

DIE WÄRMEVERTHEILUNG AUF DER ERDOBERFLÄCHE.

VON

RUDOLF SPITALER,

ASSISTENT AN DER K. K. UNIVERSITÄTS-STERNWARTEN ZU WIEN.

(Mit 1 Tabelle.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 5. JUNI 1885.

Dove's verdienstvolle Arbeit über die Vertheilung der Wärme auf der Oberfläche der Erde, welche im Jahre 1852 erschien, hat so viele interessante Thatsachen zu Tage gefördert, dass es sich der Mühe lohnen dürfte, die Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche neuerdings mit Zugrundelegung des seither gewonnenen neuen Beobachtungsmaterials zu untersuchen, zumal weil wir jetzt auch die Temperaturverhältnisse der südlichen Hemisphäre besser kennen, die Dove nur in wenigen und unsicheren Daten, zumal für höhere Breiten, zu Gebote standen.

Bekanntlich nennt Dove die normale Temperatur eines Parallelkreises jene, welche auf demselben herrschen würde, wenn die verschiedenen, wirklich vorhandenen Temperaturen auf demselben gleichmässig vertheilt wären. Er findet dieselbe, indem er seinen Isothermenkarten die Temperatur von 36 äquidistanten Punkten desselben Parallels entnimmt und das arithmetische Mittel aus diesen Werthen als die normale Temperatur des betreffenden Parallels betrachtet.

Er erhielt auf diese Weise folgende Temperaturen jedes 10. Breitegrades, die hier wie im Folgenden bei allen Temperaturangaben in Celsius-Grade umgesetzt sind:

N. Br.	Januar	Juli	Jahr
90	— 32·5	— 0·7	— 16·5
80	— 29·1	1·1	— 14·0
70	— 24·4	7·3	— 8·9
60	— 15·8	13·5	— 1·0
50	— 6·8	17·0	5·4
40	4·6	22·4	13·6
30	14·8	25·8	21·0
20	21·1	27·6	25·2
10	25·1	27·1	26·6
0	26·1	25·9	26·5

Für das Jahresmittel der südlichen Hemisphäre findet Dove folgende Werthe:

S. Br.	Jahr
0	26·5
10	25·6
20	23·4
30	19·4
40	12·6

Diese letzteren Zahlen galten bereits schon für sehr unsicher, da sie nur aus einem sehr geringen Beobachtungsmaterial abgeleitet sind; über den 40. Parallel hinaus fehlten ihm Temperaturangaben vollständig.

Die Grundlage für die vorliegende Untersuchung lieferten die neuen Isothermenkarten von Wild und Prof. Hann, welche nach dem sämtlichen bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterial der Erde gezeichnet wurden.¹ Ich habe für jeden 10. Breitengrad von 5 zu 5 Längengraden, für die dazwischenliegenden Breitengrade aber nur für jeden 10. Längengrad die Temperatur des Jahresmittels bestimmt, sowie die mittleren Temperaturen der beiden extremen Monate Januar und Juli graphisch interpolirt und auf diese Weise einerseits aus je 72, andererseits aus je 36 äquidistanten Temperaturwerthen die normale Temperatur der Parallelkreise bestimmt und folgende Resultate erhalten.

Jahr.

Breite	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Nördl. Hem.	25·9	26·1	26·4	26·3	25·6	23·7	20·3	17·1	14·0
Südl. „	25·9	25·5	25·0	24·2	22·7	20·9	18·5	15·2	11·8
Unterschied	0·0	0·6	1·4	2·1	2·9	2·8	1·8	1·9	2·2
Mittel aus N. u. S.	25·9	25·8	25·7	25·3	24·2	22·3	19·4	16·2	12·9
Breite	45	50	55	60	65	70	75	80	90
Nördl. Hem.	9·6	5·6	2·3	−0·8	−4·3	−9·9	−13·3	−16·5	−20·0
Südl. „	8·9	5·9	3·2	0·2 ²	.	−4·9 ²	.	−8·4 ²	−9·3 ²
Unterschied	0·7	−0·3	−0·9	−1·0	.	−5·0	.	−8·1	−10·7
Mittel aus N. u. S.	9·3	5·8	2·8	−0·3	.	−7·4	.	−12·5	−14·7

Januar.

Breite	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Nördl. Hem.	26·2	26·2	25·7	23·9	21·7	18·4	13·9	8·8	3·9
Südl. „	26·2	26·1	25·9	25·7	25·5	24·7	22·6	19·3	16·1
Unterschied	0·0	−0·1	0·2	1·8	3·8	6·3	8·7	10·5	12·2
Breite	45	50	55	60	65	70	75	80	90
Nördl. Hem.	−2·3	−7·2	−10·9	−16·0	−22·5	−25·5	−29·1	−32·0	−36·0
Südl. „	12·5	8·1	4·6	.	.	.	.	.	.
Unterschied	14·8	15·3	15·5	.	.	.	.	.	.

¹ Für die Erde überhaupt liegen mir Isothermen-Karten von Hann im Maassstabe der Erdkarten in Stieler's Handatlas vor. Für Nordamerika wurden Hann's neue Isothermen (bis August 1884 ergänzt) auf Karten im Maassstabe des Stieler'schen Handatlases, für ganz Nord-Asien und Ost-Europa die Isothermenkarten von Wild aus dem Atlas in dessen Werke: „Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches“ verwendet. Hann's Karten werden erscheinen in der neuen Auflage von Berghaus physikal. Atlas. Gotha. Perthes. (Herr Prof. Hann hat mir dieselben in der Form von corrigirten Probe-Drucken zur Benützung überlassen.)

² Es sind hier die von Prof. Hann ermittelten Temperaturen eingesetzt, die aber nur für ein offenes, eisfreies Meer gelten würden. J. Hann, Über die Temperatur der südlichen Hemisphäre. Sitzungsber. d. Wiener Akad., mathem.-naturw. Cl., II. Abth., Jännerheft 1882.

Juli.

Breite	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Nördl. Hem.	25·5	26·1	26·7	27·9	28·1	28·0	27·4	25·8	23·8
Südl.	25·5	24·9	24·0	22·6	20·5	18·1	15·3	12·4	9·7
Unterschied	0·0	1·2	2·7	5·3	7·6	9·9	12·1	13·4	11·1

Breite	45	50	55	60	65	70	75	80	90
Nördl. Hem.	20·8	18·1	15·7	14·1	12·2	7·3	·	4·0	2·6
Südl.	6·7	3·2	— 0·6	·	·	·	·	·	·
Unterschied	14·1	14·9	16·3	·	·	·	·	·	·

Vergleicht man diese Zahlen mit den von Dove ermittelten, so findet man eine ziemliche Übereinstimmung, wie folgende Nebeneinanderstellung der mittleren Jahrestemperaturen zeigt:

Breite	Hemisphere													
	Südliche.							Nördliche.						
	40	30	20	10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Dove	12·6	19·4	23·4	25·6	26·5	26·6	25·2	21·0	13·6	5·4	—1·0	—8·9	—14·0	—16·5
Spitaler	11·8	18·5	22·7	25·0	25·9	26·1	25·6	20·3	14·0	5·6	—0·8	—9·9	—16·5	—20·0
Dove—Spitaler . . .	0·8	0·9	0·7	0·6	0·6	0·2	—0·4	0·7	—0·4	—0·2	—0·2	1·0	2·5	3·5

Auch die von Dove und mir gefundenen Temperaturen der beiden Monate Januar und Juli zeigen eine recht befriedigende Übereinstimmung, obgleich im Allgemeinen Dove für Januar höhere, für Juli hingegen fast durchwegs niedrigere Temperaturen findet als ich.

Abgesehen von diesen geringen Differenzen sind wir somit berechtigt anzunehmen, dass wir die normale Temperatur der einzelnen Breitengrade schon ziemlich genau kennen. Es werden daher auch die im weiteren folgenden Deductionen auf die mittlere Temperatur der beiden Hemisphären, sowie der ganzen Erde, auf die Temperatur einer reinen Wasser- oder Landhemisphäre u. s. w. nicht wesentlich von jenen abweichen, welche Dove selbst, dann später Forbes, Ferrel, Schoch und andere mit Dove's Angaben über die Temperatur der Breitenkreise abgeleitet haben.¹

Ein Vergleich zwischen den mittleren Jahrestemperaturen der nördlichen und südlichen Hemisphäre zeigt, dass vom Äquator bis zum 45. Parallel die nördliche Hemisphäre wärmer ist als die südliche; es erreicht dieser Unterschied am 20. und 25. Parallel sein Maximum mit 2°9 und 2°8. Jenseits des 45. Parallels kehren sich die Verhältnisse um, es wird die südliche Hemisphäre wärmer als die nördliche, und zwar ist dies in einem solchen Maasse der Fall, dass in den höchsten Breiten der Unterschied schon nahe an 10° beträgt, wenn den von Prof. Hann abgeleiteten Temperaturen der hohen südlichen Breiten reelle Bedeutung zukommt.

Der wärmste Parallel ist nicht der Äquator, sondern der von 10° n. Br. mit einem Wärmetüberschuss gegenüber dem Äquator von 1/2°.

¹ Dove, Die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde. Berlin 1852.
 J. D. Forbes, Inquiries about Terrestrial Temperature. Trans. Edinb. Soc. Vol. XXII.
 Ferrel, Meteorological Researches I. U. S. Coast Survey Report. 1875. (Mit Zugrundelegung von Buchan's Isothermenkarten.)
 W. Schoch, Darstellung der mittleren Jahrestemperaturen als Function der geographischen Breite und Länge. Zürich 1856.

Im Juli rückt der thermische Äquator sogar hinauf bis zum 20° n. Br. mit einer Wärmedifferenz zwischen dem astronomischen Äquator von 2°6; ja selbst im Januar, dem Winter der nördlichen Hemisphäre, bleibt der thermische Äquator noch etwas nördlich vom astronomischen, indem der Parallel von 5° n. Br. noch dieselbe Temperatur wie der Äquator aufweist.

Es widersprechen diese Erscheinungen ganz den Forderungen des solaren Klimas, so dass es ein vergeblicher Versuch sein musste, wie er schon früher vielen Anderen fehlgeschlagen hat, die Temperatur der Parallelkreise beider Hemisphären als einfache Function der geographischen Breite darzustellen.

