

Werk

Jahr: 1939

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:15

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0015

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0015

LOG Id: LOG_0026

LOG Titel: Die Temperaturverhältnisse der südlichen Halbkugel

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Die Temperaturverhältnisse der südlichen Halbkugel

Von **W. Meinardus**. — (Mit 4 Abbildungen)

Die Temperaturverhältnisse der südlichen Halbkugel gestalten sich im großen ganzen einfacher als die der nördlichen. Der Hauptgrund liegt in der verschiedenen Verteilung von Wasser und Land. Während sich vom Äquator nordwärts die festländischen Massen verbreitern und in den mittleren Breiten die größte Ausdehnung haben, verschmälern sie sich im Süden, so daß sie bis 35° S (mit den drei Südkontinenten) nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Zone einnehmen und von etwa 35° S bis 65° S, abgesehen von dem schmalen Endland Südamerikas, das Meer allein vorherrschend wird. Jenseits des Polarkreises aber liegt der mit Inlandeis bedeckte antarktische Kontinent, in den nur das Weddell- und Ross-Meer, mit Scholleneis erfüllt, bis etwa 78° einschneiden (s. Fig. 1). Die klimatischen und ozeanischen Einflüsse der Antarktis erstrecken sich jedoch unmittelbar durch die Abgabe von Eisbergen und mittelbar durch eisbedeckte Meeresströmungen und damit verbundene Schmelzvorgänge in den subantarktischen Meeresring hinein (s. Fig. 2). Wegen dieser, im wesentlichen zonalen Anordnung, hat die südliche Halbkugel eine vorwiegend planetarische Verteilung der klimatischen Elemente, während die terrestrischen Einflüsse sie nur modifizieren. Auf der nördlichen Halbkugel stören dagegen die letzteren die Ausbildung einer planetarischen Anordnung in entscheidender Weise.

Im folgenden soll eine Reihe von Erscheinungen behandelt werden, die als wesentliche Merkmale der Temperaturverhältnisse auf der südlichen Halbkugel anzusehen sind. Ausgehend von der jährlichen Temperaturamplitude in den verschiedenen Breiten werden die meridionalen Temperaturgradienten, die unperiodische tägliche Temperaturschwankung, die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur, die Windstärke und die meridionalen Luftdruckdifferenzen betrachtet, und zwar bei jedem der genannten Elemente ihr Verhalten im Sommer und Winter. Die Unterlagen für die Untersuchung sind für die Festländer und die Antarktis im Handbuch der Klimatologie von Köppen-Geiger, für die Meere in der von G. Schott verfaßten Geographie der Ozeane und in den Ergebnissen der Meteor-Expedition enthalten. Einige zerstreute Quellen brauchen hier nicht genannt zu werden*).

*) Handbuch der Klimatologie, herausgeg. von W. Köppen u. R. Geiger, Berlin 1930ff. Bd. II, Teil G, K. Knoch. Südamerika; Bd. IV, Teil S, G. Taylor, Australien; E. Kidson. Neuseeland; Bd. IV, Teil U, W. Meinardus, Antarktis. — G. Schott: Geographie d. Atlant. Ozeans, 2. Aufl., Hamburg 1926. Geogr. d. Indischen und Stillen Ozeans, Hamburg 1935. — G. Böhnecke: Temperatur d. Atlantischen Ozeans. Wiss. Erg. d. D. Atlant. Exp. „Meteor“, Bd. V, Atlas. Berlin 1936. — P. H. Gallé: Klimatologie v. d. Indischen Ozeaan. K. Ned. Meteorol. Inst. No. 102, Amsterdam 1928.

1. Als *jährliche Temperaturamplitude* nehme ich für die Festländer die Differenz Januar—Juli, für die Meere Februar—August. Die Abweichungen gegen die Differenz des wärmsten und kältesten Monats sind Null oder so gering, daß sie hier vernachlässigt werden können. Wo nichts anderes bemerkt wird, handelt es sich um *Lufttemperaturen*.

Sowohl auf den Festländern wie auf den Ozeanen zeigt sich, daß die Amplituden vom niedrigsten Wert der äquatorialen Breiten südwärts bis etwa 30° S

