

dem Eise zwei Bergrücken bei 68° S und zwischen 72° und 80° S. Ohne Zweifel sind sie isotatisch herabgedrückt. Sie mögen einmal über 2000 m hoch gewesen sein, und es ist möglich, daß die große Vereisung der Antarktis hier begonnen hat. Die von der — 50° C Isotherme umschlossene Eismasse mag ein Remanent eines noch strengeren Klimas während der Eiszeit gewesen sein. Das könnte eine Erklärung dieses Kältetropfens und der darüber befindlichen semipermanenten Temperatur-Inversion sein. Überhaupt könnte eine genaue thermische Vermessung des antarktischen Eises und ein

Vergleich mit der zuvor durchgeführten breitenmäßigen Extrapolation der Temperaturen uns Aufschluß geben über Vergangenheit und möglicherweise auch Zukunft des Klimas der Südhemisphäre.

*

Der Direktion des Wetterbüros der Republik Südafrika bin ich für die Möglichkeit der Durchführung dieser Studie und insbesondere dem Leiter der Forschungsabteilung, Dr. W. L. Hofmeyr, für Hinweise und wertvolle Diskussionen zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Literatur

- (1) SOUTH AFRIKA, Weather Bureau. 1965. International Geophysical Year (1957—1958) World weather maps. Pt. III. Southern Hemisphere, south of 20° S. Daily sea level and 500 mb charts. Pretoria, Govt. Print.
- (2) BURDECKI, F. 1966. Surface and sea level temperatures and thermal unrest of the Southern Hemisphere during the summer half-year of the IGY. NOTOS, Pretoria, 15. (Im Druck).
- (3) RUBIN, M.J. 1962. The Antarctic and the weather. Scientific American, New York, 207 (3), 84—94.
- (4) BURDECKI, F. 1955. A study of temperature distribution in the atmosphere. NOTOS, Pretoria, 4 (3), 192—203.
- (5) U.S. Weather Bureau. Climatological data for Antarctic stations: All data THRU June 1957, and January-December 1959. Washington, D. C., 2, 1963.

Geologische und glaziologische Studien in der Westantarktis 1964

Von Hubert Miller, München *

Zusammenfassung: In der Umgebung der Station General Bernardo O'Higgins (Westantarktis) treten komplizierte geologische Kleinstrukturen auf. In der geologischen Geschichte des Magallanesgebietes und der Westantarktis bestehen deutliche Unterschiede, dementsprechend auch zwischen dem Nordast und Südast des Südantillenbogens. Verschiedene glaziologische Beobachtungen aus der Umgebung der Station O'Higgins werden mitgeteilt.

Abstract: In the General Bernardo O'Higgins area (West Antarctica) complicated geological structures have been found. There are differences in the geological history of the Magallanes area and West Antarctica, accordingly also between the northern and southern limb of the Scotia arc. Some glaciological observations of the surroundings of the O'Higgins base are communicated.

Während viele Wissenschaftszweige ganz spezifisch „polare“ Züge tragen können, ist dies bei der Geologie nicht so sehr der Fall. Wir sehen dies schon daran, daß Arktis und Antarktis ganz grundverschiedene Oberflächenform haben: Hier ein großer, von Meeren umgebener Kontinent, dort ein von Festland umschlossener Ozean. Ein weiterer

Grund liegt darin, daß die verschieden alten Gesteine, die wir in der Antarktis finden, ehemals nicht in der gleichen geographischen Breite entstanden sind, in der sie heute liegen.

Die Antarktis, deren nördlichsten Ausläufer ich im Südsommer 1964 kennenlernen durfte¹⁾, ist geologisch deutlich gegliedert: Bewegen wir uns von der dem Indischen Ozean zugewandten Seite gegen die ostpazifische Küste hin, so treffen wir im wesentlichen zunehmend jüngere Gesteine an. In der *Ostantarktis* sind präkambrische, d. h. über 600 Millionen Jahre alte Gneise und Granite am häufigsten. Eine *Zwischenzone* enthält überwiegend paläozoische, gefaltete Sedimente sowie Granite desselben Alters; die *Westantarktische Halbinsel* gehört dagegen im Großen gesehen zum jungen Faltengebirgsgürtel, der den pazifischen Ozean umschließt.