Am besten lassen sich die Temperaturen der beiden Hemisphären durch die einfache Formel

$$T_p = -26.43 + 52.57 \cos \varphi$$

darstellen, welche aber für die höchsten Breiten zu niedrige Werthe gibt.

Für die Wärmeabnahme vom Äquator gegen die Pole hin ergeben sich folgende Zahlen, bei denen ein vorgesetztes — Wärmezunahme bedeutet:

Breite		0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—45
Jahr	Nördl. Hem.	—0.2	—0.3	0.1	0.7	1.9	3.4	3.2	3.1	4.4
	Südl. "	0.4	0.5	0.8	1.5	1.8	2.4	3.3	3.4	2.9
Januar	Nördl. Hem.	0.0	0.5	1.8	2.2	3.3	4.5	5.1	4.9	6.2
	Südl. "	0.1	0.2	0.2	0.2	0.8	2.1	3.3	3.2	3.6
Juli	Nördl. Hem.	—0.6	—0.6	—1.2	—0.2	0.1	0.6	1.6	2.0	3.0
	Südl. "	0.6	0.9	1.4	2.1	2.4	2.8	2.9	2.7	3.0
Breite		45—50	50—55	55—60	60—65	65—70	70—75	75—80	80—90	0—55
Jahr	Nördl. Hem.	4.0	3.3	3.1	3.5	5.6	3.4	3.2	3.5	23.6
	Südl. "	3.0	2.7	3.0	5.1	3.5	3.5	0.9	22.7	
Januar	Nördl. Hem.	4.9	3.7	5.1	6.5	3.0	3.6	2.9	4.0	37.1
	Südl. "	4.4	3.5	.	.	.	.	.	.	21.6
Juli	Nördl. Hem.	2.7	2.4	1.6	1.9	1.9	3.3	1.4	0.6	9.8
	Südl. "	3.7	3.8	.	.	.	.	.	.	26.1

Auf beiden Hemisphären nimmt die Temperatur vom Äquator gegen die Pole hin anfangs langsam, in mittleren Breiten rascher, gegen die Pole hin wieder langsamer als in mittleren Breiten, aber rascher als in niederen ab.

Während auf der nördlichen Hemisphäre das erste Maximum rascher Temperaturabnahme zwischen dem 40. und 45. Breitengrad eintritt, finden wir auf der südlichen Halbkugel das analoge Maximum schon zwischen dem 35. und 40. Breitengrad eintreten, ohne jedoch dieselbe Grösse wie auf der nördlichen Hemisphäre zu erreichen.

Das Hauptmaximum rascher Temperaturabnahme tritt auf beiden Hemisphären zwischen dem 60. und 70. Breitengrad ein; es ändert sich zwischen diesen beiden Breitengraden auf der nördlichen Halbkugel die Temperatur um 9°1, auf der südlichen um 5°1.

Die rasche Wärmeabnahme zwischen 65° und 70° n. Br., welche später ihre Erklärung in Folge des gewaltigen Einflusses des Golfstromes finden wird, bleibt im Januar und Juli auch die grösste, nur rückt sie im Januar etwas südlicher.

Der Unterschied der Wärmeabnahme vom Äquator bis zum 55. Breitengrad beider Hemisphären beträgt nahezu 1°; auf der nördlichen Halbkugel ist die Abnahme um diesen Betrag grösser.

Die Wärmezunahme vom Äquator bis zum 20. Breitengrad während des Sommers der nördlichen Hemisphäre bleibt noch im Jahresmittel bis zum 10. Breitenkreis kenntlich.

Im Sommer der südlichen Halbkugel nimmt die Temperatur wenigstens bis zum 55. Breitengrad mehr als doppelt so schnell ab als während des Sommers der nördlichen Hemisphäre. Im Winter ist das Umgekehrte, aber nicht mehr in dem Maasse als im Sommer der Fall; es erfolgt die Abnahme auf der nördlichen Hemisphäre rascher als auf der südlichen, woraus im Allgemeinen folgt, dass während des Winters einer Erdhälfte, also während der Zeit, wo die Sonne jenseits des Äquators weilt, die Wärmeabnahme gegen die Pole hin eine viel raschere ist als während des Sommers, wo die Sonne in der betreffenden Erdhälfte weilt.

Im Mittel aus beiden Hemisphären beträgt die Wärmeabnahme vom Äquator bis zum 55. Breitengrad im Winter 31°6, im Sommer 15°7, also erfolgt die Abnahme der Temperatur um die Hälfte langsamer im Sommer als im Winter. Darans ergibt sich als mittlere Temperaturabnahme der Erde überhaupt vom Äquator bis zum 55. Breitengrad 23°6, die nahezu mit der mittleren Abnahme übereinstimmt, 23°1, wie sie sich aus den Jahresmitteln beider Hemisphären ergibt.

Während die südliche Hemisphäre sowohl im Sommer als im Winter Gleichmässigkeit in der Wärmeabnahme zeigt, weist die nördliche Hemisphäre den Charakter der Unbeständigkeit an, im Winter rasche, im Sommer langsame Wärmeabnahme vom Äquator gegen die höheren Breiten hin.

Dieser grosse Gegensatz zwischen der nördlichen und südlichen Hemisphäre tritt besonders auffallend hervor, wenn man die Unterschiede zwischen der Januar- und Julitemperatur zusammenstellt, die für mittlere und höhere Breiten mit der jährlichen Amplitude der Temperatur, d. i. mit dem Unterschiede zwischen dem kältesten und wärmsten Monat zusammenfallen:

Breite	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90
Nördl. Hem.	1·0	4·0	6·4	9·6	13·5	17·0	19·9	23·1	25·3	26·6	30·1	34·7	32·8	33·1	34·6	38·0
Südl. „	1·9	3·1	5·0	6·6	7·3	6·9	6·4	5·8	4·6	5·2	.	.	.	.	.	.

Während die grösstentheils mit Wasser bedeckte südliche Hemisphäre vom Sommer zum Winter nur geringen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist, die unter dem 30. Breitenkreis ihr Maximum erreichen, sehen wir auf der nördlichen Hemisphäre, wo die Landbedeckung vorwiegt, eine sehr grosse jährliche Wärmeschwankung.

Abgesehen vom Pol, dessen Temperaturdaten ja sehr unsicher sind, findet sich die grösste jährliche Wärmeschwankung der nördlichen Halbkugel und der Erde überhaupt unter dem 65° n. Br. mit 34°7.

Wie aus nachstehenden Zahlen ersichtlich, stellt das Mittel aus den Januar- und Julitemperaturen die mittlere Jahrestemperatur der einzelnen Breitengrade so gut dar, dass der Unterschied mit Ausnahme der höchsten Breiten im Maximum nur 1° beträgt, meist aber 1/2° gar nicht erreicht.

Nördliche Hemisphäre.

Breite	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90
1/2 (Jan. + Juli) . .	25·8	26·6	26·2	25·9	24·9	23·2	20·6	17·3	13·9	9·2	5·1	2·4	-0·9	-5·1	-9·1	-12·6	-14·7	-17·0
Jahr	25·9	26·1	26·4	26·3	25·6	23·7	20·3	17·1	14·0	9·6	5·6	2·3	-0·8	-4·3	-9·9	-13·3	-16·5	-20·0
Unterschied	-0·1	0·0	-0·2	-0·4	-0·7	-0·5	0·3	0·2	-0·1	-0·4	-0·2	0·1	-0·1	-0·8	0·8	0·7	1·8	3·0

Südliche Hemisphäre.

Breite	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90
1/2 (Jan. + Juli) . .	25·8	25·5	24·9	24·1	23·0	21·4	19·0	15·8	12·9	9·6	5·7	2·0	.	.	.	.	.	.
Jahr	25·9	25·5	25·0	24·2	22·7	20·9	18·5	15·2	11·8	8·9	5·9	3·2	.	.	.	.	.	.
Unterschied	-0·1	0·0	-0·1	-0·1	0·3	0·5	0·5	0·6	1·1	0·7	-0·2	-1·2	.	.	.	.	.	.

Ans den im Vorhergehenden ersichtlich gemachten grossen Unterschieden in den Temperaturverhältnissen der beiden Hemisphären geht mit Genüge hervor, dass es unmöglich ist, eine einfache Formel aufzustellen, welche nur abhängig von der geographischen Breite die Temperaturen der Parallelkreise beider Erdhälften darstellt.

Wirft man einen näheren Blick auf die Isothermenkarten, so springt einem im Verlauf der Isothermen deutlich der Einfluss der verschiedenen Vertheilung von Wasser und Land in die Augen. Während nördlich vom 45. Breitengrad über den Continenten sich die convexen Scheitel der Isothermenlinien gegen den Äquator hin ausbauchen, also das Land die Temperatur erniedrigt, finden wir zwischen dem Äquator und dem 45. Breitengrad gerade das Gegentheil, es wirkt hier das Land Temperatur erhöhend.

Schon Dove bemerkt, dass die verschiedene Vertheilung von Wasser und Land auf der Erdoberfläche das solare Klima modificiren müsse, aber erst dem englischen Physiker James D. Forbes¹ ist es gelungen, diesen Einfluss vollständig zu erkennen und in Rechnung zu ziehen.

Er stellte die mittlere Jahrestemperatur eines Parallelkreises durch die Formel

$$T_{\varphi} = A + B \cos^{5/4} \varphi + Cn \cos 2\varphi$$

dar, worin A , B , C constante Grössen bedeuten, die er dadurch bestimmt, dass er für drei Parallelkreise der nördlichen Hemisphäre die von Dove gefundenen Temperaturen einsetzt und die drei Gleichungen nach den Unbekannten A , B , C auflöst. n bedeutet, wie viele Theile des Parallels mit Land bedeckt sind, ist somit für eine Wasserhemisphäre gleich 0, für eine Landhemisphäre gleich 1 und erscheint in der Formel mit $\cos 2\varphi$ multiplicirt, damit das Glied über 45° negativ wird, weil dort das Land die Temperatur erniedrigt.