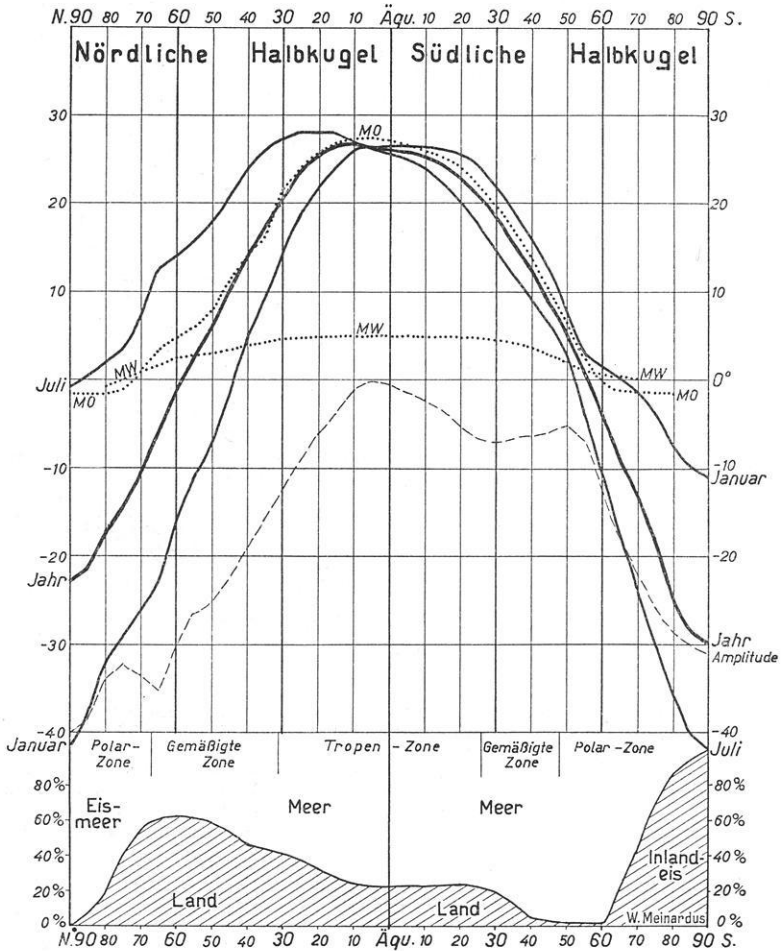


Fig. 1. Mittlere Luft- und Meerestemperatur der Breitenkreise

- Lufttemperatur,
 - MO = Jahrestemperatur der Meeresoberfläche,
 - MW = Temperatur der gesamten Meer-Wassermassen (nach O. Krümmel),
 - - - Jährliche Amplitude der Lufttemperatur (mit umgekehrter Ordinatenzählung).
- Zu unterst die prozentische Verteilung von Festland und Meer.

Die Figur ist entnommen dem „Handbuch der Geographischen Wissenschaft“, herausgeg. von F. Klute. Band I. W. Meinardus, Allgemeine Klimatologie. Athenaion-Verlag, Potsdam, 1936, S. 162, Fig. 114.

anwachsen, dann bis etwa 50 oder 55° S abnehmen, von hier aus aber polwärts rasch größer werden (s. Fig. 1). Dieselbe Erscheinung findet sich auch auf den Ozeanen der nördlichen Halbkugel. Sie kann als eine *planetarische* bezeichnet werden, die auf einer homogenen Wasserhalbkugel denselben Charakter haben würde.

Die Lage und Größe der erwähnten Extremwerte der Jahresamplitude sind aus folgender Tabelle 1 ersichtlich. Als Ergänzung ist für den Südpol eine Amplitude von rund 35° C in jedem Meridionalstreifen anzufügen. Die Amplitude der

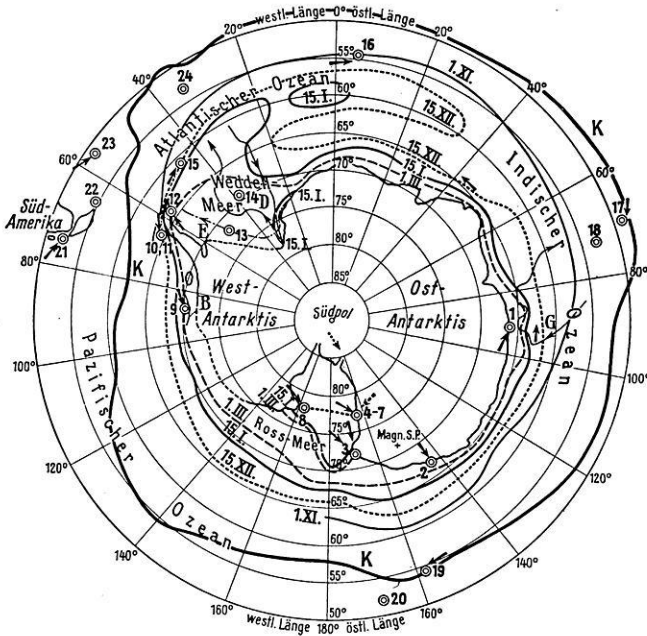


Fig. 2. Eisgrenzen und subpolare Konvergenzlinie (K).

Pfeile = mittlere Windrichtungen.

Fahrten und Triften: „Belgica“ (B), „Deutschland“ (D), „Endurance“ (E), „Gauss“ (G).

1 Gauß-Station, 2 Kap Denison, 3 Kap Adare, 4–7 Mac Mardo-Sund, 8 Framheim, Little America, 9 „Belgica“, 12 Snow Hill, 15 Lauri-Insel, 17 Kerguelen, 19 Macquarie-Insel, 24 Süd-Georgien.
(Nach Klimakunde der Antarktis. Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin)

13 Endurance, 14 Deutschland, 16 Bouvet-Insel

Lufttemperatur ist naturgemäß über den Kontinenten Südamerika und Australien größer als über den Ozeanen in gleicher Breite. Für Afrika gilt dasselbe, aber da es im Süden sehr hoch gelegen ist, soll es bei dieser Untersuchung, die allgemein geltende Gesichtspunkte verfolgt, außer Betracht bleiben.

Auch die Amplitude der Wassertemperatur hat ein Maximum in den Rossbreiten, d. h. unter 30° S: im Südatlantischen Ozean ist zwischen 20 und 40° w. L. die Differenz von Februar und August 7.4, im Indischen Ozean zwischen 60 und 100° ö. L. 5.3. Südwärts nimmt dann die Amplitude auf weniger als 2° ab, wobei

sich die Wassertemperatur schließlich dem Gefrierpunkt des Meerwassers (etwa -1.8) nähert. Im Eisgürtel wird daher die Amplitude der Wassertemperatur klimatisch bedeutungslos, während die der Lufttemperatur infolge der winterlichen Ausstrahlung von Eis und Schnee polwärts ansteigt.

Tabelle 1. Extreme der Temperaturamplituden (Januar—Juli).

	Südliche Halbkugel	Südamerika (55—70°W)	Australien (130—145°E)
Maximum	30° S 7.2	40° S 16.3	25° S 16.4
Minimum	50° S 4.7	55° S 6.0	50° S 4.0

Extreme der meridionalen Temperaturgradienten im Januar und Juli ($\Delta t/5^\circ$ Br.)

