Ereignissen mit dominierender Westströmung. Darauf dürfte es zurückzuführen sein, daß die Meereisdecke 1972 größtenteils im Eclipse Sound verblieb.

Geländeklimatologische Beobachtungen

a) Das Temperaturfeld in der eisnahen Luftschicht

Auch während des Sommerhalbjahres können bei windschwachem Strahlungswetter innerhalb geringer Entfernungen des Untersuchungsgebietes erhebliche Temperaturunterschiede auftreten. Diese Differenzen sind — begünstigt durch das katabatische Abfließen der in „Strahlungsnächten“ sich bildenden Kaltluft — zwischen der höher gelegenen Basisstation a am Landstreifen und den Meßstellen c — e deutlich ausgeprägt. Dabei entspricht (mit Windgeschwindigkeiten um 1 m s^{-1}) die Vorzugwindrichtung S am Flugplatz der Richtung des stärksten topographischen Gefälles, während in der Mitte des Meeresarmes eine schwache SW-Strömung vorherrscht. Abb. 2 läßt das Ausmaß derartiger Temperaturunterschiede erkennen; eine in den Nachmittagsstunden des 19. 5. sich bildende tiefliegende dünne Stratus-Decke wirkt in der darauffolgenden Nacht der starken Ausstrahlung und damit dem Aufkommen eines Schwerewindes entgegen.

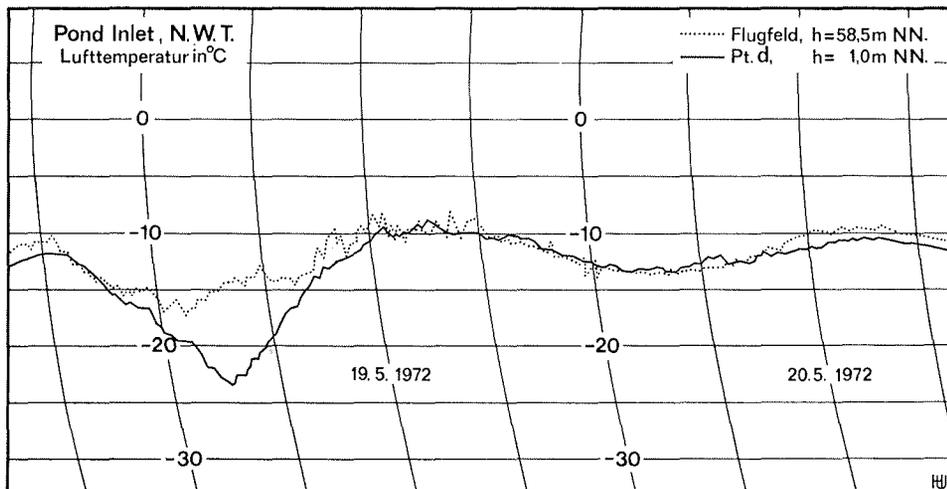


Abb. 2: Ausschnitt der Thermographenregistrierungen an den meteorologischen Meßpunkten a und d (Umzeichnung).

Fig. 2: Section of thermograph charts from the observation points a and d (redrawn).

In Abb. 3 sind die Differenzen zwischen den Dekadenmitteln der Lufttemperatur-Extrema aufgetragen. Die windgeschützte Lage der Meßstelle c tritt deutlich hervor; in allen Fällen weist die Zentralstation d die niedrigsten Werte auf. Insbesondere in bezug auf die Temperaturminima der ersten Dekade ist erkennbar, daß die Stationen auf dem Meeresarm im Vergleich mit dem Landstreifen einheitlich geringere Werte zeigen. Die niedrigen Amplitudenmittel der 4. Dekade weisen auf einen erhöhten Anteil zyklonal geprägter Wetterlagen während dieser Periode hin; hier schlagen die Auswirkungen des kräftigen Tiefs vom 16. bis 18. 6. durch.