* Dr. Hubert Miller, 8 München 2, Luisenstr. 37/I

¹⁾ Meinen chilenischen Gastgebern danke ich herzlich für die Ermöglichung der Reise.

Mein spezielles Arbeitsgebiet lag bei der chilenischen Station General Bernardo O'Higgins, fast an der Nordspitze der Westantarktischen Halbinsel. Die Häuser der Station stehen auf *Tonschiefern, Phylliten und Sandsteinen* der Kreidezeit (zu den Gesteinen vgl. Halpern, 1965). Diese Sedimentgesteine sind im Verlauf der Gebirgsbildung steil aufgerichtet und teilweise fein verfaltet worden. Dunkle, andesitische Gänge kommen reichlich vor, in der weiteren Umgebung sind auch granitische Gesteine verbreitet. Weiter im Landinnern herrschen paläozoische Schichten vor.

Das Gebiet um die Station erwies sich bei eingehender Untersuchung (Miller 1966) als höchst kompliziert gebaut. Eine erste Beanspruchung schuf Falten, die im wesentlichen parallel zum morphologischen Generalstreichen von Grahamland verlaufen. Spätere Umprägungen ergaben v. a. Nord- und NNE-streichende Falten. Wir fragen uns natürlich nach dem Grund dieser komplizierten tektonischen Geschichte; denn die oberkretazisch-tertiäre Gebirgsbildung hat in der Westantarktis im allgemeinen nur relativ sanfte Faltung hervorgebracht. Vielleicht steht die Herausbildung der kompli-

