

b) Southernmost record: 19. January, 1956.  $64^{\circ} 47' S.$ ,  $55^{\circ} 29' W.$   
Sea-water temperature:  
—  $1,2^{\circ} C.$

21. *Catharacta skua* and subspecies (Große Raubmöwe).

a) Northernmost record: 9-11-18-19-20-21 December, 1955.  $60^{\circ} 45' S.$ ,  $44^{\circ} 43' W.$

b) Southernmost record: 6. January, 1956.  $77^{\circ} 58' S.$ ,  $38^{\circ} 48' W.$   
Sea-water temperature:  
—  $1,6^{\circ} C.$

The records in a) correspond to the stays of the ship off Laurie Island (South Orkneys Islands).

22. *Larus dominicanus* Lichtenstein, 1823. Coast of Brazil. **Southern black-backed Gull.** (Dominikanermöwe, Südliche Heringsmöwe).

a) Northernmost record: 14. January, 1956.  $59^{\circ} 09' S.$ ,  $26^{\circ} 45' W.$  aprox.  
Sea-water temperature:  
 $1,1^{\circ} C.$

b) Southernmost record: 8-9-10-18-19-20-21 December, 1955.  $60^{\circ} 45' S.$ ,  $44^{\circ} 43' W.$

The records in b) correspond to the stays of the ship off Laurie Island (South Orkneys Islands).

23. *Sterna vittata* and subspecies. (Gabelschwanzseeschwalbe).

a) Northernmost record: 8-9-10-11-17-18-20 December, 1955.  $60^{\circ} 45' S.$ ,  $44^{\circ} 43' W.$

b) Southernmost record: 19. January, 1956.  $65^{\circ} 10' S.$ ,  $60^{\circ} 15' W.$   
Sea-water temperature:  
—  $1,0^{\circ} C.$

The records in a) correspond to the stays of the ship off Laurie Island (South Orkneys Islands). The record in b) was done off Robertson Island, on the Larsen Iceshelf.

24. *Phalacrocorax atriceps* and subspecies. (Blauaugenkormoran).

The only records of this shag were done in the following dates and position:

9-10-11-18-19-20 December, 1955.  $60^{\circ} 45' S.$ ,  $44^{\circ} 43' W.$ , off Laurie Island (South Orkneys Islands).

It is necessary to remark that during the summer campaign 1959-60, the ice-conditions in the Antarctic were particularly severe. The maximum latitude reached by the icebreaker "General San Martin" in the Weddell Sea was approximately  $76^{\circ} 30' S.$  That is the reason why the records do not show satisfactorily what the author would like to, although with them some gaps filled with the hope that many more will be completed in the near future.

## Der Rhythmus der Veränderungen des antarktischen Inlandeises unter dem Einfluß der Klimaschwankungen

Von Stefan Zbigniew Różycki, Warschau \*

Das Inlandeis der östlichen Antarktis bedeckt ein großes Tiefland, das wie Grönland von drei Seiten von hohen Gebirgsketten — das Gebirge des Victoria-Landes, des Königin-Maud-Landes, Enderby's und MacRobertson-Landes — umgeben ist, wodurch das Eis nur an einigen Stellen Aus-

gänge hat. Dagegen fließt es im Sektor zwischen dem  $68^{\circ} E$  und dem  $154^{\circ} E$  frei zum Meer und trifft dabei nur verhältnismäßig kleine und wenige Geländehindernisse. Aus diesem Grund kann man am besten das durch andere morphologische Faktoren nicht gestörte Regime der Eiskalotte erkennen,

\*) Prof. Dr. St. Z. Różycki, Warszawa 1, ul. Krakowskie Przedmieście 30, m. 4

deren Oberflächengestaltung hier recht ähnlich ist einer solchen, die theoretisch eine klebrig-plastische, schmelzende Eismasse dieser Dimensionen hat. (Kapitza 1959.)

Fast 40 % der Anhäufung in diesem Sektor des Inlandeises entfällt auf seine Randzone, deren Breite ca. 100 km, ca. 10 % der Oberfläche, beträgt; ca. 35 % entfällt auf die nächste Zone von einer Breite von ca. 500 km, ca. 40 % der Oberfläche, und ca. 25 % auf den mittleren Teil der Eiskalotte, deren Radius ca. 1600 km beträgt, ca. 50 % der Oberfläche.

