DIE TEMPERATURABWEICHUNGEN IN TARTU (DORPAT) UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE WITTERUNGSPROGNOSE

VON

KARL FRISCH

TARTU (DORPAT) 1925

C. Mattiesen, Tartu (Dorpat)

I. Als Grundlage für die vorliegende Arbeit wurden die meteorologischen Beobachtungen von Tartu (Dorpat) benutzt, die lückenlos bis zum Jahre 1866 zurückreichen. Es soll hier der Versuch gemacht werden, die Einwirkung der einzelnen meteorologischen Faktoren aufeinander zu untersuchen und festzustellen, in welchem Masse bei langen Beobachtungsreihen im Verlaufe der einzelnen meteorologischen Elemente eine Gesetzmässigkeit zum Ausdruck kommt. Dazu wurden in erster Linie die Temperaturbeobachtungen benutzt, die für die Klimatologie eines Ortes als die wichtigsten anzusehen sind, weshalb eine genaue Kenntnis derselben besonders wünschenswert ist.

Die Untersuchung bezieht sich auf die monatlichen Mitteltemperaturen und auf die Abweichungen derselben von den Mittelwerten, die aus einer Beobachtungsreihe von 57 Jahren (1866—1922) berechnet wurden. Um über die Temperaturverhältnisse in Tartu (Dorpat) eine bessere Übersicht zu gewinnen, sind in der Tab. № 1 die erwähnten Mittelwerte wie auch andere charakteristische Daten über die Temperatur gegeben.

Aus Tab. № 1 ersehen wir, dass das Klima von Tartu den Übergang vom See- zum Kontinentalklima bildet, da hier das niedrigste Temperaturmittel auf den Winter bzw. Januar und das höchste Temperaturmittel auf den Sommer bzw. Juli fällt. Dagegen ist der Oktober im Mittel etwa um 1.2^0 wärmer als der April, der September um $0{,}6^0$ wärmer als der Mai, was wieder als Merkmal für ein Seeklima dienen dürfte.

In erster Linie scheint zwischen der Temperatur und dem Luftdruck ein gewisser Zusammenhang zu bestehen, der aber nur in einer mehrjährigen Beobachtungsreihe zum Ausdruck kommt. Um die Einwirkung der erwähnten meteorologischen Elemente aufeinander kennen zu lernen, wurden auch für den Luftdruck die Monatsmittelwerte und die Abweichungen von diesen für alle Jahrgänge berechnet. Ein Vergleich der Luftdruck- und Temperaturabweichungen zeigt, dass in den Wintermonaten

Tabelle № 1.

Monats- und Jahresübersicht der Lufttemperatur in Tartu 1866—1922.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	X	XI	XII	Jahr
Mittleres Monats- und Jahresmittel	— 6.66	— 6.57	— 3.23	3.63	9.96	14.90	17.04	15.17	10.56	4.86	— 0.59	— 4.92	4.51
Grösstes Monats- u. Jahresmittel	— 0.16	— 0.97	2.33	8.49	15.30	18.65	20.91	19.46	14.07	8.93	4.36	0.12	6.16
Kleinstes Monats- u. Jahresmittel	—14.77	—17.62	—10.79	— 0.58	3.82	10.69	14.10	12.52	7.42	— 0.20	— 5.65	—14.41	2.33
Mittleres Monats- u. Jahresmaximum	— 4.38	— 3.81	0.26	8.02	15.07	20.21	22.20	20.07	14.99	7.88	1.39	— 2.86	8.26
Mittleres Monats- u. Jahresminimum	— 9.35	— 9.71	— 6.64	— 0.20	5.02	9.66	12.17	10.86	6.76	2.04	— 2.77	— 7.40	0.87
Extremes Monats- u. Jahresmaximum	6. 5	7. 5	17. 2	24. 9	31. 4	34. 0	34. 5	35. 2	27. 8	21. 1	12.2	8. 5	35. 2
Extremes Monats- u. Jahresminimum	—36. 2	—33. 1	—27. 4	—17. 6	— 5. 0	— 1. 5	3. 9	1. 4	— 3. 6	—12. 4	—22. 2	—34. 3	—36. 2
Mittlere Veränderlichkeit der Monats- u. Jahresmittel	2.58	2.58	1.98	1.67	1.82	1.24	1.12	1.07	1.11	1.61	1.89	2.31	0.80

grösstenteils einer negativen Temperaturabweichung eine positive des Luftdruckes entspricht und umgekehrt, während im Frühling und Sommer die Beziehung eine entgegensetzte ist. In Tab. № 2 ist der obige Zusammenhang in Zahlen für jeden Monat angegeben. Es sind hier wie auch in den folgenden Tabellen bei derartigen Vergleichen die Resultate in Prozenten ausgedrückt, was für eine allgemeine Darstellung viel übersichtlicher ist.