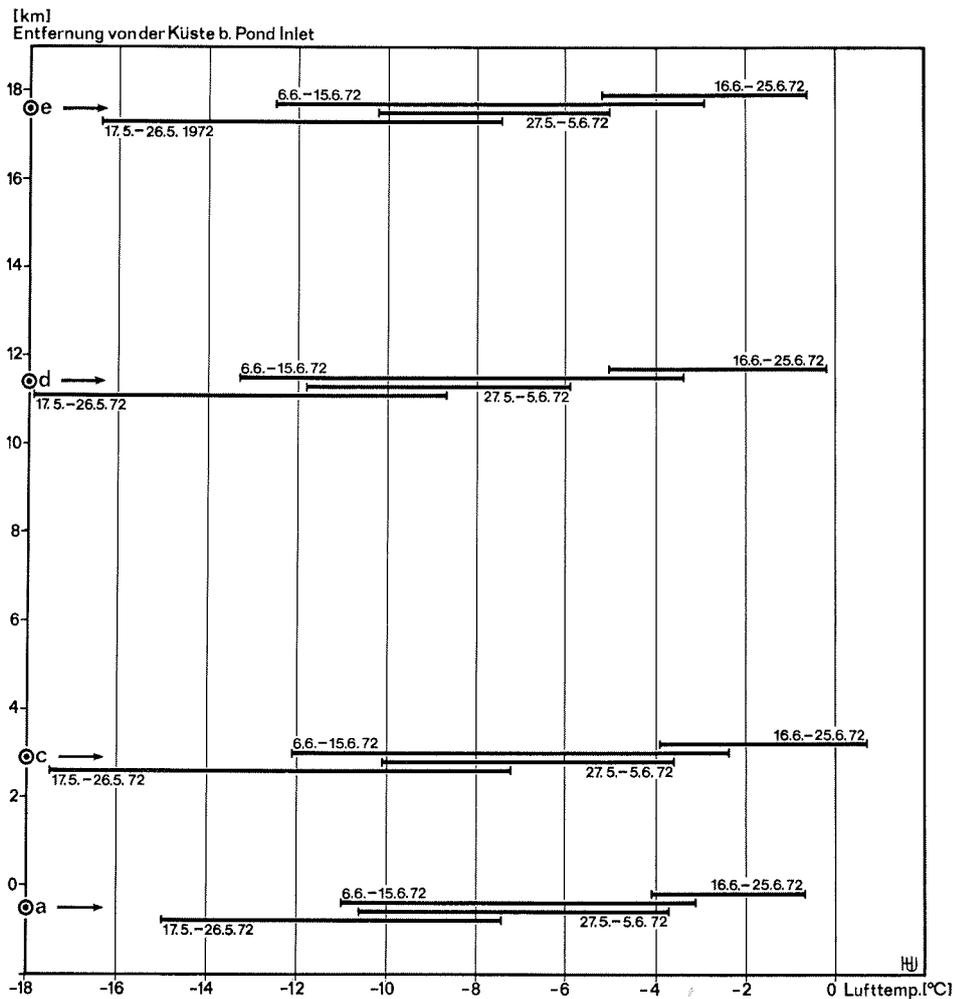


Abb. 3: Dekadenmittel der registrierten Extrema der Lufttemperatur längs der Profillinie.
 Fig. 3: Decade means of the air temperature extrema registered along the traverse.

Eine nur für die erste Dekade mögliche Gegenüberstellung der mittleren Eistemperaturen von P 2 und P 8 (Abb. 4) zeigt noch deutlicher das unterschiedliche geländeklimatische Regime zwischen den ufernahen und zentralen Bereichen. Hier betragen die Temperaturdifferenzen durchschnittlich $2,5^{\circ}\text{C}$. Zur Deutung des Auftretens derartig starker horizontaler Eistemperaturgradienten dürften lagebedingte Unterschiede im Wärmehaushalt nicht zu vernachlässigen sein, da die turbulenten Vertikalströme fühlbarer und latenter Wärme hauptsächlich von den eisnahen Windgeschwindigkeiten bzw. deren Vertikalgradienten bestimmt werden. Auch sind horizontale Unterschiede der Albedo infolge einer möglichen — zwar geringen — Staubverschmutzung der ufernahen Eisdecke nicht ganz auszuschließen. Messungen zur Albedo konnten nicht durchgeführt werden.

b) Das Strömungsfeld der eisnahen Luftschicht

Die Registrierungen von Windrichtung und -geschwindigkeit an den meteorologischen

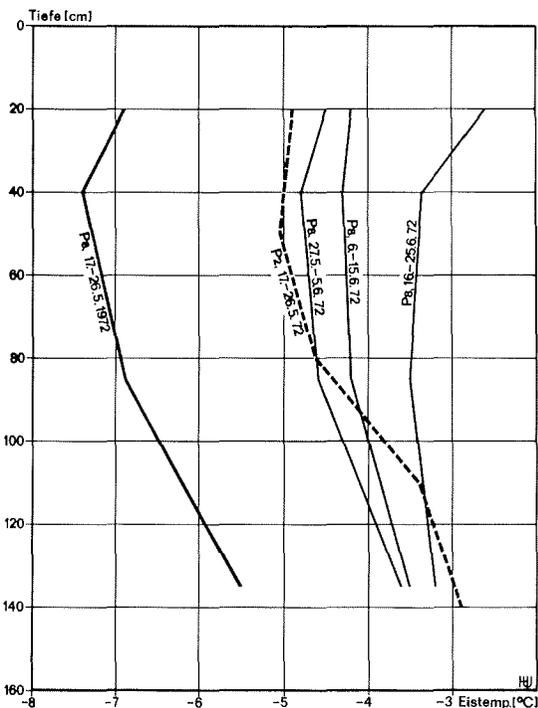


Abb. 4: Dekadenmittel der Eistemperaturprofile bei P 8; das mittlere Temperaturprofil von P 2 (nach H. Kohnen, Gruppe Eisphysik) ist mit eingezeichnet.