Die Geschwindigkeit der Bewegung des Inlandeises beträgt in seiner Randzone 100 bis 130 m/Jahr (Schumski 1960). Die Berechnung auf Grund der Bewegung in der äußersten 100-km-Randzone ergibt, daß das ganze Eis im Verlauf einer Periode von ca. 2000 Jahren bis zur Front herunterfließt und von der nächsten Zone, von einer Breite von 500 km, nicht früher, als in 40 000 Jahren. Aus dem mittleren Teil würde es bis zum Rand erst nach mehreren hunderttausend Jahren fließen. Da aber dort seine Mächtigkeit beträchtlich die kritische Dicke des Eises übertrifft, erfolgt dort ein Schmelzen am Eisuntergrund, das nach einer Abschätzung von I. A. Sotikows (1961) auf einer 1410 km langen Strecke von Mirny zum Südpol 12 % der Jahresakkumulation und auf einer 1800 km langen Strecke 31 % davon beträgt. Das Vorhandensein eines derartigen Schmelzens wurde durch Saweliew (1960) in einer Einlagerung des Wassereises in dem unteren Teile des Gletscher-eises des Ausflugs-gletschers Helene bestätigt.

Schon aus den obenerwähnten Gründen ergibt sich, daß der Zustand der Eisfront und die Ausdehnung des Inlandeises durch Vorgänge auf dem Rande des Inlandeises, der am weitesten gegen Norden vorgerückt ist, in größter Meeresnähe liegt und am stärksten von der Klimaschwankung abhängt, bestimmt wird. Im Gegensatz zu der Eisrandzone hat der mittlere Teil nur einen minimalen und recht späten Einfluß auf das, was in der Randzone geschieht und ebenfalls auf die Änderungen in der Ausdehnung der Eiskalotte unter der Wirkung der Klimaschwankung. Zur Beurteilung der Änderungen des Inlandeises solcher Dimen-

sionen wie in der Antarktis ist nicht die Bilanz der ganzen Eiskalotte charakteristisch, sondern der Vergleich der Eisakkumulation und -ablation in seiner einige hundert km breiten Randzone, von der das Eis zur Front heranfließen kann während einer Klimaschwankung, die uns interessiert.

Wenn man bei der Berechnung den zentralen, sich passiv verhaltenden Teil des Inlandeises ausschließt, so merkt man, daß sogar bei einer zu hohen Abschätzung der Niederschläge die Verluste des antarktischen Inlandeises die Alimentation der aktiven Randzone übertreffen oder mindestens ihr gleichkommen.

Das Ausmaß der Akkumulation im Randteil des Inlandeises wird durch die Niederschläge und den äolischen Transport des Schnees bestimmt. Eine grundlegende Bedeutung hat also die Lage der Kondensationszone, sowie die Stärke und die Dauer der Hangwinde.

Die Klimaschwankungen werden zuerst in Änderungen der Höhenlage der Kondensationszone ihren Ausdruck finden. Jetzt liegt sie auf einer Höhe von 50—1000 m über dem Meeresspiegel (Dolguschin 1958, Schumski 1960), auf welche die größte Menge der Niederschläge fällt.

Bei einer „Erwärmung“ des Klimas wird die Kondensationszone und mit ihr auch die Zone der reichsten Niederschläge nach oben rücken, also wird sie sich vom Randteil des Inlandeises entfernen, in der Richtung der Zone, aus welcher das Eis mit einer großen Verspätung zur Front herabfließt. Zugleich wird die Zone der Ablation in dem niedriger gelegenen Teil der Randzone breiter und mehr aktiv, wodurch sie einen allmählichen Rückzug der Front des Inlandeises hervorruft.

Bei einer „Verschlechterung“ des Klimas liegt die Kondensationszone niedriger. Die Niederschläge in der Nähe des Eisrandes werden reicher, die Ablationszone wird schmaler, oder verschwindet ganz; demnach wächst die Akkumulation in nächster Nähe der Front, wodurch sie deren Vorwärtsrücken hervorruft.

Starke Hangwinde, die Schnee aus dem Innern des Festlandes heranwehen, entwickeln

sich in der ca. 400—500 km breiten Randzone des Inlandeises und wehen meistens von April bis Oktober. Bei einer Abkühlung verlängert sich ihr Andauern und ihre Geschwindigkeit wird größer. Außer einer stärker erscheinenden antizyklonalen Situation im Innern trägt dazu auch die „saugende“ Wirkung der Tiefdruckgebiete bei, die seltener ins Festland gelangen und in einer geringen Entfernung außerhalb der Eiskalotte vorbeiziehen. \*)

Indem die Hangwinde an Stärke gewinnen, steigt die Menge des herangewehten Schnees, die seine in der Nähe der Front akkumulierte Schicht noch mächtiger macht.