	15—20° S	25—30° S	15—20° S
Januar	0.5	1.1	— 2.2
Juli	2.3	5.0	4.0
	45—50° S	50—55° S	35—40° S
Januar	4.2	5.6	6.7
Juli	2.8	1.6	1.7
	75—80° S	75—80° S	70—75° S
Januar	4.0	3	5
Juli	8.7	10	10

Die Hauptursache für die große Jahresamplitude in den Rossbreiten liegt in der durch geringe Bewölkung begünstigten starken sommerlichen Einstrahlung, die sich naturgemäß auf den Südkontinenten besonders temperaturerhöhend auswirkt. Auf den Meeren wird diese Wirkung durch Verdunstung und konvektive Vorgänge zwar vermindert, aber trotzdem bleibt auch hier die sommerliche Erwärmung groß genug, um die Jahresamplitude gegenüber den äquatorialen und den gemäßigten Breiten zu erhöhen. In den letzteren erreicht die Amplitude der Lufttemperatur nur geringe Werte, weil die Bewölkung Ein- und Ausstrahlung schwächt und überhaupt der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre durch die starken Westwinde und vorwiegend zyklonale Luftbewegungen erhöht ist. Aber schon von etwa 55° ab macht sich die Fernwirkung der Antarktis dadurch geltend, daß die Meeresflächen abgekühlt und mit Treibeis erfüllt sind. Obleich dieser Umstand die Sommertemperaturen wegen des Verbrauchs von Schmelzwärme weithin in der Nähe des Gefrierpunktes hält, so können die Wintertemperaturen durch Ausstrahlung je weiter südwärts um so tiefer sinken. Die eisbedeckte Antarktis begünstigt dann noch ein weiteres Anwachsen der Jahresamplitude bis in ihr Kerngebiet. Die Isothermenkarten von Januar und Juli veranschaulichen diese Tatsache (s. Fig. 3 und 4).

2. Das Verhalten der meridionalen Temperaturgradienten in den beiden extremen Jahreszeiten steht zu der Jahresamplitude in den verschiedenen Breiten in einem einfachen Zusammenhang. Wo die Jahresamplitude mit der Breite zunimmt, ist der nordsüdliche Temperaturgradient im Winter größer als im Sommer; das ist also zwischen dem Äquator und den Rossbreiten sowie von

etwa 50 bis 55° S bis zum Pol der Fall. Wo die Amplitude mit der Breite abnimmt, wie zwischen 35 und 50 bis 55° S, ist der Temperaturgradient im Sommer größer als im Winter. Am größten ist der Unterschied zwischen den Temperaturgradienten des Januar und Juli zugunsten des letzteren, des Wintermonats, in Südamerika zwischen 25 und 30° S, im Indischen Ozean und Australien zwischen 15 und 20° S, dagegen zugunsten des Sommermonats in Südamerika zwischen 50 und 55° S, im Indischen Ozean und Australien zwischen 35 und 45° S.

Für die ganze südliche Halbkugel gilt, daß die meridionalen Lufttemperaturgradienten im Januar zwischen 30 und 52° S größer sind als im Juli, in den anderen

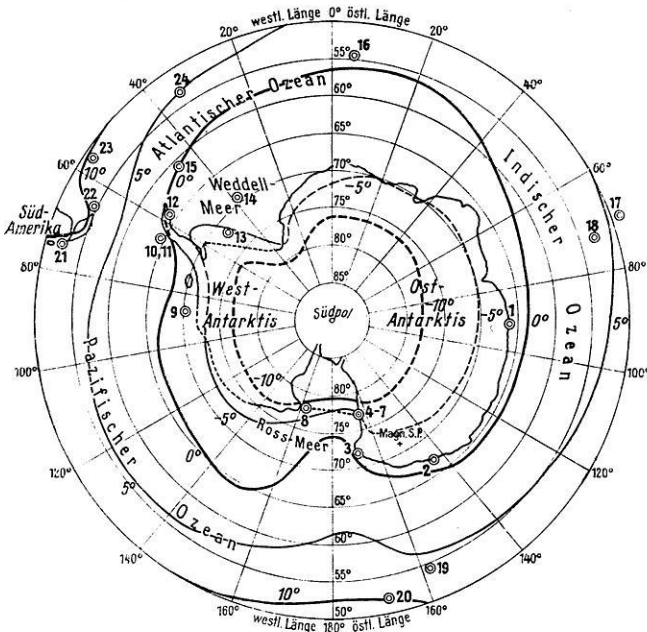


Fig. 3. Januar-Isothermen im Meeresniveau
(Nach Klimakunde der Antarktis. Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin)

Breiten kleiner. Die maximalen Unterschiede der Gradienten liegen einerseits zwischen 15 und 20° bzw. 75 und 80° S, andererseits zwischen 45 und 50° S. Vergleiche auch Fig. 1, Linien für Januar und Juli.

Die Beziehungen zwischen den Amplituden und Temperaturgradienten sind zwangsläufig. Bezeichnet man die Amplituden in benachbarten Breiten mit A_φ und $A_{\varphi + \Delta\varphi}$, die Temperaturgradienten zwischen diesen Breiten im Januar mit Δt_1 , im Juli mit Δt_7 , so gilt, da die Amplituden hier die Temperaturdifferenzen zwischen Januar und Juli bedeuten, in der Breite φ : $A_\varphi = t_1 - t_7$, in der Breite $\varphi + \Delta\varphi$: $A_{\varphi + \Delta\varphi} = t_1 - \Delta t_1 - (t_7 - \Delta t_7)$. Die Differenz der Amplituden ist also $A_{\varphi + \Delta\varphi} - A_\varphi = \Delta t_7 - \Delta t_1$.