Tabelle № 2.

Die Beziehung zwischen der Lufttemperatur und dem Luftdruck in Prozenten.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
65	53	54	40	28	33	32	30	35	44	53	56

Im Januar ist die Wahrscheinlichkeit für die erwähnte Beziehung zwischen Luftdruck und Lufttemperatur 65 %, im Mai dagegen, wo die hohe Lufttemperatur meist gleichzeitig mit hohem Luftdruck aufzutreten pflegt, nur 28 %. Dieselbe Erscheinung ist fortlaufend in den folgenden Monaten von Juni bis Oktober vorhanden, wo ebenso die Wärmeperioden grösstenteils mit hohem Luftdruck zusammenfallen. Der Korrelationsfaktor

$$r = \frac{\sum(x \cdot y)}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

zwischen Luftdruck und Luftdemperatur beträgt im Mai 0,32, während sein wahrscheinlicher Fehler

$$F = \frac{0.6745\,(1 - r^2)}{\sqrt{n}}$$

0,08 ist.

In derselben Weise wurden die Temperaturabweichungen mit den Abweichungen von den monatlichen Niederschlagsmengen verglichen. Die Beziehung zwischen Lufttemperatur und Niederschlagshöhen ist nicht so scharf markiert, wie zwischen Luftdruck und Temperatur. Nur in den Sommermonaten Juni, Juli, August und September pflegen die kalten bzw. warmen Perioden meist mit regenreicher bzw. trockener Witterung auf-

zutreten, da im entgegensetzten Fall der Prozentwert nur zwischen 33 und 39 variiert (siehe Tabelle № 3).

Tabelle № 3.

Die Beziehung zwischen der Lufttemperatur und den Niederschlägen in Prozenten.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
51	53	47	53	53	33	39	39	37	56	53	60

In den übrigen Monaten von Oktober bis Mai, mit Ausnahme von März, haben wir es mit den umgekehrten Verhältnissen zu tun, wobei der grösste Prozentwert (60 %) auf den Monat Dezember fällt. Der Korrelationsfaktor zwischen Lufttemperatur und Niederschlag für Juni ist —0,39, sein wahrscheinlicher Fehler ist 0,08.

Die Lufttemperatur eines Ortes steht ausser mit dem Luftdruck und den Niederschlägen auch mit dem Winde im Zusammenhang.

In den meteorologischen Beobachtungen von Tartu sind in der ganzen Beobachtungsperiode für jeden Monat die Windkomponenten angegeben; daher ist ihre Einwirkung auf die Lufttemperatur leicht festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden für jeden Monat die Differenzen zwischen der „W“ und „O“ Komponente einerseits, und zwischen der „S“ und „N“ Komponente anderseits berechnet. Diese Differenzen wurden mit den Mitteltemperaturen des betreffenden Monats verglichen, wobei wie bei der Lufttemperatur, so auch bei der erwähnten Winddifferenz die Veränderung von einem Jahr zum anderen für jeden Monat in Betracht gezogen wurde. Es wurde nachgezählt, wie oft die Zu- oder Abnahme der Lufttemperatur eines Monats von einem Jahr zum anderen mit der Vergrösserung oder Verkleinerung der erwähnten Windkomponentendifferenzen zusammenfällt.

Es ergab sich, dass besonders die W—O Differenz mit der Lufttemperatur eng zusammenhängt, was in nahezu gleichem Masse das ganze Jahr hindurch zum Ausdruck kommt.

In folgender Tabelle (Tab. № 4) ist in Prozenten die erwähnte Beziehung zwischen der Temperatur und der W—O bzw. S—N Komponente dargestellt.

Tabelle № 4.

Der Zusammenhang zwischen der Lufttemperatur und den Windkomponenten in Prozenten.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
W—O	70	63	59	43	29	30	32	36	39	48	56	67
S—N	70	45	70	57	52	61	41	54	59	61	61	64

Aus der Tabelle ersehen wir, dass in den Wintermonaten die hohen Temperaturen meist einer Zunahme der Westkomponente entsprechen, in den Sommermonaten dagegen einer Zunahme der Ostkomponente. Was die Nord-Südwinde betrifft, so treten die hohen Temperaturen grösstenteils bei vorherrschendem Südwinde auf mit Ausnahme des Februars und Juli, wo das umgekehrte Verhältnis besteht.

II. Weiter wurde die Frage behandelt, in welchem Masse sich die Erhaltungstendenz der Temperatur für aufeinanderfolgende Monate erkennen lässt, und wie weit die erwähnte Tatsache zu einer Temperaturprognose benutzt werden kann.