Die Periode einer Erwärmung und eines tieferen Eindringens der Zyklone in den Kontinent ist zugleich die Periode der Schwächung der Hangwinde, der Vergrößerung der Fläche der sich bildenden Schutzisolationsschicht auf der Schneeoberfläche und in der Folge einer Verminderung der durch die Winde auf die Eisrandzone herangewehten Schneemengen.

Das Resultat der obenerwähnten Abhängigkeiten ist, daß in den Perioden der Abkühlung die Front des antarktischen Inlandeises nach vorwärts rückt und die Größe der Eiskalotte zunimmt, daß indessen während der Erwärmung ihre Fläche kleiner wird und die Front sich gegen Süden zurückzieht.

Die Gebirgsgletscher der Antarktis, bei denen das Anwachsen des Eises von den Schneeniederschlägen, die sich in den Karen sammeln, abhängt, und bei denen die Anhäufung des durch die Winde transportierten Schnees eine geringere Rolle spielt, werden einen umgekehrten Rhythmus der Wechsel haben. Jede Erwärmung und die aus ihr folgende Vermehrung der Niederschläge bei einem stetigen, verhältnismäßig kalten Klima wird ein Vorwärtsrücken der

Gletscher verursachen, und eine Abkühlung und Verminderung der Niederschläge einen Rückgang.

Ein solches Regime wird durch zahlreiche, keine Gletscher aufweisende Karwannen, die man in vielen höheren Gebirgsketten der Antarktis und auf größeren Nunatakkern beobachten kann, bestätigt, obgleich in der Nähe dieser Karen, auf der niedriger liegenden Oberfläche der Ausläufergletscher, oder des eigentlichen Inlandeises zugleich eine reiche Akkumulation stattfindet.

Das wesentliche Problem der Abhängigkeit der antarktischen Gletscher von den Klimaschwankungen wird neuerdings noch aktueller im Zusammenhang mit dem neuen Problem einer Parallelisierung einiger Transgressionen dieser Gletscher, die in der Umgegend von McMurdo (Fr. L. Pévé 1960), an der Davies-See und auf dem Queen-Mary-Land festgestellt wurden

\*

#### Literatur:

- Dolguschin, L. D.: Geographische Beobachtungen in der Antarktis (russ.) *Iswestia Akad. Nauk. S.S.S.R. Geograph. Ser. Nr. 1, 1958.*
- Pévé, Fr. L.: Multiple glaciations in the McMurdo Soundregion, Antarctica. *Journal of Geology, Vol. 68, Nr. 5, 1960.*
- Różycki, S. Z.: Changements pléistocènes de l'extension d'inlandsis en Antarctide Orientale d'après l'étude des anciennes plages élevées de l'Oasis Bunger (Queen's Mary Land) *Biuletyn Penyglacjohm Nr. 10, 1961.*
- Sawelien, B. A.: Über eine Merkwürdigkeit des Baues der Randzone Antarktiskas in der Umgebung von Mirny (russ.) *Inform. Biul. Sow. Antarkt. Exp. Nr. 18, 1960.*
- Schumski, P. A.: Grundlegende Forschungsergebnisse über die antarktische Gletscherbedeckung (russ.) *Nautschnie Res. 2-i Kontin. Exp., Nr. 9, 1960.*
- Sotikow, J. A.: Heat regime of the Central Antarctica glacier. (russ.) „Antarktika“, *Dokladi Komm. Ak. Nauk. S.S.S.R., 1961.*
- Tschernow, J. A.: Übersicht über die synoptischen Verhältnisse und das Wetter vom 23. Juli bis 3. August 1957 (russ.) „Klimat Antarkitiki“ 1959.

\*) Ein Beispiel dazu ist die durch J. A. Tschernow (1959) beschriebene Situation vom 23. VII. bis 3. VIII. 1957, als das in einer Entfernung von 600—1500 km nördlich des Saumes des Inlandeises vorbeiziehende Tief einen ununterbrochenen Orkan hervorgerufen hat, der sich auf den ganzen Randeil der Eiskalotte erstreckt hatte, und den man noch in der Station Wostok I, die in einer Entfernung von 640 km von der Meeresküste lag, verspüren konnte. Während der obenerwähnten 12 Tage betrug in Mirny die durchschnittliche Windgeschwindigkeit 21,6 m/sec., die Höchstgeschwindigkeit 45 m/sec.; in der Station Pionierska betrug die entsprechenden Geschwindigkeiten 11,5 m/sec und 24 m/sec und in der Station Wostok I 5,2 m/sec und 11 m/sec.