Wächst die Amplitude mit der Breite, so ist der Temperaturgradient im Juli größer als im Januar, nimmt sie ab, wird er kleiner. Wo die Amplitude ein Maximum oder Minimum hat, wechselt die Gradientendifferenz ihr Zeichen. Dieser Satz läßt sich auch auf andere Richtungen wie die meridionalen ausdehnen. Er gilt auch sinngemäß verändert für andere Elemente und Zeitabschnitte.

3. Mit den Temperaturgradienten stehen noch andere Erscheinungen in Beziehung. Die *unperiodische tägliche Temperaturschwankung*, gemessen durch die mittlere Differenz zwischen täglichem Maximum und Minimum, ist abhängig

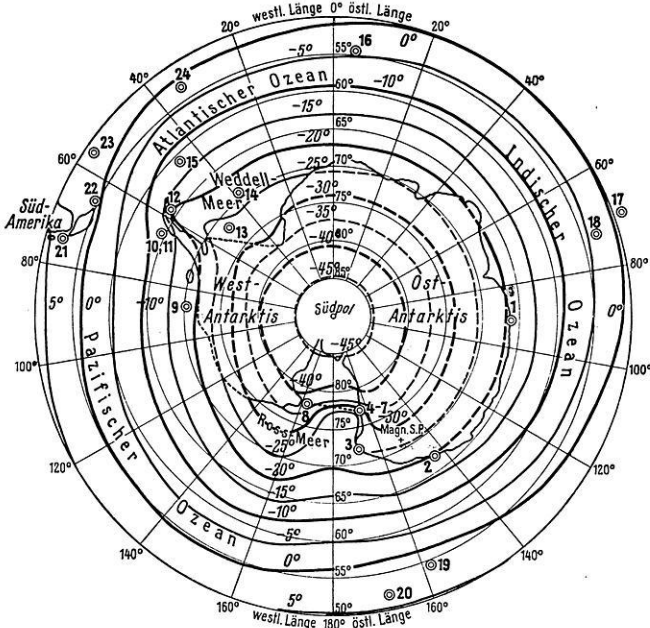


Fig. 4. Juli-Isothermen im Meeresniveau
(Nach Klimakunde der Antarktis. Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin)

von dem wechselnden Charakter der herbeigeführten Luftmassen, von Warm- und Kaltluftfronten. Diese werden für die Temperaturschwankungen an einem Ort um so wirksamer je größer die Temperaturunterschiede der benachbarten Gebiete sind und je häufiger und heftiger der Wechsel der Luftströmungen ist. Es soll hier abgesehen werden von periodischen Erscheinungen wie dem täglichen Wechsel von Land- und Seewinden, von Berg- und Talwinden usw. Es handelt sich vielmehr um die Frage, ob im Winter oder im Sommer die unperiodischen Temperaturschwankungen größer sind.

Wie zu erwarten, zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung mit dem jahreszeitlichen Verhalten des Temperaturgradienten, wenn man die verschiedenen

Tabelle 2. Unperiodische tägliche Temperaturschwankung
Eintrittszeiten der Extreme

Südamerika und Westantarktis				
	Zonen:	5—25°	25—55°	55—90°
Maximum		VII—X	XII—II	VII, VIII
Minimum		I—IV	VI—VIII	I, II
	Breite	Höhe	Max.	Min.
Cuyaba	15°6 S	165 m	9°4 VII	5°3 II
Bahia Blanca	38.8	25	14.9 I	7.6 VI
Santa Cruz	50.0	12	15.9 I	7.7 VIII
Punta Arenas	53.2	28	8.5 I	4.5 VI
Orange Bai	55.5	12	9.6 II	4.5 VI
Laurie-Insel	60.7	7	9.5 VII	3.5 I
Snow Hill	64.4	12	12.1 VIII	3.9 I
Belgica	70.6	5	12.0 VII	2.7 II
Australien und Ostantarktis				
	Zonen:	10—30°	30—50°	50—90°
Maximum		VIII—X	I, II	VI—IX
Minimum		II	VI	XII—II
	Breite	Höhe	Max.	Min.
Port Darwin	12°5 S	30 m	11°1 VII	7°3 II
Longreach	23.4	186	17.8 IX	14.2 II
Melbourne	37.8	35	11.8 I	7.1 VI
Kerguelen	49.4	16	7.0 II	4.7 VII, VIII
Macquarie-Insel	54.5	8	3.7 XI	2.6 III
Gauss-Station	66.0	—	9.2 VI	4.8 II
Kap Adare	71.3	6	10.2 VIII	4.1 I
Mac Murdo-Sund	77.7	—	10.0 IX	6.2 XII
Walfisch Bai, Little America	78.6	10	13.1 VII	5.6 I

Breiten miteinander vergleicht. In obenstehender Tabelle 2 sind die Monate angegeben, in denen die unperiodische Tagesschwankung der Temperatur ihre höchsten und niedrigsten Mittelwerte hat. Die Breitenzonen, in denen sich ein gleichartiges Verhalten zeigt, sind zusammengefaßt. Da die Jahresperiode der Tagesschwankung nur an festländischen Stationen zu ermitteln ist, so erscheinen im unteren Teil der Tabelle nur die Angaben für Südamerika und die Westantarktis bzw. für Australien und die Ostantarktis*). Einige Ergebnisse dieser sehr konzentrierten Zusammenfassung mögen hervorgehoben werden.