Obwohl er die Constanten der Formel nur aus drei Parallelkreisen der nördlichen Hemisphäre bestimmte, stellte er doch damit auch die Temperaturen der südlichen Hemisphären recht befriedigend dar, indem der Unterschied zwischen den beobachteten und berechneten Zahlen 2° Fahr. nur wenig übersteigt.

Die Werthe für n hat er sich selbst aus directen Abmessungen von Karten bestimmt und sind dieselben in der folgenden Tabelle unter „Forbes I“ angeführt. Ausserdem aber hat er, von der Ansicht ausgehend, dass auch die den Parallel nördlich und südlich begleitende Ländermasse auf die Temperaturmodification des betreffenden Parallels Einfluss nimmt, diese Werthe durch graphische Ausgleichung ihrem Zwecke mehr anzuschmiegen versucht und dafür die unter „Forbes II“ angeführten Zahlen erhalten.¹

Unter „Dove“ sind die von Dove in seiner detaillirten Untersuchung über die Vertheilung von Wasser und Land auf der Erdoberfläche² gefundenen Zahlen für n angeführt.

	Breite	Forbes I	Forbes II	Dove		Breite	Forbes I	Forbes II	Dove	
Hemisphäre Nördliche	75	.	.	0.265	Südliche	0	0.216	0.21	0.208	
	70	0.483	0.48	0.543		5	.	.	.	0.234
	65	.	.	0.762		10	0.201	0.22	.	0.215
	60	0.568	0.58	0.609		15	.	.	.	0.224
	55	.	.	0.549		20	0.225	0.22	.	0.235
	50	0.563	0.55	0.587		25	.	.	.	0.223
	45	.	.	0.496		30	0.200	0.18	.	0.205
	40	0.445	0.47	0.372		35	.	.	.	0.097
	35	.	.	0.437		40	0.040	0.07	.	0.041
	30	0.434	0.40	0.452		45	.	.	.	0.031
	25	.	.	0.384		50	0.021	.	.	0.019
	20	0.308	0.32	0.315		55	.	.	.	0.018
	15	.	.	0.258						
	10	0.234	0.24	0.242						
	5	.	.	0.241						

¹ A. a. O.

² Dove, Über die Verhältnisse des Festen und Flüssigen auf der Erdoberfläche. Zeitschr. f. allg. Erdkunde. Neue Folge. Bd. XII. 1862.

Ein Versuch, die Temperatur der Parallelkreise im Jahresmittel durch die einfache Formel

$$T_{\varphi} = A + B \cos \varphi + Cn \cos 2\varphi$$

darzustellen, deren Constanten A , B , C aus den gefundenen Temperaturen der nördlichen und südlichen Hemisphäre beiderseits bis zum 40. Breitengrad nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt und worin für n die von Dove ermittelten Zahlen genommen wurden, ergab die Formel

$$T_{\varphi} = -16.82 + 37.42 \cos \varphi + 26.04 n \cos 2\varphi,$$

welche allerdings bis zum 40. Parallel die Temperaturen ganz gut wiedergibt, für die höheren Breiten aber viel niedrigere Temperaturen anweist, als sie die Beobachtung ergibt.

Auch der Versuch statt des zweiten Gliedes mit $\cos \varphi$ nach Forbes $\cos^5 \varphi$ zu setzen, schlug fehl, da mir die Temperaturen nicht ganz befriedigend wiedergegeben schienen.

Ich sah mich daher veranlasst noch ein weiteres Glied mit $\cos 2\varphi$ einzuführen und bestimmte für die Formel

$$T_{\varphi} = A + B \cos \varphi + C \cos 2\varphi + Dn \cos 2\varphi$$

die Constanten aus den Temperaturwerthen jedes 10. Parallelkreises der nördlichen Hemisphäre mittelst der Methode der kleinsten Quadrate und erhielt mit Dove's Werthen für n folgende Formel

$$T_{\varphi} = -11.28 + 30.98 \cos \varphi + 4.28 \cos 2\varphi + 13.24 n \cos 2\varphi, \tag{I)}$$

welche die Temperaturen folgendermassen darstellt:

Breite		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Hemisphäre Nördl.	Formel	26.7	26.9	26.3	25.3	24.3	22.8	20.7	17.5	14.0	10.6	6.5	2.5	-1.9	-7.4	-9.5
	Beobachtung	25.9	26.1	26.4	26.3	25.6	23.7	20.3	17.1	14.0	9.6	5.6	2.3	-0.8	-5.6	-9.9
	Beob. — Formel	-0.8	-0.8	0.1	1.0	1.3	0.9	-0.4	-0.4	0.0	-1.0	-0.9	-0.2	1.1	1.8	-0.4
Hemisphäre Südl.	Formel	26.7	26.8	25.9	24.9	23.5	21.4	19.0	16.0	13.3	10.6	7.8	4.9	.	.	.
	Beobachtung	25.9	25.5	25.0	24.2	22.7	20.9	18.5	15.2	11.8	8.9	5.9	3.2	.	.	.
	Beob. — Formel	-0.8	-1.3	-0.9	-0.7	-0.8	-0.5	-0.5	-0.8	-1.5	-1.7	-1.9	-1.7	.	.	.

Es sind hier die Temperaturen der 5. Parallelgrade, die bei der Ableitung der Constanten nicht verwendet wurden, nur deshalb mit angesetzt, damit man sieht, wie die Formel auch diese Zahlen darstellt.

Obwohl diese Formel für die südliche Hemisphäre durchwegs zu hohe Temperaturen gibt, so sind die Resultate im Allgemeinen doch befriedigend.

Da die von Forbes und Dove gefundenen Werthe für n mitunter von einander abweichen, wurden die Constanten obiger Formel auch mit Forbes' Werthen für n gerechnet und folgendes Resultat erzielt:

$$T_{\varphi} = -14.38 + 35.24 \cos \varphi + 3.44 \cos 2\varphi + 12.13 n \cos 2\varphi. \tag{II)}$$

Diese Formel zeigt, wenn man die Differenzen betrachtet, welche die Darstellung der Temperaturen mittelst derselben gegenüber den beobachteten Werthen übrig lässt, mit Formel I eine fast vollständige Übereinstimmung; es geben beide Formeln an denselben Stellen dieselben Abweichungen von den beobachteten Temperaturen, dieselben thermischen Anomalien, wenn man diese Differenzen so nennen darf.

Es scheint also, dass die mittleren Temperaturen der einzelnen Breitengrade noch von anderweitigen Einflüssen als der verschiedenen Wasser- und Landvertheilung abhängig sind. Der zunächstliegende Grund hierfür scheinen mir die Meeresströmungen zu sein.

Wenngleich die Annahme von Forbes im Grossen und Ganzen richtig ist, dass der Wärmetransport durch Luft- und Meeresströmungen auf die mittlere Temperatur eines Parallels von sehr geringem Einfluss sein muss, weil man annehmen darf, dass die warmen Strömungen unter dem einen Parallel vollständig compensirt werden

durch die rückläufigen kalten Strömungen unter einem anderen,¹ so kann es in gewissen Fällen doch vorkommen, dass nicht vollständiges Gleichgewicht hergestellt wird.

Ein Blick auf die Karte der Meeresströmungen und der Isothermen zeigt dies sehr deutlich beim Golfstrom. Während er im nordatlantischen Ocean, besonders an der Westküste von Europa, die Isothermen von 6° und 8°, welche sich in Amerika und Asien dem 45. Parallelkreis anschmiegen, hinauf zum 60. und 65. Parallel drängt, ist ein Ausgleich durch eine ebenso einflussreiche kalte Rückströmung durchaus nicht merkbar. Die warmen Wassermassen, welche der Golfstrom in nördliche Breiten führt, können sich hier nur schwer mit dem kalten Wasser der Polarmeere vermischen, weil durch die Verbreiterung der Continente in nördlichen Breiten die Meere eingeeengt und nahezu von dem Polarmeere abgetrennt werden. Dieses warme Wasserbecken erwärmt aber in Folge der West- und Südwestwinde, welche desto heftiger wehen, je wärmer das Wasser ist, den grösseren Theil des nordwestlichen Europa. Es kann uns also nicht befremden, wenn uns die Isothermen für den 60. und 65. Parallel so auffallend hohe Temperaturen geben, es greift der Einfluss des Golfstromes auf die mittlere Temperatur des Parallels von 60° und 65° sehr erheblich ein. Die Erhöhung der mittleren Temperatur des 70. Parallels infolge des Golfstromes wird durch die Einschiebung des asiatischen Kältepoles compensirt.

Es ergeben beide Formeln niedrigere Temperaturen als die Beobachtung bei

10° n. Br. um 0°1
15 " " " 1·0
20 " " " 1·3
25 " " " 0·9

fernere bei

60° n. Br. um 1·1
65 " " " 1·8

sonst durchwegs etwas zu hohe Temperaturen.

Für den Grund dieser Abweichung spricht die Karte sehr deutlich. Zwischen 10° und 25° n. Br. ist der heisse Wüstengürtel der Sahara eingelegt, welcher mit seinen hohen Temperaturen mit grossem Gewichte in die mittleren Temperaturen der über ihn hinwegziehenden Parallelkreise eintritt, bei 60° und 65° hingegen erkennen wir den gewaltigen Einfluss des Golfstromes.

Schliessen wir zur Bestimmung der Constanten unserer Formel diese abnormalen Breitengrade von 20° und 60° aus, so erhalten wir:

$$T_{\varphi} = -2.43 + 17.61 \cos \varphi + 7.05 \cos 2\varphi + 19.29 n \cos 2\varphi, \tag{III}$$

womit die Temperaturen der einzelnen Breitenkreise folgendermassen dargestellt werden:

Breite		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Hemisphäre Nördl.	Formel	26.2	26.6	25.9	25.0	24.2	22.8	20.7	17.3	13.5	10.0	5.7	1.6	-3.0	-8.9	-9.8
	Beobachtung	25.9	26.1	26.4	26.3	25.6	23.7	20.3	17.1	14.0	9.6	5.6	2.3	-0.8	-4.3	-9.9
	Beob. — Formel	-0.3	-0.5	0.5	1.3	1.4	0.9	-0.4	-0.2	0.5	-0.4	-0.1	0.7	2.2	4.6	-0.1
Hemisphäre Südl.	Formel	26.2	26.5	25.4	24.4	23.0	20.8	18.3	15.0	12.4	10.0	7.6	5.1	2.8	0.5	.
	Beobachtung	25.9	25.5	25.0	24.2	22.7	20.9	18.5	15.2	11.8	8.9	5.9	3.2	.	.	.
	Beob. — Formel	-0.3	-1.0	-0.4	-0.2	-0.3	0.1	0.2	0.2	-0.6	-1.1	-1.7	-1.9	.	.	.