Fig. 4: Decade means of ice temperatures near P 8; the mean temperature profile of P 2 (after H. Kohnen, ice physics team) has also been drawn.

Meßstellen a und d während der Untersuchungsperiode 1972 bestätigen das Vorhandensein der in den vorliegenden Quellen herausgestellten starken topographischen Einflüsse auf das Windfeld. Vergleicht man z. B. die in Abb. 5 dargestellte prozentuale Windrichtungsverteilung der beiden Meßstellen für den Zeitabschnitt der ersten geodätischen Verschiebungsbestimmung an der Eisdecke (20. 5. bis 1. 6. 1972) miteinander, dann tritt das Vorherrschen einer reliefbedingten SW-NE-Komponente in Station d gegenüber der (ebenfalls reliefbedingten) S-Komponente am Flugfeld hervor.

Da in dieser Darstellung unabhängig von der Windgeschwindigkeit alle Stundenmittel Verwendung fanden, wirkt sich hierin vor allem das schon erwähnte katabatische Windsystem der Strahlungsächte aus, das aber wegen seiner geringen Strömungsgeschwindigkeiten bei einer Verschiebung des Meereises nur eine untergeordnete Rolle spielt. Berücksichtigt man jedoch ausschließlich Winde mit Stundenmitteln $> 5 \text{ m s}^{-1}$ am Flugfeld, dann tritt an beiden Stationen die SW-NE-Richtung als Dominante hervor. Dabei können die Windgeschwindigkeiten an der Zentralstation d bis zu fünffache Stundenmittelbeträge der gleichzeitig am Landstreifen registrierten (auf 2 m Höhe reduzierten) Werte erreichen. Für windbedingte Eisbewegungen sind aber gerade die Spitzenwerte von Bedeutung, da diese bei der Verschiebung der Eismassen die Hauptarbeit leisten, wie durch einen Vergleich der Schubspannungsbeträge mit den von der Gruppe Geodäsie gemessenen Verschiebungsbeträgen der Eisdecke gezeigt werden kann [6].

Die an der Station d in dem betrachteten Zeitabschnitt vom 20. 5. bis zum 1. 6. 1972 gemessenen größten Windgeschwindigkeiten traten mit Stundenmitteln bis zu 16 m s^{-1} am