In Südamerika haben die dem kontinentalen Innern angehörigen Stationen zwischen dem Äquator und 25° S die größte Tagesschwankung der Temperatur im Spätwinter (Juli bis Oktober), die kleinste im Spätsommer (Januar bis April). Weiter südlich bis Kap Horn gilt umgekehrt sehr deutlich ein sommerliches Maximum und ein winterliches Minimum. Aber südlicher im Bereich der Westantarktis herrscht sehr ausgesprochen wieder das Umgekehrte: Maximum Winter, Minimum Sommer.

*) Die Lage der Stationen in den höheren Breiten ist unter der Fig. 2 angegeben.

In Australien und in der Ostantarktis findet sich ganz ähnliches. Nur ist der Übergang vom tropischen zum subtropischem Regime auf 30° S zu setzen, wenn man die zentralen Meridiane des Kontinents betrachtet. Im Osten und Westen machen sich andere Einflüsse infolge Relief oder Meeresnähe geltend. Die neuseeländischen Stationen (zwischen 35 und 47° S) schließen sich aber doch auch (mit einer Ausnahme: Hokitika an der Westküste der Südinself) der für das südliche Australien geltenden Gesetzmäßigkeit an: Maximum im Sommer, Minimum im Winter. Die Zweigstation der Deutschen Südpolar-Expedition 1901 bis 1903 auf Kerguelen ($49^{\circ}4$ S) hat das Maximum der unperiodischen Temperaturschwankung auch noch im Sommer (Februar $7^{\circ}0$) das Minimum im Mai (4.6), Juli und August (4.7). Aber südlich von 50° S vollzieht sich der Übergang zu den antarktischen Verhältnissen und Einwirkungen. Auf der Macquarie-Insel ($54^{\circ}5$ S), der Zweigstation der austral-asiatischen Südpolar-Expedition 1911 bis 1914, ist die unperiodische Schwankung im November am größten, im März am kleinsten (3.7 bzw 2.6), aber echt ozeanisch jahreszeitlich nur wenig verschieden. Die Stationen am Rande der Antarktis stehen dann ganz zu der Regel: winterliches Maximum, sommerliches Minimum; z. B. Gauss-Station ($66^{\circ}0$ S): größte Tagesschwankung $9^{\circ}2$ im Juni, kleinste $4^{\circ}8$ im Februar oder Little America ($78^{\circ}6$ S) 13.1° im Juli bzw. $5^{\circ}6$ im Januar. An dieser Station, die auf der großen Eistafel im Süden des Rossmeeres gelegen war, mußte sich der Temperaturschwankungsgesetz zwischen dem durch Ausstrahlung stark abgekühlten Eisfeld und dem benachbarten nicht immer eisbedeckten Meere besonders im Winter bei wechselnden Windrichtungen auswirken, abgesehen davon, daß auch die Aufwirbelung der unteren kalten Bodenschichten durch wärmere obere Luftmassen erhebliche Temperaturschwankungen veranlaßte. Näheres darüber in meiner Klimakunde der Antarktis S. 66 f.

4. Die *interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur* (I. V.), gemessen durch die mittlere Differenz aufeinanderfolgender Tagesmittel, gibt ebenfalls ein Maß für die unperiodischen Schwankungen der Temperatur und steht somit in Beziehung auch zum Temperaturgradienten. Auf der südlichen Halbkugel zeigt sich, soweit man aus den nicht sehr zahlreichen Berechnungen der I. V. schließen kann, folgendes (vgl. Tabelle 3):

In Südamerika ist, wie zuerst J. Hann betont hat*), zwischen 30° und 55° S die I. V. im Sommer größer als im Winter, südlich davon in der Westantarktis, gilt das Umgekehrte. In Australien, für das F. Loewe vor kurzem eine Reihe von Werten der I. V. veröffentlicht hat**), ist von 25° bis zur Südküste die Temperaturänderung von Morgentermin (9^h) zu Morgentermin im Sommer größer als im Winter, wenn das Maximum dort auch meistens schon

*) J. Hann: Untersuchungen über d. Veränderlichkeit d. Temperatur. Sitz.-Ber. Akad. Math. Nat. Cl., Bd. 71, Abt. 2, Wien 1875, S. 591, 598 u. a.

**) F. Loewe: Die interdiurne Veränderl. d. Temperatur im außertropischen Australien. Met. Zeitschr. 1938, S. 177.

Tabelle 3. Interdiurne Veränderlichkeit der Tagesmittel der Temperatur (°C).

Südamerika und Westantarktis						
	Breite	Höhe	Sommer	Winter	Jahr	So.: Wi.
Bahia Blanca	38°8 S	25 m	2.88	2.14	2.48	1.4
Ushuaia	54.9	8	2.08	1.87	1.92	1.1
Orange Bai	55.5	12	1.71	1.68	1.62	1.0
Laurie-Insel	60.7	7	0.75	4.90	2.60	0.15
Snow Hill	64.4	12	1.11	4.36	3.06	0.25
Belgica	70.6	5	1.1	5.1	3.3	0.2
Australien und Ostantarktis						
	Breite	Höhe	Sommer	Winter	Jahr	So.: Wi.
Melbourne	37°8 S	35 m	2.31	1.31	1.89	1.7
Kerguelen	49.4	16	1.93	2.10	1.93	0.9
Macquarie-Insel	54.5	8	0.75	1.33	1.08	0.6
Gauss-Station	66.0	—	0.93	4.32	2.78	0.22
Kap Denison	67.0	6	1.17	2.74	2.15	0.43
Framheim	78.6	11	1.7	7.0	4.4	0.24