Mit Ausnahme des 20. und 60. Breitengrades, sowie der dieselben begleitenden Parallelkreise von 65° einerseits, 15° und 25° andererseits, die aus den obgenannten Gründen wärmer sind als die Rechnung ergibt,

¹ J. Hann, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883.

stellt somit diese Formel, obwohl nur aus den Temperaturen der nördlichen Hemisphäre abgeleitet, auch die Temperaturverhältnisse der südlichen Halbkugel vollkommen befriedigend dar. Zu Gunsten der Formel sprechen auch die Differenzen Beobachtung—Formel der 5. Parallelgrade, die zur Bestimmung der Constanten nicht verwendet wurden.

Aber auch die grösseren Differenzen des 60. und 65. Parallels n. Br. lassen sich sofort eliminiren, wenn man bei der Bestimmung der mittleren Temperatur eines Parallels jenen Theil desselben auslässt, welcher am stärksten durch den Golfstrom beeinflusst wird, d. i. bei

60° n. Br. von 30° östl. Länge bis 50° westl. Länge von Greenw.
 65 " " " 30 " " " 40 " " "

Auf diese Weise ergibt sich für den

60. Parallel —2°7
 65. " —7°9,

während die Rechnung einerseits —3°0, andererseits —8°9 ergibt.

Auf dieselbe Weise lassen sich auch die Differenzen bei 15°, 20°, 25° n. Br. erklären, wo die Beobachtung wegen des heissen Wüstengürtels der Sahara höhere Temperaturen als die Rechnung ergibt.

Schliesst man bei

15° n. Br. 10° westl. Länge bis 40° östl. Länge von Greenw.
 20 " " 10 " " " 40 " " " "

aus, so erhält man als Mitteltemperatur des betreffenden Parallels 25°6, beziehungsweise 25°0, welche Werthe den berechneten sehr nahe kommen.

Wir sind somit zum Schlusse berechtigt, dass Formel III die Temperaturen der Parallelkreise hinlänglich befriedigend wiedergibt, so dass wir sie als am meisten den wirklichen Verhältnissen entsprechend den weiteren Deductionen zu Grunde legen dürfen.

Temperaturverhältnisse auf einer Land- und Wasserhemisphäre.

Setzt man, wie schon oben erwähnt wurde, in der Formel III $n=0$ oder $n=1$, so bekommt man eine Darstellung der Wärmeverhältnisse auf einer Wasser- beziehungsweise Landhemisphäre:

Breite	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Wasserhemisph.	22·2	21·5	19·5	16·3	12·3	7·7	2·8	— 1·8	— 5·5	— 9·5
Landhemisph.	41·5	39·7	34·3	26·0	15·7	4·3	— 6·8	— 16·6	— 23·6	— 28·8
Unterschied	19·3	18·2	14·8	9·7	3·4	— 3·4	— 9·6	— 14·8	— 18·1	— 19·3

Da auch die Formel

$$T_{\varphi} = (21 \cdot 34 \cos \varphi - 6 \cdot 13 \sin \varphi) + 25 \cdot 81 n \cos 2 \varphi$$

die Temperaturen der einzelnen Breiteregrade recht gut wiedergibt, habe ich auch nach dieser Formel die Temperaturvertheilung auf einer Wasser- und Landhemisphäre berechnet und erhalte als Mittel aus dieser und obiger Formel folgendes Bild der Temperaturvertheilung :

Breite	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Wasserhemisph.	21·8	20·8	18·8	15·9	12·4	8·3	4·1	— 0·2	— 3·9	— 7·8
Landhemisph.	44·3	42·0	36·1	27·1	16·3	4·4	— 7·2	— 17·5	— 25·1	— 30·4
Unterschied	22·5	21·2	17·3	11·2	3·9	— 3·9	— 11·3	— 17·3	— 21·2	— 22·6

welches mit dem von Forbes aufgestellten

Breite	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Wasserhemisph.	22·2	21·2	19·6	17·4	12·7	7·6	.	.	.	—10·8
Landhemisph.	44·8	42·5	36·4	26·0	15·7	3·6	.	.	.	—32·0
Unterschied	22·6	21·3	16·8	8·6	3·0	—4·0	.	.	.	—21·2

recht gut übereinstimmt.

Wie die Darstellung der Temperaturverhältnisse einer Wasser- und Landhemisphäre nach Formel III zeigt, ist der Coëfficient des 4. Gliedes der Formel der Unterschied zwischen der Temperatur des Äquators beziehungsweise Poles aber mit geändertem Vorzeichen, bei voller Land- und voller Wasserbedeckung.

Der Unterschied zwischen der Temperatur am Äquator und der am Pole beträgt bei einer

- Wasserhemisphäre 29°6
- Landhemisphäre 74·7.

Während auf einer Wasserhemisphäre die Temperatur vom Äquator gegen die Pole hin nur langsam abnimmt,

<u>0—10</u>	<u>10—20</u>	<u>20—30</u>	<u>30—40</u>	<u>40—50</u>	<u>50—60</u>	<u>60—70</u>	<u>70—80</u>	<u>80—90</u>
1·0	2·0	2·9	3·5	4·1	4·2	4·3	3·7	3·9

ist dies auf einer Landhemisphäre viel rascher der Fall:

2·3	5·9	9·0	10·8	11·9	11·6	10·3	7·6	5·3
-----	-----	-----	------	------	------	------	-----	-----

Das Maximum der Temperaturabnahme, welches auf einer Wasserhemisphäre zwischen dem 60. und 70. Parallel eintritt, findet sich auf einer Landhemisphäre schon zwischen dem 40. und 50. Parallel.

Man könnte analog dem Land- und Seeklima die Temperaturverhältnisse auf einer Landhemisphäre excessiv, die einer Wasserhemisphäre limitirt nennen.

Aus der Formel III, welche für eine Wasserhemisphäre, also für $n=0$,

$$T_{\varphi} = -2·43 + 17·61 \cos \varphi + 7·05 \cos 2\varphi,$$

für eine Landhemisphäre, $n=1$, aber, wenn wir die beiden Glieder mit $\cos 2\varphi$ zusammenziehen

$$T_{\varphi}'' = -2·43 + 17·61 \cos \varphi + 26·34 \cos 2\varphi$$

lautet, können wir die mittlere Temperatur einer ganzen Wasser- beziehungsweise Landhemisphäre dadurch berechnen, dass wir die Gleichungen mit $\cos \varphi$ multipliciren, weil jeder Parallelkreis im Verhältniss der Länge seines Umfanges, der dem Cosinus der Breite proportionirt ist, Einfluss nimmt, und hierauf zwischen den Grenzen $\varphi=0$ und $\varphi=90$ integriren:

$$\int_0^{90} (A + B \cos \varphi + C \cos 2\varphi) \cos \varphi d\varphi = A + \frac{B\pi}{4} + \frac{C}{3}$$

Setzen wir aus obigen Gleichungen $A = -2·43$

$$B = 17·61$$

$$C' = 7·05 \text{ (Wasserhemisphäre)}$$

$$C'' = 26·34 \text{ (Landhemisphäre)}$$

in das Integral ein, so erhalten wir als mittlere Temperatur einer Wasserhemisphäre 13°8, einer Landhemisphäre 20°2, welche Werthe mit den aus

	Wasserhemisph.	Landhemisph.
Formel I	14·5	18·9
und „ II	14·4	18·5

abgeleiteten Zahlen nahezu übereinstimmende Werthe geben, so dass wir mit grosser Wahrscheinlichkeit die mittlere Temperatur einer Wasserhemisphäre zu 14° , die einer Landhemisphäre zu 19° bis 20° annehmen dürfen.

Es wäre sehr unrichtig, wenn man aus diesen Zahlen schliessen würde, dass die südliche Hemisphäre als nahezu reine Wasserhemisphäre — es sind von ihrer Fläche 87% mit Wasser bedeckt — kälter sein müsse als die nördliche, wovon 40% mit Land bedeckt sind. Ebenso unrichtig oder zum mindesten zu voreilig würde es auch sein, wenn man ohne weiters schliessen würde, die mittlere Temperatur der Erde müsse bei der eben herrschenden Vertheilung von Wasser und Land auf derselben zwischen diesen beiden Grenzen liegen.

Am wärmsten wäre eine Hemisphäre dann, wenn sie vom Äquator bis zum $45.$ Parallel mit Land, von hier bis zum Pole mit Wasser bedeckt wäre; am kältesten, wenn das Gegentheil statthaben würde, wenn sie vom Äquator bis zum $45.$ Parallel mit Wasser, von hier bis zum Pole mit Land bedeckt wäre. Zwischen diesen beiden Extremen muss die mittlere Temperatur der Erde unter den eben herrschenden Verhältnissen von Wasser und Land liegen.

Wir wollen diese beiden Extreme mit Zugrundelegung von Formel III zu bestimmen suchen.

Da wir schon oben von der mittleren Temperatur einer Fläche gesprochen haben, wird es, zumal um auch das Folgende leichter überblicken zu können, erlaubt sein, etwas näher darauf einzugehen.

Unter der mittleren Temperatur einer Fläche verstehen wir jene, welche sie haben würde, wenn die in den einzelnen Punkten derselben vorhandene Wärme über die ganze Fläche gleichförmig vertheilt wäre. Da, wie schon oben gesagt, jeder Parallelkreis nach der Grösse seines Umfanges an der mittleren Temperatur einer ganzen Hemisphäre Antheil nimmt, letzterer aber mit dem Cosinus der geographischen Breite abnimmt, so brauchen wir zur Bestimmung der mittleren Temperatur einer Hemisphäre nur den Ausdruck für T_φ mit dem Umfange des Parallels zu multipliciren, das Product von $\varphi = 0^\circ$ bis $\varphi = 90^\circ$ zu integriren und durch die Fläche der ganzen Hemisphäre zu dividiren, wobei sich das 2π der auf diese Weise erhaltenen Formel

$$T_m = \frac{\int_0^{90} T_\varphi 2\pi \cos \varphi d\varphi}{2\pi}$$

im Zähler und Nenner aufhebt.