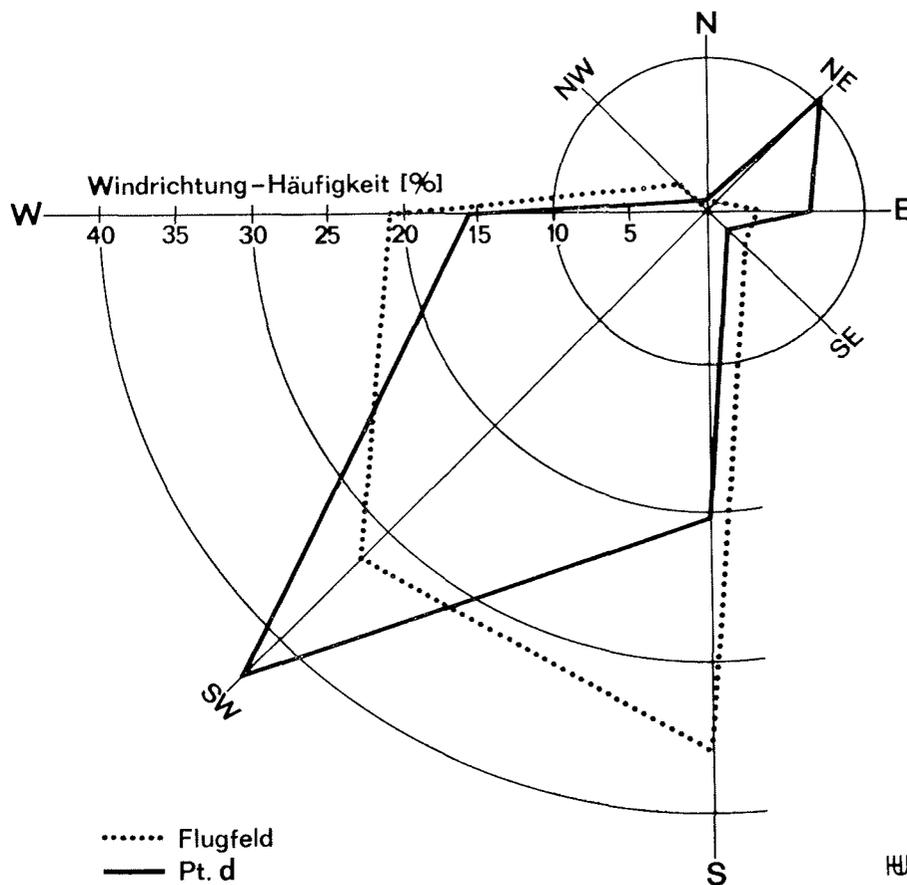


Abb. 5: Prozentuale Windrichtungsverteilung an den Meßstellen a und d vom 20. Mai bis zum 1. Juni 1972.
 Fig. 5: Percentage of wind directions from observation points a and d, May 20 — June 1, 1972.

Mittag des 1. 6. auf und waren Bestandteil einer lebhaften NE-Strömung, die zur Auffüllung des westlich des Eclipse Sound mit Kern über der Borden-Halbinsel liegenden Tiefs beitrug. Diese Situation, bei der die Windstärken an der Zentralstation — offenbar infolge des topographischen „Düseneffekts“ der Meerenge — weit oberhalb aller übrigen gleichzeitig in der kanadischen Nordost-Arktis gemessenen Werte lagen, wurde am Nachmittag des 2. 6. entschärft durch eine Winddrehung auf WSW infolge Verlagerung des Tiefs nach NE.

Wie die Beobachtungen des Strömungsfeldes der eisenahen Luftschicht an den verschiedenen Punkten des Untersuchungsgebietes gezeigt haben, lassen sich Windregistrierungen im Ortsbereich von Pond Inlet nur sehr bedingt für quantitative Aussagen über die Windverhältnisse auf dem Meeresarm verwenden.

Folgerungen

In Übereinstimmung zwischen den in der Literatur mitgeteilten Angaben und den 1972 durchgeführten Beobachtungen besitzt Pond Inlet alle Merkmale eines landläufig mit „klimatischer Vorzugslage“ zu umschreibenden Witterungsregimes. Da in den Sommer-

monaten die oftmals lange andauernden ruhigen Witterungsperioden vorwiegend anti-zyklonaler Prägung nur gelegentlich von bedeutenden zyklonalen Ereignissen unterbrochen werden, weist die Eisdecke auf dem Eclipse Sound eine vergleichsweise große Bildungs- und Erhaltungsneigung auf. Die sommerlichen Tiefdrucksysteme unterliegen in bezug auf Wirkung und Eintrittshäufigkeit von Jahr zu Jahr erheblichen Schwankungen, so daß mit Verhältnissen gerechnet werden muß, die zwischen Erhaltenbleiben einer fast geschlossenen Eisdecke während des ganzen Jahres und spätsommerlich weitgehend erfolgter Räumung von Meereis liegen können. Versuche einer Beschreibung „mittlerer Eisverhältnisse“ dürften deshalb nur geringen praktischen Nutzen besitzen.

Zur Gewinnung besser belegter Aussagen werden an Ort und Stelle weitere Untersuchungen aller bisher beteiligten Arbeitsrichtungen erforderlich sein, wobei eine gegenüber 1972 wesentlich verbesserte meteorologische Instrumentierung und logistische Abwicklung als unerlässlich gelten.

Die Mittel für die von der Werft AG Weser in Bremen initiierten und unterstützten Untersuchungen wurden vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft, Bonn, bereitgestellt, wofür an dieser Stelle gedankt sei.

Literatur

- [1] Ambach, W. (1963): Untersuchungen zum Energieumsatz in der Ablationszone des Grönländischen Inlandeises. Medd. Grönl. Bd. 174, Nr. 4.
- [2] Holmgren, B. (1971): Climate and Energy Exchange on a Subpolar Ice Cap in Summer. Arctic Institute of North America Devon Island Expedition 1961—1963. Meteorologiska Institutionen Uppsala Universitet, Meddelande Nr. 107—112, Uppsala.
- [3] Canada. Department of Transport, Meteorological Branch (1967): Temperature and Precipitation Tables for the North-Y.T. and N.W.T., Toronto.
- [4] Bissett, D. (1968): Northern Baffin Island: An Area Economic Survey, Vol. 1, A.E.S.R. 67/1, Industrial Div., Dept. of Indian Affairs and Northern Development, Ottawa.
- [5] Climatology Division, Atmospheric Environment Service (1972): Climatic Analysis Pond Inlet, N.W.T., Downsview, Ontario.
- [6] Werner, J. (1973): Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Windprofil und Meereisdecke in der kanadischen Arktis bei Pond Inlet, N.W.T. (In Vorbereitung).