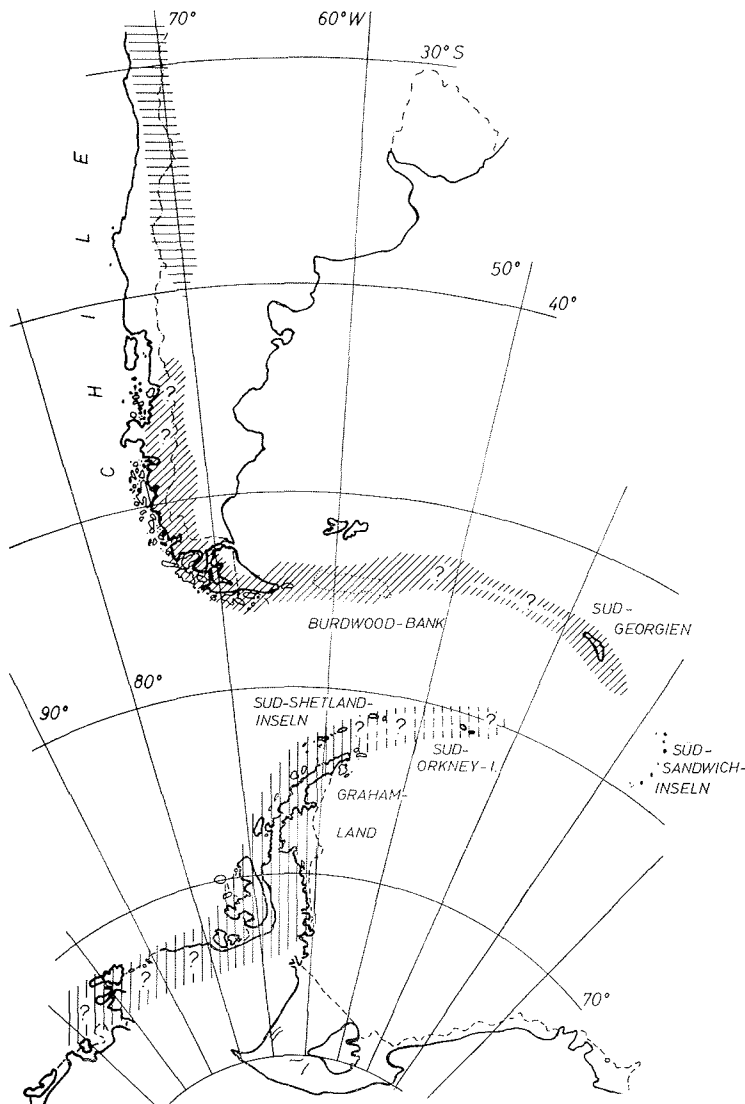


Abbildung 1:
 Überblick über die mesozoisch-tertiären Geosynklinalräume von Chile bis zur Westantarktis. Waagrecht schraffiert: Anden-Geosynklinale; schräg schraffiert: Magallanes-Geosynklinalen; senkrecht schraffiert: Westantarktische Geosynklinalen.
 General view of the mesozoic-tertiary geosynclines from Chile to West Antarctica. Horizontal hatching: Andean geosyncline; slanting hatching: Magallanes geosynclines; vertical hatching: West Antarctic geosyncline.

zierten Strukturen bei der O'Higgins-Station in Zusammenhang mit größeren Bewegungen am Randbruch der Westantarktischen Halbinsel zur Bransfield-Straße.

Wie ich einleitend schon hervorhob, bildet die Westantarktische Halbinsel ein Glied im pazifik-umspannenden Faltengebirgsgürtel (Abb. 1). Diese Tatsache fiel bereits sehr früh auf, insbesondere, da über den Bogen der „Südlichen Antillen“ auch eine morphologische Brücke von den südamerikanischen Anden hierher zu bestehen scheint. Leider wurden *feinere Differenzierungen* unter dem Eindruck dieser anscheinend eindeutigen bogenförmigen Verbindung zu wenig beachtet. Betrachten wir dagegen nicht nur die heutige Konfiguration des Kartenbildes, sondern auch die Gesteine, die während des Mesozoikums zwischen Chile und der Westantarktis entstanden, so erkennen wir deutlich Unterschiede zwischen den verschiedenen Gebieten (Abb. 2).

d. h. vulkanischer Gesteine von mittlerem Kieselsäuregehalt, abgelagert. Auch in der *Westantarktis* spielen saure bis intermediäre Vulkanite eine große Rolle. Im *Magallanesgebiet* dagegen müssen wir stärker differenzieren. Gegen den Pazifik zu herrschte vorwiegend Sedimentation klastischer Gesteine mit Einschaltungen spärlicher Vulkanite. Im heutigen Landinnern treten vulkanische Gesteine im Mesozoikum ganz zurück. Es entstanden in Oberkreide und Tertiär marine Sedimente von dem Typ, wie wir sie aus den Alpen als „Flysch“ und „Molasse“ kennen. Gerade der für großtektonische Betrachtungen sehr wichtige *Flysch* fehlt aber in den Zentralanden wie in der Westantarktis, bzw. wo es ihn dort gibt, ist er gewissermaßen an der falschen Stelle und zur falschen Zeit entwickelt.

In der Ausbildung der älteren Gesteine sind ebenfalls auffallende Parallelen zwischen Grahamland und Zentralanden zu finden,