in den Frühling (Oktober oder November) fällt. Aber auf der in 54°5 S gelegenen Macquarie-Insel hat sich bereits der Umschwung zu den Verhältnissen der höheren Breiten vollzogen: Maximum im Winter (Juni 1°35), Minimum im Sommer (Februar 0°69). Die Kleinheit dieser Werte bezeugt wiederum das echt maritime Klima der Insel. Südlicher wächst die winterliche I. V. mächtig an, entsprechend der Verstärkung der Temperaturgradienten, die sommerliche bleibt in der ganzen Antarktis wegen des weitgehenden Ausgleichs der Temperaturoegensätze gering. Als Beispiele seien die extremen Monatswerte der I. V. der Tagesmittel von einigen Stationen angeführt: Gauss-Station 5°0 im Juni, 0°8 im Dezember und Januar; Kap Denison im Adelle-Land (67°0 S) 3°0 im August, 0°7 im Dezember; Framheim (78°6 S) 7.3 im August, 1°6 im Dezember. Der Augustwert von Framheim, das von R. Amundsen 1911 auf der Rosseistafel an derselben Stelle angelegt war wie 18 Jahre später Little America, von dem aber eine Berechnung der I. V. noch nicht vorliegt, ist der größte Monatswert der I. V. der Tagesmittel der Temperatur, der irgendwo auf der Erde festgestellt wurde*), wenn man von dem Höchstwert der I. V. 8.1° in Eismitte von Grönland im November 1931 absieht, der in 3000 m, also unter anderen Bedingungen, gefunden wurde. Auf Nansens Framtritt war der höchste Monatswert im dreijährigen Mittel 4°7 (Februar), der niedrigste nur 0°56 (Juli). Der große Unterschied der I. V. in den extremen Jahreszeiten ist also ein charakteristisches Merkmal der Polargebiete. Der Zusammenhang mit dem Temperaturgradienten und seiner jährlichen Periode ist hier ohne weiteres einleuchtend (vgl. auch Fig. 3 und 4).

*) Von G. C. Simpson ist die I. V. der Temperatur in Framheim für die Termine 8,14 und 20^h gesondert berechnet, also nicht die I. V. der Tagesmittel. Dann ist der Höchstwert im August 8°5. Brit. Antarctic Exped. Meteorology. Vol. I. Calcutta 1919, S. 78.

Daß in Südamerika und Australien die interdiurne Veränderlichkeit im Sommer überwiegt, steht mit dem von Hann und Köppen öfters hervorgehobenen Satz im Einklang, daß dies allgemein dort der Fall sein muß, wo ein sommerheißes Festland auf der Polseite an ein kühles Meer grenzt*). Dann sind dort ja auch die Temperaturgradienten in meridionaler Richtung steil, während sie sich im Winter zwischen Festland und Meer wenigstens in den mittleren Breiten auf der südlichen Halbkugel mehr angleichen. Es fragt sich aber, ob diese Ursache allein den jährlichen Gang der I. V. zwischen rund 30 und 50° S bestimmt. Wenn nämlich eine enge Beziehung zwischen der I. V. und dem Temperaturgradienten besteht, so muß auch auf den Ozeanen die I. V. der Temperatur in den genannten Breiten im Sommer größer sein als im Winter, da, wie oben gezeigt, der Temperaturgradient diese Periode hat. Es käme dann also nicht bloß auf den erwähnten Gegensatz von Festland und Meer an, sondern es handelte sich dann ganz allgemein um eine planetarische Periode der I. V., die allerdings in Südamerika, Afrika und Australien einen stärkeren terrestrischen Einschlag erhält.

Nun fehlt es leider an Werten der I. V. auf dem Meere, um deren jährliche Periode zu ermitteln. Man ist deshalb darauf angewiesen, sie von Inselstationen abzuleiten. Dazu steht aber in den fraglichen Breiten bisher nur die Kerguelen-Station zur Verfügung. Süd-Georgien und Macquarie-Insel liegen schon südlich der fraglichen Zone; sie haben daher winterliche Maxima der I. V. Auf Kerguelen ist dies nun freilich auch der Fall, aber das Sommermittel der I. V. 1°93 ist vom Wintermittel 2°10 wenig verschieden und die doppelte Periode ist für diese Insel, die mit 49°4 S ja schon nahe an der Grenze des Übergangs von dem sommerlichen zum winterlichen Maximum der I. V. gelegen sein kann, eine charakteristische Erscheinung. Bei Südamerika finden wir dasselbe, die doppelte Periode der I. V. ganz im Süden, im Feuerland. Ushuaia (54°9 S) hat nach fünfjährigen Beobachtungen im Sommer 2°08, im Winter 1°87, im Herbst und Frühling weniger. In der Orange-Bai bei Kap Horn (55°5 S) fand die französische Polar-Expedition 1882/83 im Sommer 1°71, im Winter 1°68, im Herbst 1°47, im Frühling fehlen die Beobachtungen von September. Man sieht auch hier ein Gleichgewicht zwischen Sommer und Winter beim Übergang zum antarktischen Einflußgebiet mit seinen großen winterlichen Temperaturgradienten. So hat die Laurie-Insel auf den Süd-Orkneys in 60°7 S, d. h. nur 5° südlicher als Kap Horn, nach fast achtjährigen Mitteln bereits ein winterliches Maximum der I. V. von 4°9 und ein sommerliches Minimum von nur 0°75 **). Die „Belgica“ hatte auf ihrer Trift 1898/99 in etwa 70¹/₂° S nach H. Arctowski ein Junimaximum von 5.4, ein Januarminimum von auch nur 0.8°. Der Winterwert (5.1) wird nur von Framheim (s. oben) übertroffen (s. Tabelle 3).

*) J. Hann, a. a. O. S. 592. W. Köppen: Über die Ursachen, welche die Größe der Temperaturveränderlichkeit bestimmen. Met. Zeitschr. 1896, S. 148.