Zerlegen wir die ganze Hemisphäre in zwei oder mehrere Zonen, so setzt sich die mittlere Temperatur der ganzen Hemisphäre T_m aus den Gliedern

$$T_m = \frac{f_1 T_\varphi'}{O} + \frac{f_2 T_\varphi''}{O} + \frac{f_3 T_\varphi'''}{O} + \dots$$

zusammen, wenn $f_1, f_2, f_3 \dots$ die Flächen der einzelnen Zonen und O die gesammte Oberfläche der Hemisphäre bedeutet. $\frac{f T_\varphi}{O}$ wäre die mittlere Temperatur der Hemisphäre, wenn man die auf der Fläche f vorhandene Temperatur über die ganze Hemisphäre gleichmässig vertheilen würde. Um die mittlere Temperatur der Fläche f allein zu erhalten, dividirt man, da $\frac{f}{O} = \sin \varphi$ ist, $\frac{f T_\varphi}{O}$ durch $\sin \varphi$.

Es geben also

$$\int_0^{45} (A + B \cos \varphi + C \cos 2\varphi) \cos \varphi d\varphi$$

und

$$\int_{45}^{90} (A + B \cos \varphi + C \cos 2\varphi) \cos \varphi d\varphi$$

die Temperatur der ganzen Hemisphäre, wenn man die der Zone $0^\circ - 45^\circ$, beziehungsweise der Calotte $45^\circ - 90^\circ$ zukommende Wärme gleichmässig über die ganze Hemisphäre vertheilen würde. Wollte man die mittlere Temperatur der Zone, beziehungsweise Calotte selbst wissen, so müsste man erst durch $\frac{f}{O}$, d. h. für die Zone $0^\circ - 45^\circ$ durch $\sin 45^\circ$, für die Calotte $45^\circ - 90^\circ$ durch $1 - \sin 45^\circ$ dividiren.

Wenn wir mittelst der beiden soeben angeführten Integrale, in welchen wir wieder die beiden Glieder mit $\cos 2\varphi$ in ein einziges zusammengezogen haben, für das eine Extrem die Temperatur einer Landzone von 0° — 45° und die einer von hier bis zum Pole anschliessenden Wassercalotte, für das andere Extrem aber die Temperatur einer Wasserzone und Landcalotte berechnen, so erhalten wir dort die höchste, hier die niedrigste Temperatur, die auf unserer Erde für eine Hemisphäre möglich wäre.

Wir hätten dann folgendes Bild der Temperaturvertheilung:

Breite	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Wasser—Landhemisph. . .	22·2	21·5	19·5	16·3	12·3	4·3	-6·8	-16·6	-23·6	-28·8
Land—Wasserhemisph. . .	41·5	39·7	34·3	26·0	15·7	7·7	2·8	-1·8	-5·5	-9·5
Unterschied	19·3	18·2	14·8	9·7	3·4	3·4	9·6	14·8	18·1	19·3

welches die beiden Extreme der mittleren Temperatur der Erde enthält:

Land—Wasserhemisph. $22^\circ 8$
 Wasser—Landhemisph. $11^\circ 4$
 Unterschied $11^\circ 7$

Zwischen diesen beiden Werthen muss die Temperatur der Erde bei der soeben auf derselben herrschenden Wasser- und Landvertheilung liegen.

Ausserdem ergibt sich als mittlere Temperatur

für die Zone 0° — 45° einer Wasserhemisph. $18^\circ 2$, einer Landhemisph. $31^\circ 1$
 „ „ Calotte 45° — 90° „ „ „ $2^\circ 7$, „ „ „ $-6^\circ 2$

Es ist also zwischen 0° und 45° eine Landhemisphäre um $12^\circ 9$ wärmer, zwischen 45° und 90° hingegen um $8^\circ 9$ kälter als eine Wasserhemisphäre.

Mittlere Jahrestemperatur der beiden Hemisphären.

Da wir in der Formel III den Verlauf des n nicht stetig, sondern nur sprungweise von 5 zu 5 Breitengraden kennen, aber auch dann, wenn wir ihn kennen würden, eine Darstellung desselben als Function der geographischen Breite in einer einfachen Formel nicht leicht denkbar ist, können wir zur Bestimmung der mittleren Temperatur einer ganzen Hemisphäre den Ausdruck für T_φ (III) nicht über die ganze Hemisphäre auf einmal integrieren, sondern wir sind gezwungen zu einer schrittweisen Integration zu schreiten.

Da sich der Einfluss des Landes auf die mittlere Temperatur, d. i. das Glied $Dn \cos 2\varphi$ der Formel III von 5 zu 5 Breitengrade nur unbedeutend ändert, wie nachstehende Zusammenstellung zeigt:

Breite	Nord	Δ	Süd	Δ
0°	4·0	0·6	4·0	0·4
5	4·6	0·2	4·4	0·5
10	4·4	0·1	3·9	0·2
15	4·3	0·4	3·7	0·2
20	4·7	0·1	3·5	0·7
25	4·8	0·4	2·8	0·8
30	4·4	1·5	2·0	1·4
35	2·9	1·6	0·6	0·5
40	1·3	1·3	0·1	0·1
45	0·0	2·0	0·0	0·1
50	-2·0	1·6	-0·1	0·0
55	-3·6	2·3	-0·1	
60	-5·9	3·5	.	
65	-9·4	1·4	.	
70	-8·0	3·6	.	
75	-4·4		.	

dürfte es erlaubt sein zur Erleichterung oder überhaupt Ermöglichung der Integration von T_{φ} für n den Mittelwerth zwischen zwei von 5 zu 5 Grad aufeinanderfolgenden Parallelkreisen in die Formel einzusetzen und auf diese Weise die Temperaturen beider Hemisphären von 5 zu 5 Grad fortschreitend zu bestimmen. Für n die von Dove bestimmten Zahlen wählend, weil nur diese von 5 zu 5 Grad bestimmt sind, erhält man, wenn die Constanten der Formel III genommen werden:

$$A = -2.43 \quad B = 17.61 \quad C = 7.05 + 19.29n$$

für C folgende Mittelwerthe:

Breite	Nord	Süd
zw. 0 u. 5	11.38	11.31
5 " 10	11.71	11.38
10 " 15	11.88	11.29
15 " 20	12.58	11.48
20 " 25	13.80	11.47
25 " 30	15.12	11.18
30 " 35	15.63	9.96
35 " 40	14.86	8.38
40 " 45	15.43	7.75
45 " 50	17.50	7.51
50 " 55	18.00	7.41
55 " 60	18.22	7.23
60 " 65	20.28	7.05
65 " 70	19.64	.
70 " 75	14.84	.

womit sich folgende Werthe für $\frac{f T_{\varphi}}{0}$ ergeben:

Zone	Nord	Süd
0—5	2.310	2.304
5—10	2.276	2.248
10—15	2.172	2.127
15—20	2.052	1.977
20—25	1.902	1.769
25—30	1.690	1.516
30—35	1.404	1.226
35—40	1.063	0.948
40—45	0.764	0.721
45—50	0.471	0.521
50—55	0.197	0.341
55—60	-0.031	0.186
60—65	-0.240	0.067
65—70	-0.310	.
70—75	-0.246	.

Durch Summirung dieser Zahlen¹ erhält man als mittlere Jahrestemperatur beider Hemisphären $16^{\circ}0$, wenn man die Temperatur der Calotte von 65° bis zum Pol vernachlässigt, die Wärme des übrigen Theiles der Hemisphäre aber auch auf diesen Theil gleichmässig vertheilt denkt, oder $17^{\circ}6$ als mittlere Temperatur des Gürtels vom Äquator bis zum 65° Parallelkreis. Die Vernachlässigung der Temperatur der Calotte 65° — 90° ändert die Temperatur der ganzen Hemisphäre nur um $1^{\circ}6$. Noch geringer wird diese Änderung, wenn man, wie auf der nördlichen Halbkugel, die Temperaturen fast bis zum 75° kennt; es ergibt sich für die Temperatur des Gürtels 0° — 75° n. Br. $16^{\circ}0$ oder diese Wärme auf die ganze Halbkugel vertheilt $15^{\circ}5$, also schon nur mehr ein Unterschied von $\frac{1}{2}^{\circ}$. Es greift also ein Fehler in der Temperatur einer von einem hohen Breitengrad begrenzten Calotte nur mehr ganz unbedeutend in die mittlere Temperatur der ganzen Hemisphäre ein.

¹ Es sind diese Zahlen hier angeführt, weil es damit Jedermann leicht möglich ist, die Temperatur irgend eines beliebigen Gürtels der Erde zu finden.

Soweit also die Vertheilung von Wasser und Land auf der Erdoberfläche bis zu gleichen Breiten beider Hemisphären d. i. bis zum 65. Parallelkreis bekannt ist, ist die mittlere Jahrestemperatur beider Erdhälften dieselbe, nämlich $17^{\circ}6$, beziehungsweise $16^{\circ}0$.

Wenn wir annehmen, dass die nördliche Halbkugel von 75° bis zum Pole mit eisfreiem Wasser bedeckt ist, erhalten wir als mittlere Temperatur derselben $15^{\circ}3$, unter der Annahme aber, dass sie von hier aus mit Land bedeckt ist, $14^{\circ}7$, also einen Unterschied von etwas über $\frac{1}{2}^{\circ}$.

Ist die südliche Hemisphäre von 65° bis zum Pole mit Wasser bedeckt, so ist ihre mittlere Jahrestemperatur $15^{\circ}7$, ist sie aber mit Land bedeckt, so $14^{\circ}2$, also für beide Hemisphären noch immerhin nahezu dieselben Werthe.