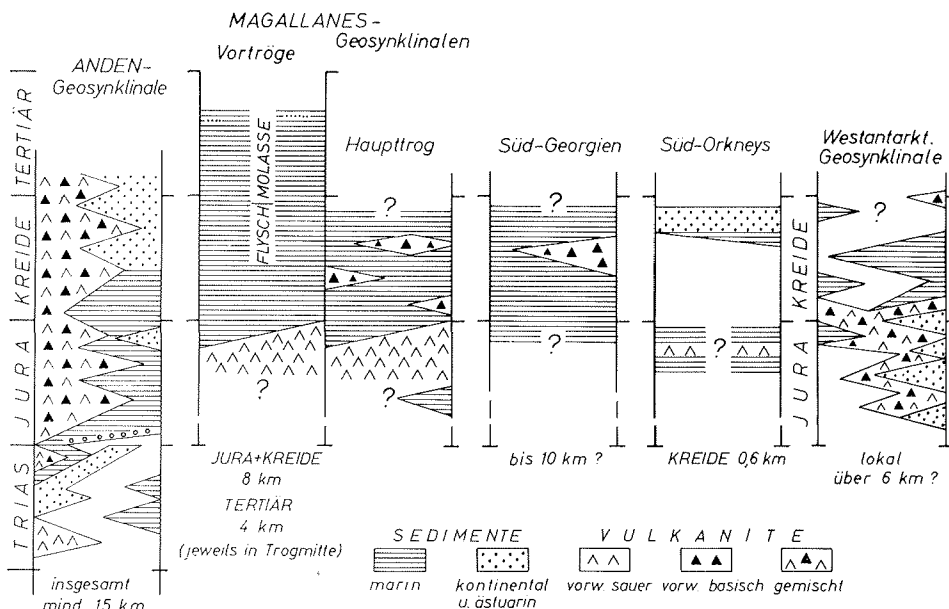


Abbildung 2:

Die Füllung der mesozoisch-tertiären Geosynklinalräume im Gebiet von Nordchile bis zur Westantarktis. (Vgl. Nachtrag)

The fillings of the mesozoic-tertiary geosynclines in the area from northern Chile to West Antarctica. (See supplement)

Im *zentralen Andengebiet*, von Nordchile bis etwa 40° s. Br., wurden neben marinen und kontinentalen Sedimenten hauptsächlich riesige Mengen andesitischer Effusivgesteine,

während auch hier das Magallanes-Gebiet aus dem Rahmen fällt.

Aber nicht nur im ursprünglichen Gesteinsbestand unterscheiden sich diese Zonen von-

einander. So ist etwa die tertiäre Gesteinsmetamorphose, d. h. die nachträgliche Umwandlung der Sedimentgesteine durch Druck und Temperatur, im Gebiet der Magallanes-Geosynklinale wesentlich ausgedehnter als in der Westantarktis und in den Zentralanden. Für die tektonische Verformung gilt dasselbe.

Der geologische Zusammenhang zwischen Feuerland und Westantarktis ist also nicht ganz so eng wie oft angenommen wird. Das Magallanesgebiet samt Südgeorgien ist in seinem Bau etwas anders geartet als die Westantarktis, die ihrerseits gewisse Ähnlichkeit mit den Anden Zentral- und Nordchiles aufweist.

Der „Südantillenbogen“, der als Kette von Inseln und untermeerischen Rücken sich von Feuerland zur Westantarktis schwingt, ist nicht einheitlich gebaut. Sein Nordast mit Südgeorgien läßt sich an Feuerland anschließen, sein Südast mit den Süd-Orkney-Inseln zeigt dagegen eher Parallelen zu Grahamland. Diese Inhomogenität, die man bei „großräumigen“ Überlegungen leicht zu vergessen geneigt ist, hat der Südantillenbogen mit dem „echten“, dem zirkumkaribischen Antillenbogen gemein.

Eine wesentliche Aufgabe, die mir seinerzeit von der chilenischen Staatsuniversität gestellt wurde, war die Gewinnung *glaziologischer* Erkenntnisse im Raum der O'Higgins-Station. Ihre Lösung gestaltete sich aus vielen Gründen problematisch: Geringe Aufenthaltsdauer, Mangel an Begleitpersonal für das Begehen der spaltenreichen Gletscher, schlechtes Wetter, geringe Erfahrung führten mehr zu einer ausführlichen Erkundung späterer Arbeitsmöglichkeiten als zu einer wissenschaftlich exakten Erforschung.

Das Besondere des Gebietes für die Glaziologie liegt darin, daß es trotz seiner starken Vergletscherung keine extrem polaren Verhältnisse zeigt. Im Hochsommer liegen die Mitteltemperaturen knapp über dem Gefrierpunkt, im Winter bei -8° bis -12° C. Die klimatische Schneegrenze liegt bei etwa 0—100 m Meereshöhe.