***) R. C. Mossman: Climate of the South Orkney Islands. Anales Ofic. Met. Argen Bd. XVII, S. 38, Buenos Aires 1913; The interdiurnal variability of temperature in antarctic and subantarctic regions. Quart. J. R. Met. Soc. London. Bd. 35. 1919, S. 259—274.

Bezüglich der interdiurnen Veränderlichkeit der Temperatur darf man aus dem Gesagten für erwiesen ansehen, daß sie im Bereich der Südkontinente und südlich davon mit dem jährlichen Gang der Temperaturgradienten eng zusammenhängt, d. h. in den Breiten von etwa 30 bis 50° S ein sommerliches, in den höheren Breiten ein winterliches Maximum hat. Daß die I. V. denselben Gang hat wie die vorher betrachtete unperiodische Tagesschwankung, ist ebenfalls erkennbar und verständlich. Für den Bereich der Westantarktis und des gegenüberliegenden Südamerika ist dieser Zusammenhang eingehender von L. Mecking dargestellt*). Daß auch auf den Ozeanen in denselben Zonen ein ähnlicher Unterschied der jährlichen Periode der I. V. besteht wie im Bereich der Festländer, ist zwar noch näher nachzuweisen, aber wahrscheinlich, weil die meridionalen Temperaturgradienten die sommerliche Verstärkung in 30 bis 50° Br. und die winterliche in höheren Breiten zeigen.

Die Tatsache großer Temperaturschwankungen im Sommer ist den Bewohnern Argentinien und des südlichen Australien nichts Ungewohntes. Im mittleren Argentinien und Patagonien wechseln besonders in der wärmeren Jahreshälfte die warmen und schwülen, aus den Tropen kommenden sogenannten Brasileiros oder Zondas mit den nach Vorübergang einer Depression aus S und SW einbrechenden kalten Pamperos, die mit Gewitterböen verbunden zu sein pflegen**). Im südlichen Australien sind es auf der Vorderseite der V-förmigen Teildepressionen im Sommer heiße, trockene, stauberfüllte Wüstenwinde, denen auf der Rückseite unvermittelt kalte feuchte Südwinde folgen. Diese haben ihren Ursprung in den benachbarten Meeresteilen und daher einen maritim-subantarktischen Charakter. Die Gegensätze der Luftkörper sind im Sommer sowohl in Südamerika wie in Australien größer als im Winter, da die Temperaturgradienten dann steiler sind. Im Winter verflachen sie sich.

Die verbreitete Ansicht, daß es sich bei den Pamperos Argentinien und den kaltfeuchten Südwinden Australiens um Zufuhr von Luft aus der Antarktis handle, ist (wenigstens für die unteren Luftschichten) nicht erweisbar und auch nicht wahrscheinlich. Für die australischen Kaltlufteinbrüche ist nach den Untersuchungen von L. Lammert u. a. ein viel näherer Ursprung anzunehmen***). Und dasselbe ist auch für Südamerika wenigstens die Regel. Man muß bedenken, daß zwischen den Südkontinenten und der Antarktis ein breiter Meeresring eingeschaltet ist, auf welchem die Temperaturen außerordentlich geringen Schwankungen im Vergleich zu denen der antarktischen Breiten unterliegen. Dies war ja auch einer der Ausgangspunkte dieses Vortrages. Es mögen noch einige Beispiele angeführt werden, die zeigen, wie in den äußersten (absoluten) Extremen das Meeresgebiet um 50 bis 55° S sich von den südlicheren Breiten unterscheidet.

*) L. Mecking: Die Luftdruckverhältnisse und ihre klim. Folgen in der atlantisch-pazifischen Zone. *Ergebn. d. D. Südpolar-Exped.*, Bd. III, 2. Hälfte, Berlin 1911.

***) W. Knoche: *Ann. d. Hydr.* 1938, S. 317.

***) L. Lammert: *Strahlungsmessungen und frontologische Untersuchungen in Australien. Met. Zeitschr.* 1931, S. 495 und *Beitr. z. Phys. d. freien Atmosphäre* 19, 1932, S. 204.

Auf der rund 2000 km von Südaustralien und etwa 1400 km von der antarktischen Küste entfernten Macquarie-Insel ist nach vierjährigen Beobachtungen das absolute Jahresminimum -4° , das Jahresmaximum $+11^{\circ}$ C. $12\frac{1}{2}^{\circ}$ südlicher in 67° S hatte Kap Denison nach zweijähriger Beobachtungsreihe bzw. -33° und $+5^{\circ}$. Die Jahresamplitude ist auf der Macquarie-Insel nur 3.5, bei Kap Denison und Gauss-Station 20° . An letzterer war das Jahresminimum -41° , auf der $16\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlicher gelegenen Kerguelen-Station nur -9° , die Jahresamplitude auch nur 6° . Die Meereszone zwischen Antarktis und Subtropen bremst also jede stärkere Temperaturschwankung so stark ab, daß direkte advektive Einflüsse wenigstens in den unteren Schichten aufgezehrt werden. Man könnte das noch im einzelnen belegen. Noch ein Beispiel aus dem Westen. Bei Kap Horn sank die Temperatur niemals unter -7° und das sommerliche Maximum war 24° . Auf der nur 5° südlicher gelegenen Laurie-Insel beträgt nach mehr als 30jährigen Beobachtungen, die R. C. Mossman angeregt hat, das mittlere absolute Jahresminimum -33° , das Maximum 8° , bei der schwedischen Snow-Hill-Station wieder 4° südlicher nach $1\frac{3}{4}$ jährigen Beobachtungen -39° bzw. $+9^{\circ}$.