Da die hier gemachte Annahme über Wasserbedeckung nur für ein eisfreies Meer Geltung hat, ein solches aber in Wirklichkeit in diesen Gegenden wohl nicht vorhanden sein dürfte, können wir, wenn wir annehmen, dass in den noch unerforschten Polarländern sowohl Land als Wasser sich vorfindet, die Temperatur beider Hemisphären gleich und zu $15^{\circ}0$ annehmen, welches Resultat mit den Bestimmungen von Anderen, die denselben grösstentheils Dove's (nur Ferrel Buchan's) Isothermenkarten zu Grunde gelegt haben, völlig übereinstimmt. Es fand nämlich Dove für die nördliche Halbkugel $15^{\circ}5$, Schöch $15^{\circ}1$, Ferrel $15^{\circ}3$, für die südliche Sartorius von Waltershausen $15^{\circ}8$, Schöch $14^{\circ}9$, Ferrel $16^{\circ}0$, Hann $15^{\circ}4$ und $15^{\circ}2$.

Obgleich wir die mittlere Jahrestemperatur beider Hemisphären als Ganzes gleich gefunden haben, so zeigt sich doch in den einzelnen symmetrisch zum Äquator gelegenen Gürteln beider Hemisphären ein Unterschied, der durch die verschiedene Vertheilung von Wasser und Land bedingt ist. So ergibt sich beispielsweise für den Gürtel 0° — 45° der nördlichen Hemisphäre eine mittlere Jahrestemperatur von $22^{\circ}1$, während sich für den gleich gelegenen Gürtel der südlichen Hemisphäre nur $21^{\circ}0$, also um $1^{\circ}1$ weniger findet. Auf der Calotte 45° — 90° ist gerade das Gegenheil vorhanden.

Stellen wir die Temperaturen beider Hemisphären in von 5 zu 5 Grad wachsende Gürtel zusammen:

Gürtel	Nord	Δ	Süd	Δ	N.—S.
0—5	26·5		26·5		0·0
0—10	26·4	0·1	26·2	0·3	0·2
0—15	26·1	0·3	25·8	0·4	0·3
0—20	25·8	0·3	25·3	0·5	0·5
0—25	25·3	0·5	24·7	0·6	0·6
0—30	24·8	0·5	23·9	0·8	0·9
0—35	24·1	0·7	22·9	1·0	1·2
0—40	23·1	1·0	22·0	0·9	1·1
0—45	22·1	1·0	21·0	1·0	1·1
0—50	21·0	1·1	20·0	1·0	1·0
0—55	19·9	1·1	19·2	0·8	0·7
0—60	18·8	1·1	18·3	0·9	0·5
0—65	17·7	1·1	17·6	0·7	0·1

so sehen wir, dass der Gegensatz zwischen Nord und Süd vom Äquator gegen die mittleren Breiten hin fortwährend wächst, mit der Zone 0° — 35° ein Maximum erreicht, von hier Anfangs langsam, dann immer schneller wieder abnimmt, um sich allmählig wieder auszugleichen und wenigstens bis zum 65. Breitengrad gleiche mittlere Jahrestemperaturen auf beiden Hemisphären zu ergeben. Stets ist aber der nördlich vom Äquator gelegene Gürtel wärmer als der gleich gelegene südliche, was wohl nicht ohne merkliche Folgen auf die meteorologischen Verhältnisse beider Erdhälften sein dürfte.

Sieht man sich die Differenzen zwischen den aufeinanderfolgenden Zonen an, so zeigt sich die Erscheinung, dass auf der nördlichen Hemisphäre bis zum 35. Parallel die Temperatur langsamer abnimmt als auf der südlichen, von 35° — 50° nehmen die Temperaturen auf beiden Hemisphären in gleichem Maasse ab, von 50° bis gegen die Pole hin ist die Abnahme der Temperatur auf der südlichen Halbkugel langsamer als auf der nördlichen, so dass sich der Gegensatz von 0° — 35° wieder ausgleicht.

Als mittlere Jahrestemperaturen der einzelnen von 5 zu 5 Grad eingeschlossenen Gürtel findet man:

Gürtel	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75
Nördl. Hemisph.	26.5	26.2	25.6	24.7	23.5	21.9	19.0	15.4	11.9	8.0	3.7	-0.7	-6.0	-9.1	-9.5
Südl. Hemisph.	26.5	25.8	25.0	23.8	21.8	19.7	16.6	13.7	11.3	8.8	6.4	4.0	1.7	.	.
Unterschied	0.0	0.4	0.6	0.9	1.7	2.2	2.4	1.7	0.6	-0.8	-2.7	-4.7	-7.7	.	.

Es wächst also der Unterschied zwischen einer nördlich vom Äquator und einer gleich gelegenen südlichen Zone bis zwischen 30° und 35°, nimmt hier wieder allmähig ab, kehrt in der Nähe des 45. Parallels sein Zeichen um, so dass die südliche Zone wärmer wird als die entsprechende nördliche, was in desto grösserem Maasse stattfindet, je mehr man sich den höheren Breiten nähert, ja bei 65, wo wir in der Wasser- und Landbedeckung den grössten Gegensatz zwischen Nord und Süd treffen, erreicht der Unterschied schon nahezu 8°.

Obenstehende Temperaturen der einzelnen von 5 zu 5 Grad ausgedehnten Gürtel lassen sich sehr einfach durch das Mittel aus den Temperaturen der beiden den Gürtel begrenzenden Parallelkreise darstellen und zwar so genau, dass der Unterschied zwischen dieser und der obigen Darstellungsweise nur in einigen wenigen Fällen 0°1 beträgt, sonst durchwegs 0° ist.

Es wird daher, um den wirklichen Verhältnissen noch näher zu rücken, angemessen sein, statt aus der Formel III aus den einzelnen Daten, wie sie die Isothermenkarten für die einzelnen Parallelkreise direct ergaben, die Temperatur der beiden Hemisphären zu berechnen, da die Temperaturwerthe, wie sie die Formel ergibt, doch mitunter um 1° von den beobachteten Werthen abweichen. Es wird auf diese Weise auch der heisse Wüstengürtel der Sahara und der durch den Golfstrom besonders erwärmte 60. und 65. Parallel besser in Rechnung gezogen als es früher durch die Darstellungsmittelst der Formel geschehen konnte. Da aber diese beiden besonders warmen Gebiete nördlich vom Äquator liegen, dürfte das früher durch die Formel erhaltene Resultat, dass nämlich beide Hemisphären gleiche mittlere Jahrestemperatur besitzen, einen kleinen Anstoss finden.

Die aus den Isothermenkarten gefundenen Temperaturen ergeben als Mittel zweier von 5 zu 5 Grad aufeinanderfolgender Parallelkreise, was nach dem oben Gesagten zugleich die mittlere Temperatur des zwischen diesen beiden Parallelkreisen liegenden Gürtels darstellt, folgende Zahlen:

Gürtel	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
Nördl. Hemisph.	26.0	26.2	26.4	26.0	24.7	22.0	18.7	15.6	11.8
Südl. Hemisph.	25.7	25.2	24.6	23.4	21.8	19.7	16.8	13.5	10.4

Gürtel	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-90
Nördl. Hemisph.	7.6	4.0	0.8	-3.2	-7.7	-11.6	-14.9	-18.3
Südl. Hemisph.	7.4	4.6	1.8	-2.3 ¹		-6.5 ¹		-8.8 ¹

Multiplirt man diese Zahlen mit $\sin(\varphi_2 - \varphi_1)$, worin φ_2 und φ_1 die den Gürtel begrenzenden Breitegrade bezeichnen, so erhalten wir die mit auf Seite 13 identischen Zahlen, deren Summe die Temperatur der ganzen Hemisphäre darstellt.

Wenn sich mit den auf diese Weise ermittelten Temperaturen der nördlichen Hemisphäre zu 15°4 und der südlichen zu 14°8 auch ein kleiner Unterschied von 0°6 herausstellt, so können wir doch einstweilen wegen

¹ Nach Hann, Über die Temperatur der südlichen Hemisphäre etc.

der noch unsicheren Temperaturdaten der höchsten Breiten die vorhin gemachte Behauptung anfrecht erhalten, dass die mittlere Temperatur beider Hemisphären gleich ist und zu 15° angenommen werden darf. Die von mir für die nördliche Hemisphäre gefundene mittlere Jahrestemperatur stimmt mit der von Prof. Hann ermittelten vollständig überein.

Diese Darstellungsweise der mittleren Jahrestemperatur einer Hemisphäre gibt uns ein einfaches Mittel an die Hand, die mittlere Temperatur der beiden Hemisphären in den verschiedenen Monaten, in unserem Falle im Januar und Juli zu berechnen, ohne erst die Temperaturen der Parallelkreise in diesen Monaten durch eine Formel darzustellen, was jedenfalls schon nicht mehr so einfach wäre, als es bei der Darstellung des Jahresmittels der Fall war. Für die über 60° s. Br. hinausreichenden Parallelkreise nehme ich die von Prof. Hann gefundenen Temperaturen des wärmsten und kältesten Monats,¹ die ja in höheren Breiten meist auf Januar und Juli fallen:

Südl. Breite	60	70	80	90
Januar	4·4	-0·4	- 3·7	- 4·8
Juli	-3·8	-9·1	-12·7	-13·9

Aus den Temperaturtabellen der beiden Monate Januar und Juli ergeben sich als Temperaturen der einzelnen Gürtel folgende Zahlen:

Januar:

Gürtel	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-90
Nördl. Hem.	26·2	25·9	24·8	22·8	20·1	16·2	11·4	6·4	0·8	-4·8	-9·1	-13·4	-19·2	-24·0	-27·3	-30·6	-34·0
Südl. Hem..	26·1	26·0	25·8	25·6	25·1	23·6	21·0	17·7	14·3	10·3	6·4	4·5	2·0		-2·1		-4·3

Juli:

Gürtel	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-90
Nördl. Hem.	25·8	26·4	27·3	28·0	28·1	27·7	26·6	24·8	22·3	19·4	16·9	14·9	13·2	9·7	5·6	3·3	2·3
Südl. Hem..	25·2	24·5	23·3	21·6	19·3	16·7	13·9	11·0	8·2	4·9	1·3	-2·2	-6·5		-10·9		-13·3

aus denen sich auf die schon früher bei der mittleren Jahrestemperatur angegebenen Weise folgende Temperaturen der Erde ergeben:

	Januar	Juli
Nördl. Hemisphäre . . .	7·97	22·54
Südl. „ . . .	17·54	12·35
Erde . . .	12·8	17·4

womit sich Dove's Zahlen über diese Periode der Temperatur der Erde während eines Jahres bestätigen, die für Juli zu circa 16°8, für Januar zu 12°3 angegeben sind und über die er sich folgendermassen äussert:²

„In diesen Verhältnissen scheint ein wichtiges Moment des Bewegungsmechanismus der gesamten Atmosphäre zu liegen, die Bedingung nämlich eines periodischen Überganges der Wasserdämpfe in den Zustand des Tropfbaren. Der Kreislauf des Flüssigen, dieser wesentliche Hebel alles vegetativen und animalischen

¹ Nach Hann, Über die Temperatur der südlichen Hemisphäre, etc.