Warme Südwest- bis Westwinde und kalte, stürmische Süd- bis Ostwinde bringen gleichermaßen Niederschläge von zusammen etwa 1m/Jahr. Dieser Wert ist geschätzt,

die vorhandenen Niederschlagsmessungen sind völlig unzureichend. Die für antarktische Verhältnisse reichlichen Niederschläge führen zu einer starken Vergletscherung schon des niedrigen Küstenplateaus.

Zwei größere *Gletschersysteme* sind in der Umgebung der Station entwickelt. Das eine umfaßt die Plateaugletscher zwischen der Küste und der etwa 8 km landeinwärts gelegenen Bergkette sowie Flankenvereisungen an diesen rund 1000 m hohen Bergen. Das andere besteht aus einer Hochlandvereisung im Hintergrund der Berge sowie mächtigen Eisströmen, die von der Hochlandvereisung gespeist werden und ins Meer münden. Die Plateaugletscher haben eine Geschwindigkeit von etwa 20—30 m/Jahr; die Eisströme fließen nach Vergleichen mit ähnlichen Gletschern der Südostküste Grahamlands mit etwa 100—200 m/Jahr.

Das Küstenplateau ist in seinen unteren Teilen in Rücken und Depressionen gegliedert; die Hauptbewegung des Eises spielt sich dort in den weiten Tälern ab. Die Dichte der obersten Meter der Firnaufgabe entspricht mit 0,48—0,56 etwa den Verhältnissen in der ozeanischen Arktis und spiegelt so die ozeanischen Klimaverhältnisse wieder. Auch die Firnkorngröße nimmt mit durchschnittlich 1—2 mm und maximal 5 mm relativ hohe Werte an.

Nach verschiedenen äußeren Anzeichen hat der Haushalt der Plateaugletscher sich in den letzten 20 Jahren kaum verändert. Aus dem Vergleich der Geschwindigkeit und Dicke der Gletscher mit den auf Grund von Rammsondenmessungen geschätzten jährlichen Rücklagen im Firngebiet ergab sich ebenfalls ein ausgeglichener Haushalt. In weiter zurückliegender Zeit, möglicherweise im Pleistozän, hatten die Gletscher allerdings wesentlich größere Ausmaße. Fast 2 km vom heutigen Gletscherrand entfernt finden sich am Gipfel der Isla Larga in 44 m Meereshöhe noch Gletscherschrammen.

Die glaziologischen Fragen, die hier nur angedeutet werden konnten, lassen sich selbstverständlich an Bedeutung nicht mit den Problemen anderer antarktischer Gebiete messen. Interessant wäre für die Zukunft immerhin eine genauere Untersuchung von Massenhaushalt und Bewegung der Plateau-

gletscher sowie der aus dem Landinnern kommenden Eisströme. Beide Gletschertypen sind auf der SE-Seite von Grahamland bereits wesentlich besser bekannt. Somit könnte man schließlich zu aufschlußreichen Vergleichen der Vereisung von Grahamland mit der Vergletscherung der Anden Patagoniens gelangen.

Nachtrag: Während der Drucklegung erschien: Orlando, H. A.: A new Triassic flora from Livingston Island, South Shetland Islands. — (Brit. Antarctic Surv. Bull., 16, S. 1—13, London 1968). Danach ist in der Westantarktis jetzt kontinentale Trias nachgewiesen. Die rechte Schichtsäule der Abb. 2 ist entsprechend zu ergänzen. Die Ähnlichkeit zur Andengeosynklinale wird damit weiter hervorgehoben.