Daß die antarktische Kaltluft nicht weit über ihren Ursprung hinaus temperaturbestimmend sein kann, wird auch der Tatsache zuzuschreiben sein, daß die Landmasse der Antarktis in etwa 60° Br. von der Zugstraße westöstlich ziehender Zyklonen umringt ist. In dieser findet eine unausgesetzte Verwirbelung und Vermischung der heterogenen Luftmassen statt, so daß weiter nördlich der spezifische Charakter der Polarluft verschwunden ist, wie die erwähnten gleichmäßigen Temperaturen schon in 55° S zeigen. Die weitüberwiegende Vorherrschaft westlicher Winde nördlich von dieser Breite läßt auch das Eindringen südlicher Luftmassen nur selten und in beschränktem Maße zu. Die schematische Zeichnung von antarktischen Stromlinien bis in die mittleren Breiten hinein, wie sie von W. Lockyer u. a. vorgenommen wurde, läßt sich keinenfalls rechtfertigen.

5. Noch eine andere Gruppe von Erscheinungen kann erwähnt werden, obgleich ihr Zusammenhang mit den vorigen nicht sehr naheliegt. Es handelt sich um die *Windstärke* und ihre jährliche Periode. Nach den Erfahrungen auf der nördlichen Halbkugel hat man die größte mittlere Windstärke und Sturmhäufigkeit in der kälteren Jahreshälfte zu erwarten. Ausnahmen finden sich nur auf beschränkten Räumen*). Auf der südlichen Halbkugel ist das aber nicht so. Zwar ist der Südostpassat im Winter stärker als im Sommer und auch bei den Winden in den Breiten jenseits 55° S und am Rande der Antarktis ist das der Fall. Jedoch in der Zone südlich der Rossbreiten verhält es sich anders. Dort ist die Luftbewegung im Sommer oder Frühling am stärksten. Dies ergibt sich deutlich aus den Beobachtungen in Argentinien und Chile wie auch im südlichen Australien. Am bekanntesten ist der sommerliche Sturmreichtum bei Kap Horn nach den Beobachtungen der französischen Expedition 1882/83**). Das größte

*) K. Brose: Der jährliche Gang der Windgeschwindigkeit auf der Erde. R.-Amt f. Wetterdienst, Wiss. Abh., Bd. 1, Berlin 1936.

***) J. Hann: Met. Zeitschr. 1889, S. 97.

Monatsmittel (9,2 m/sec) fiel auf Januar, das niedrigste (5.6) auf Juni. Im Sommer gab es 177 Stunden mit Sturm, im Winter nur 89. In Patagonien ist dieselbe Periode festgestellt. Bahia Blanca, Santa Cruz u. a. haben ihre stärksten Winde im Sommer und Frühling, die schwächsten im Winter. In der Antarktis ist umgekehrt der Sommer die ruhigste Zeit, wenn auch dann noch heftige Stürme vorkommen können. An der Gauß-Station hatte der Sommer 4.9, der Winter 6.9 m/sec, Zahl der Sturmstunden 140 (> 15 m/sec) bzw. 301. Eine besondere Stellung nimmt auch hier wieder die Insel Kerguelen ein, sie gehört noch in die Zone sommerlicher Windstärkenmaxima: Sommer 9,3, Winter 8,6 m/sec; Sturmstunden 138 bzw. 118. Auf der südlicher gelegenen Macquarie-Insel gleichen sich Winter und Sommer bis auf wenige Zehntel (7.4 bzw. 7.0): Übergang zur antarktischen Periode. Man findet also, daß die Windstärken sich nach ihrem jährlichen Gang ähnlich anordnen wie die oben betrachteten Temperaturelemente.

6. Einen Zusammenhang zwischen der mittleren Luftdruckverteilung und Windstärke wird man nur dort erwarten dürfen, wo die Richtung der Gradienten und der Winde wenig schwankt. Das ist im Gebiet der Passate und der Westwinde annähernd der Fall. Die letzteren sind ja auf der südlichen Halbkugel zwischen 40 und 55° Br. weit konstanter als auf der nördlichen. Bringt man nun die meridionalen *Luftdruckgradienten* in diesen Windgebieten mit der Windstärke in Vergleich, so ergibt sich folgendes: Im Kerngebiet des Südostpassats (5—25° S) ist der Luftdruckgradient ebenso wie die Windstärke im Winter größer als im Sommer. Dagegen ist im zentralen Gebiet der Westwinde (45 bis 55° S) die Jahresperiode beider Elemente eine umgekehrte. Letztere Tatsache ließ sich aus den Monatskarten des Luftdrucks im Meteorologischen Atlas der Deutschen Südpolarexpedition ableiten. So erweitert sich der Bereich der Beziehungen auch auf die Luftdruckverteilung. Ein näheres Eingehen auf diese würde hier zu weit führen.

Die wesentlichsten *Ergebnisse der Untersuchung* lassen sich dahin zusammenfassen, daß als charakteristisches Merkmal für die Temperaturverhältnisse der südlichen Halbkugel in der Zone von etwa 35 bis 55° S (mit lokal bedingten Ausnahmen), abweichend von den niederen und höheren Breiten, ein sommerliches Maximum der meridionalen Temperaturgradienten, der unperiodischen Tageschwankung und der interdiurnen Veränderlichkeit der Temperatur auftritt und daß auch die Windstärke und der Luftdruckgradient in mittleren Breiten im Sommer stärker ist als im Winter. Diese Beziehungen lassen sich als planetarisch auffassen, da sie nicht nur im Bereich der Festländer, sondern auch auf den Ozeanen auftreten, soweit sich das aus den Beobachtungen auf Inseln feststellen oder schließen läßt.

Ausführlichere Belege werden ich noch an anderer Stelle bringen.