² Dove, Die Verbreitung der Wärme etc.

Lebens, erscheint auf diese Weise nicht mehr gebunden an locale Abkühlungen, an die Vermischung ungleich temperirter Luftströme, sondern in der unsymmetrischen Vertheilung der festen und flüssigen Massen auf beiden Erdhälften liegt die innere Nothwendigkeit, dass der Wasserdampf, der sich vom Herbstäquinocinium bis zum Frühlingsäquinocinium über der südlichen Erdhälfte in überwiegendem Maasse entwickelt, in der anderen Hälfte des Jahres zur Erde als Regen und Schnee zurückkehrt. So erscheint der wundervolle Gang der mächtigsten Dampfmaschine, die wir kennen, der Atmosphäre dauernd geregelt.“

Da vorliegender Arbeit nur die Absicht zu Grunde gelegt ist, die ziffermässige Grundlage für die Temperaturverhältnisse der Erde aufs Neue zu untersuchen, übergehe ich auch eine eingehendere Untersuchung des soeben angedeuteten Bewegungsmechanismus der Atmosphäre unserer Erde, indem ich mir dieselbe für eine eigene Arbeit aufspare.

Es sei nur noch hervorgehoben, dass auch für eine ganze Hemisphäre das Mittel aus der Januar- und Julitemperatur derselben, in unserem Falle Nordhälfte $15^{\circ}3$, Südhälfte $14^{\circ}9$, mit den direct aus dem Jahresmittel abgeleiteten Temperaturen von $15^{\circ}4$ und $14^{\circ}8$ auffallend übereinstimmt. Die Jahresschwankung der Temperatur der Erde überhaupt beträgt $4^{\circ}6$, die der Nordhälfte $14^{\circ}6$, die der Südhälfte $5^{\circ}2$; es ist also die mit 40% Land bedeckte Nordhemisphäre einer fast 3mal so grossen jährlichen Wärmeschwankung angesetzt als die Südhemisphäre, von der nur 13% mit Land bedeckt sind.

Durch eine kühne Anwendung der Formel III könnte man unter der Voraussetzung, dass in der Nähe der beiden Pole ein eisfreies Meer existirt, auf die Grösse des dort vorhandenen Landes, oder noch besser, falls eine Eis- und Schneedecke denselben Einfluss auf die Temperatur wie festes Land ausüben, auf das Vorhandensein und die Grösse eines etwaigen eisfreien Meeres schliessen. Professor Hann hat auf seinen Polarkarten der Isothermenlinien die gegen die Pole ausmündenden Isothermen über dieselben hinaus mit einander verbunden, woraus sich die mittlere Temperatur der höchsten Breiten bestimmen lässt. Setze ich die auf diese Weise sich ergebende Temperatur des Nordpols mit $-20^{\circ}0$ in die Formel III ein, so sind darin alle Grössen bis auf n , welche die Vertheilung von Wasser und Land vorstellt, gegeben und findet sich zu 0.7 , d. h. es sind in der Nähe des Nordpols $\frac{7}{10}$ der Fläche mit Land, beziehungsweise mit einem eisbedeckten Meere, $\frac{3}{10}$ aber von einem offenen Meere bedeckt.

Wenn dieses Resultat auch einstweilen gar keine reelle Bedeutung hat, so mag es doch seinerzeit möglich sein, wenn man die Temperaturverhältnisse höherer nördlicher Breiten und den Einfluss eines eisbedeckten Meeres auf die Temperatur besser kennen wird, auf diese Weise auf die Wasser- und Landverhältnisse um den Pol herum mit einiger Sicherheit zu schliessen.

Temperaturunterschied zwischen Ost und West.

Haben wir im Vorhergehenden den Wärmenunterschied zwischen Nord und Süd untersucht und für den Bewegungsmechanismus der Atmosphäre sehr bedeutungsvolle Thatsachen ziffermässig zur Anschauung gebracht, die so manchen bis jetzt noch nicht vollständig erklärten Vorgang in der Atmosphäre erklären mögen, so dürfte es zur Vervollständigung des Bildes der Temperaturverhältnisse der Erdoberfläche nicht überflüssig sein, wenn wir auch einen Blick auf die Wärmervertheilung zwischen Ost und West richten.

Theilen wir durch den Meridian von 80° westl. L. und 100° östl. L. von Greenwich die Erde in zwei Hälften, so ist die eine, die östliche, von $80^{\circ}W.$ — $100^{\circ}O.$ grösstentheils mit Land, die andere, die westliche, von $100^{\circ}O.$ — $80^{\circ}W.$ fast vorwiegend mit Wasser bedeckt.

Um nun die Temperaturverhältnisse in dieser Richtung zu untersuchen, wurde für das Jahresmittel noch jede dieser Hälften von 60° zu 60° Länge in drei Theile getheilt und für jeden 5. Breitenkreis derselben aus den Haupttabellen, die am Schlusse beigegeben sind, die normale Temperatur des betreffenden Stückes des Parallels gesucht. Für die beiden Monate Januar und Juli blieb die Zusammenstellung der Temperaturen in dieser Hinsicht nur auf die beiden Erdhälften beschränkt.

Auf diese Weise ergab sich folgende Übersicht:

Breite	Jahr.						Jahr.			Januar.			Juli.		
	80°W -20°W	20°W -40°O	40°O -100°O	100°O -160°O	160°O -140°W	110°W -80°W	Östl. Hem.	Westl. Hem.	Δ	Östl. Hem.	Westl. Hem.	Δ	Östl. Hem.	Westl. Hem.	Δ
90°N.	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	0.0	-36.0	-36.0	0.0	2.0	2.0	0.0
80	-15.0	-9.9	-16.8	-19.8	-17.8	-19.8	-13.9	-19.1	5.2	-27.4	-36.6	9.2	3.1	2.2	0.9
75	-11.1	-4.2	-14.0	-16.9	-16.2	-17.2	-9.8	-16.8	7.0	-22.5	-35.7	13.2	4.4	3.7	0.7
70	-7.0	0.5	-10.4	-15.0	-13.1	-14.5	-5.6	-14.2	8.6	-16.8	-34.1	17.3	7.2	7.3	-0.1
65	-2.2	2.7	-6.1	-11.5	-6.6	-9.8	-1.9	-9.3	7.4	-14.0	-31.0	17.0	12.0	12.4	-0.4
60	0.5	5.4	-1.4	-5.9	0.5	-3.8	1.5	-3.1	4.6	-11.0	-21.0	10.0	14.3	14.0	0.3
55	2.7	7.2	1.8	-2.1	4.6	-0.1	3.9	0.8	3.1	-8.8	-13.1	4.3	16.5	14.8	1.7
50	5.7	9.6	4.3	1.1	7.9	5.2	6.5	4.8	1.7	-6.1	-8.3	2.2	19.2	17.0	2.2
45	10.2	12.5	9.1	5.4	11.1	9.3	10.6	8.6	2.0	-1.4	-3.2	1.8	22.0	19.6	2.4
40	14.7	16.3	15.0	11.2	13.6	13.3	15.4	12.7	2.7	5.0	2.9	2.1	25.6	22.0	3.6
35	18.5	19.0	18.8	14.6	15.6	16.4	18.8	15.5	3.3	9.5	8.1	1.4	27.7	23.9	3.8
30	21.2	22.0	22.3	18.4	18.6	19.3	21.8	18.8	3.0	14.6	13.3	1.3	29.3	25.4	3.9
25	22.9	26.6	25.5	22.9	21.8	22.8	25.0	22.5	2.5	18.4	18.5	-0.1	30.0	26.1	3.9
20	24.4	29.0	26.8	25.1	24.1	24.6	26.7	24.6	2.1	21.8	21.9	-0.3	30.0	26.2	3.8
15	25.0	29.8	27.1	25.9	25.0	25.2	27.3	25.4	1.9	23.7	24.2	-0.5	29.4	26.4	3.0
10	25.4	29.2	27.0	26.0	25.6	25.0	27.2	25.6	1.6	26.0	25.4	0.6	27.3	26.2	1.1
5 N.	25.6	27.5	26.8	26.0	25.8	25.0	26.6	25.6	1.0	26.6	25.8	0.8	26.1	26.1	0.0
0	25.8	26.2	26.5	26.0	26.0	24.8	26.1	25.6	0.5	26.5	25.8	0.7	25.6	25.3	0.3
5 S.	25.5	25.4	26.0	26.0	26.0	24.1	25.6	25.3	0.3	26.4	25.8	0.6	24.9	24.9	0.0
10	24.7	24.2	25.6	26.0	26.0	23.5	24.8	25.2	0.4	26.0	25.7	0.3	23.7	24.4	-0.7
15	23.3	23.0	25.0	25.6	25.4	22.7	23.8	24.6	0.8	25.7	25.6	0.1	22.2	23.0	-0.8
20	22.0	21.2	24.0	24.0	23.5	21.7	22.4	23.1	0.7	25.1	25.9	-0.8	20.3	20.7	-0.4
25	20.3	19.7	21.8	22.7	21.0	20.2	20.6	21.3	-0.7	24.1	25.2	1.1	18.5	17.8	0.7
30	17.8	16.9	18.7	20.1	18.5	18.9	17.8	19.2	-1.4	21.8	23.5	-1.7	15.4	15.2	0.2
35	14.7	13.6	15.1	14.6	16.4	16.7	14.5	15.9	-1.4	18.8	19.8	-1.0	12.4	12.4	0.0
40	12.1	10.7	11.5	10.0	13.4	13.4	11.4	12.3	-0.9	15.6	16.6	-1.0	9.7	9.7	0.0
45	9.6	8.7	7.7	6.7	10.7	10.1	8.7	9.1	-0.4	11.5	13.5	-2.0	6.5	6.9	-0.4
50	5.9	5.5	4.4	3.7	8.1	8.0	5.3	6.6	-1.3	6.1	9.5	-3.1	1.2	2.0	-0.8
55 S.	2.7	1.9	1.8	1.4	5.0	6.1	2.7	4.2	-2.1	2.7	6.5	-3.8	-2.4	1.1	-3.5

Überblicken wir diese Zahlen, so sehen wir auch in der Vertheilung der Wärme zwischen Ost und West eine grosse Ungleichheit, die wir jedenfalls wieder der ungleichen Vertheilung von Wasser und Land zuschreiben müssen. Es gibt Parallelkreise, auf denen sich von 60° zu 60° Länge Gebiete aneinanderreihen, wie beispielsweise am 70. Parallel 20° W.—40° O. und 40° O.—100° O., die im Jahresmittel eine Wärmedifferenz von fast 11° aufweisen. Diese grossen Differenzen treten aber nur auf der nördlichen Halbkugel und auch hier nur in der Nähe des Golfstromes auf, auf der südlichen Halbkugel ist in dieser Hinsicht eine viel grössere Constanz, eine Wärmedifferenz von 4° ist schon eine Seltenheit.