Literatur:

- Halpern, M.: The geology of the General Bernardo O'Higgins area, northwest Antarctic Peninsula. — (In:) Geology and Paleontology of the Antarctica, Antarctic Research Ser. 6 S. 177—209, Richmond, Virg., (Amer. Geophys. Union) 1965.
- Miller, H.: Kleintektonische Untersuchungen in der Umgebung der Station „General Bernardo O'Higgins“, Nordwestspitze der antarktischen Halbinsel. — Geol. Rdsch., 55 (1965), S. 809—819, Stuttgart 1966
- Eine ausführlichere Darstellung der behandelten Probleme sowie weitere Literaturangaben finden sich in:
- Miller, H.: Observaciones glaciológicas en las cercanías de la base General Bernardo O'Higgins, Peninsula Antártica. — Comun. Escuela Geol., 8, 27 S., 3 Taf., Santiago de Chile 1965
- Miller, H.: Kritische Betrachtungen zum geologischen Zusammenhang zwischen den chilenischen Anden und der Westantarktis. — Geol. Rdsch., 56, S. 643—656, Stuttgart 1967.

Klimadaten von den Queen Elizabeth Inseln, Canada, NWT

Von M. Diem, Karlsruhe *)

Zusammenfassung: Untersuchungen der Veränderung der Gletscher im arktischen Gebiet müssen die klimatischen Schwankungen von Jahr zu Jahr beachten. Für 5 Stationen der Queen Elizabeth Inseln werden für Luftdruck, Temperatur, Wind, Bewölkung und Niederschlag die Mittel- und Extremwerte der Jahre 1951—1965 und die aerologischen Werte der Jahre 1954 bis 1963 angegeben. Für Eureka werden Einzel-daten ausgezählt.

Abstract: Measurements of the arctic glaciers have to be done in regard of the annual variations of climat. For 5 stations of the Queen Elizabeth Islands the mean and extrem values of pressure, temperature, wind, cloudness and precipitation are given for the years 1951 to 1965. The aerological data are calculated for the years 1954—1963. For Eureka special data are counted.

Einleitung

Der Anlaß zu der vorliegenden Studie sind die Expeditionen der McGill University of Montreal [1], die Untersuchungen an Gletschern im Gebiet der Insel Axel Heiberg Land, Canada, NWT, durchführte. Diese Gletschermessungen erstreckten sich über mehrere Jahre, und es war zu befürchten, daß die klimatischen Unterschiede von Jahr zu Jahr die Ergebnisse wesentlich beeinflussen. Aus diesem Grund wurde versucht, die Ergebnisse der meteorologischen Stationen des Arktischen Archipels zusammenzufassen und neben den Mittelwerten auch die Einzelwerte herauszuziehen, die maßgeblich für die Gletscherschwankungen sein können.

Material

Als Unterlagen für die Untersuchungen standen uns die Climatological Summary der arktischen Stationen Alert [2], Eureka [3], Isachsen [4], Mould Bay [5] und Resolute [6] zur Verfügung und die seit 1954 erschienenen Veröffentlichungen für die Joint Arctic Weather Stations [7], die seit 1959 durch die Arctic Summary [8] ergänzt wurden. Die Unterlagen wurden uns freundlicherweise vom Kanadischen Wetterdienst zur Verfügung gestellt, der auch schwierig zu beschaffende Bände noch nachträglich besorgte.

Die Auswahl der obengenannten Stationen wurde getroffen, weil die ersten vier Stationen einen Schnitt vom Nordosten nach Südwesten geben und die fünfte Station einen Anhaltspunkt über eine mittlere Verteilung der meteorologischen Werte im arktischen Archipel vermittelt. Die Lage der Stationen ist in den Beobachtungsbüchern beschrieben (Abb. 1) und wird im folgenden kurz wiederholt.

Alert liegt 82° 30' Nord, 62° 20' West und 60 m ü. NN. Die Station wurde im April 1950 auf der unebenen Hochfläche am Nordostrand von Ellesmere Island eingerichtet. Sie liegt 4,8 km vom Meer entfernt. Im Südwesten steigt das Gelände in

*) Prof. Dr. M. Diem, Meteorologisches Institut der Universität (TH), 75 Karlsruhe, Kaiserstraße 12, Physik-Hochhaus