Viel deutlicher als diese Zahlen zeigen den Unterschied zwischen der östlichen Landhemisphäre und der westlichen Wasserhemisphäre die der zweiten Hauptcolumnne „Jahr“ der vorstehenden Tabelle beigefügten Differenzen, worin das Zeichen — bedeutet, dass die westliche Hälfte wärmer ist als die östliche, während für eine Differenz ohne Zeichen das Gegentheil statthat. Es ist auf der ganzen nördlichen Hemisphäre bis noch etwas über den Äquator hinaus die östliche Hemisphäre wärmer als die westliche, welcher Unterschied am 70. Parallelkreis mit 8.6 sein Maximum erreicht. Auf der südlichen Hemisphäre kehrt sich das Verhältniss um, es ist die östliche Hemisphäre kühler als die westliche, aber schon nicht mehr in dem Masse als auf der nördlichen Halbkugel: 2° finden sich erst bei dem schon etwas unsicheren 55. Parallelkreis.

Statt einer weiteren Discussion auf die Zahlen der Tabelle, die ja für sich deutlich sprechen selbst verweisend, sei nur noch das Bild der jährlichen Wärmeschwankung der Nordhemisphäre in Bezug auf die östliche und westliche Erdhälfte beigefügt:

Breite	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90
Östl. Hem.	0.9	0.5	1.3	5.7	8.4	11.6	14.7	18.2	20.6	23.4	25.3	25.3	25.3	26.0	24.0	26.9	30.5	38.0
Westl. Hem.	0.5	0.3	0.8	2.2	4.3	7.6	12.1	15.8	19.1	22.8	25.3	27.9	35.0	43.4	41.4	39.4	38.8	38.0

Während vom Äquator bis zum 50. Parallel die östliche Hemisphäre der grösseren Wärmeschwankung ausgesetzt ist, geht sie bei 50° auf die westliche über und erreicht hier am 65. und 70. Parallel den enormen Unterschied von 17°4, so dass in diesem Theile der Nordhemisphäre die westliche Hälfte fast einer doppelt so grossen jährlichen Wärmeschwankung ausgesetzt ist als die östliche. Die südliche Hemisphäre zeigt auch hierin wieder eine grosse Constanz auf beiden Hälften. Die grösste jährliche Wärmeschwankung auf der Erde hat somit die westliche Hemisphäre am 65. und 70. Parallel, wo sich im nördlichen Asien im Winter der eine Kältepol einzieht.

Für die beiden Hälften beider Hemisphären ergeben sich für das Jahresmittel folgende Temperaturen:

	Östl. Hemisph.	Westl. Hemisph.
Nord . . .	16·7	13·9
Süd . . .	14·3	14·9
Erde . . .	15·5	14·4

Für den Januar und Juli der nördlichen Hemisphäre:

	Januar	Juli
Östl. Hemisph. . . .	9·4	23·6
Westl. Hemisph. . . .	6·5	21·5

Es ist also die östliche Hemisphäre im Jahresmittel um 1°1 wärmer als die westliche. Während im Jahresmittel auf der südlichen Halbkugel die mittlere Temperatur beider Erdhälften nahezu dieselbe ist — der Unterschied, um welchen die westliche Hemisphäre wärmer ist als die östliche, beträgt nur 0°6 —, ist auf der nördlichen Hemisphäre die östliche Hälfte um 2°8 wärmer als die westliche. Die mittlere Jahresschwankung der östlichen Erdhälfte der Nordhemisphäre beträgt 14°2, die der Westhälfte 15°0.

A n h a n g.

Unter den verschiedenen Erklärungsversuchen des Erdmagnetismus ist einer der anerkanntesten der, dass durch die verschiedene Erwärmung des Erdbodens thermoelektrische Ströme im Erdkörper entstehen, die die magnetischen Erscheinungen im Gefolge haben.

Zieht man die periodischen Veränderungen des Erdmagnetismus mit jenen der Temperatur der Erdoberfläche in eine Parallele, so findet man auffallende Analogien, von denen ich mir hier einige anzudeuten erlaube, da sie möglicherweise geeignet sein können, zur Lösung des bis jetzt noch so geheimnissvollen Räthsels der erdmagnetischen Kraft einiges beizutragen.

Theilt man durch den Meridian von 80° W. und 100° O. die Erde in zwei Hälften, so ist die östliche mit 15°5 um 1°1 wärmer als die westliche mit 14°4. Die Declination der östlichen Hälfte ist grösstentheils eine westliche, die der westlichen eine östliche.

Was die jährliche Schwankung der Declinationsnadel anbelangt, so ist sie, wenn auch nur sehr klein, doch so, dass sie während des Sommers der Nordhemisphäre, wo die Temperatur der ganzen Erde 17°4 beträgt, etwas östlicher ist, als während des Winters dieser Hemisphäre, wo die mittlere Temperatur der Erde 12°8 beträgt. Es entspricht also hier einer höheren Temperatur eine östliche Schwankung, einer niedrigeren Temperatur hingegen eine westliche Schwankung der Magnetnadel.

Die Inclination erreicht ihren grössten Werth im December bis Februar, also zur Zeit, wo die mittlere Wärme der ganzen Erde ihr Minimum mit 12°8 erreicht, ihren kleinsten Werth hingegen im Juni bis August, wo die mittlere Wärme der Erde bis 17°4 steigt.

Dasselbe Verhältniss findet auf der östlichen und westlichen Erdhälfte bei der Intensität statt. Es entspricht der kälteren westlichen Hälfte ($14^{\circ}4$) eine grössere Intensität der erdmagnetischen Kraft, der wärmeren östlichen Hälfte ($15^{\circ}5$) eine kleinere Intensität. Den im Jahresmittel gleichen Temperaturen der Nord- und Südhemisphäre entspricht wahrscheinlich auch in beiden Hemisphären gleiche Intensität. Die von Sabine gefundene Variation der Intensität, nämlich, dass in beiden Hemisphären im Halbjahr October bis März die Intensität etwas grösser ist als zur übrigen Zeit des Jahres, entspricht, analog der Ost- und Westhälfte, der Temperaturvariation, indem wieder der während des Winters der Nordhemisphäre kälteren Erde eine grössere Intensität zukommt, als ihr während des Sommers der Nordhemisphäre, wo die Gesamttemperatur der Erde höher ist, eigen ist.

Die kältere westliche Hemisphäre enthält auch alle vier Centren grösster Kraft.

In der Hoffnung, durch das vorgelegte Zahlenmaterial der Meteorologie eine erwünschte Arbeit geliefert zu haben, spreche ich noch zum Schlusse Herrn Prof. Hann, der mir auf's zuvorkommendste in der Beschaffung der erst im Erscheinen begriffenen Isothermenkarten, sowie durch die besten Rathschläge stets auf's freundlichste zur Hand ging, hiermit öffentlich meinen wärmsten Dank aus.

145	110	135	130	125	120	115	110	105	100	95
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

	-18.3		-19.0		-20.0		-20.0		-20.0	
	-16.5		-16.7		-17.2		-17.6		-17.7	
-13.2	-13.4	-13.8	-14.1	-14.3	-14.6	-14.8	-14.9	-14.9	-14.9	-14.8
	5.5		7.0		8.5		10.0		10.8	
4.8	4.5	3.0	1.0	0.5	1.4	2.3	3.5	5.0	6.1	7.0
	7.2		6.8		3.0		0.0		1.5	
9.3	9.0	9.0	8.8	9.0	9.0	9.0	6.8	3.7	2.5	1.5
	11.0		9.9		13.8		11.3		7.8	
13.7	13.2	12.4	11.7	11.8	10.9	12.7	12.3	12.0	12.0	11.6

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at

Die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche.

Longitude scale from 0 to 180 degrees, labeled 'Östlich von Greenwich' and 'Westlich von Greenwich'.

Tabelle I. Temperatur der Parallelkreise im Jahresmittel.

Table I: Annual mean temperature of parallel circles. Grid of latitude (N 90° to S 55°) vs longitude (0 to 180°) with temperature values.

Tabelle II. Temperatur der Parallelkreise im Januar.

Table II: January temperature of parallel circles. Grid of latitude (N 90° to S 55°) vs longitude (0 to 180°) with temperature values.

Tabelle III. Temperatur der Parallelkreise im Juli.

Table III: July temperature of parallel circles. Grid of latitude (N 90° to S 55°) vs longitude (0 to 180°) with temperature values.

Anmerkung. Die fetten Ziffern sind die Temperaturen über dem Lande, die legeren Ziffern die Temperaturen über dem Meere.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [51_2](#)

Autor(en)/Author(s): Spitaler Rudolf Ferdinand

Artikel/Article: [Die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche. \(Mit 1 Tabelle.\) 1-20](#)