Dazu wurde für jeden Monat einzeln bestimmt, in wieviel Prozent der Fälle das Vorzeichen der Temperaturabweichung für den folgenden Monat das gleiche bleibt. Da die Wahrscheinlichkeit der Fortdauer einer bestimmten Witterung allgemein mit der Länge der Periode zunimmt, sind die Berechnungen bis zu vier Monaten zurück fortgesetzt. Die Resultate sind in Prozenten in Tab. № 5 zusammengefasst.

Tabelle № 5.

Wahrscheinlichkeit der Erhaltung einer gleichnamigen Temperaturabweichung in Prozenten von Monat zu Monat in Abhängigkeit vom Alter der Periode.

	Pro Jan.	Pro Febr.	Pro März	Pro April	Pro Mai	Pro Juni	Pro Juli	Pro Aug.	Pro Sept.	Pro Okt.	Pro Nov.	Pro Dez.
Ein vorhergehend. Monat	66	62	54	65	63	65	51	51	60	56	53	68
Zwei vorhergehend. Monate	68	70	55	74	68	61	54	66	62	53	53	70
Drei vorhergehend. Monate	75	73	54	79	70	60	68	75	74	50	61	59
Vier vorhergehend. Monate	56	80	58	86	73	56	67	80	73	57	56	64

Die erste Reihe enthält in Prozenten die Wahrscheinlichkeit, dass das Vorzeichen der Temperaturabweichung des vorhergehenden Monats auch für den laufenden dasselbe bleibt, — die zweite Reihe — die Wahrscheinlichkeit, dass nach zwei vorhergehenden Monaten mit gleichnamiger Abweichung, auch der darauf folgende dritte Monat dasselbe Zeichen beibehält, — die dritte und vierte Reihe — dieselbe Wahrscheinlichkeit für drei bzw. vier vorhergehende Monate. So zum Beispiel beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass nach einem kalten Januar, auch der Februar seine Temperatur unterm Normalwert haben würde, 62 %; wenn aber schon vier vorhergehende Monate (Okt., Nov.,

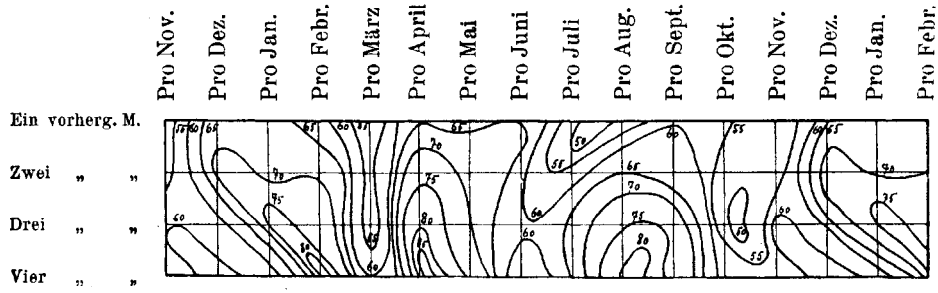


Fig. 1. Prozentwerte der Erhaltung der Vorzeichen der Temperaturabweichung von Monat zu Monat in Abhängigkeit vom Alter der Periode.

Dez., Jan.) nacheinder kalt waren, können wir den kalten Februar mit einer Wahrschelnlichkeit von 80 % erwarten.

Um einen Vergleich der gefundenen Daten für die einzelnen Monate zu erleichtern, ist die Tab. № 5 in Fig. № 1 graphisch dargestellt. Als Ordinaten sind die einzelnen Monate beginnend von Nov. bis Februar genommen, während die Abszissenlinien der Reihe nach ein, zwei, drei und vier vorhergehende Monate mit gleichem Vorzeichen bedeuten.

Auf den Schnittpunkten der erwähnten Linien wurden die zugehörigen Werte aus der Tab. № 5 eingetragen, und die durch Interpolation gefundenen Punkte mit 50%, 55%... u. s. w. Wahrscheinlichkeit der Zeichengleicheit durch eine Anzahl Kurven verbunden. Obwohl bei den einzelnen Kurven einige Unregelmässigkeiten hervortreten, lassen sich im allgemeinen die Hauptzüge der Erhaltungstendenz der Temperatur deutlich erkennen.

Es treten hervor drei Minima und eine gleiche Anzahl dazwischenliegender Maxima, die sich gut bis zum vierten vor-

hergehenden Monat verfolgen lassen. Es sei hervorgehoben, dass die im Verlaufe der erwähnten Linien vorkommenden Unregelmässigkeiten auf die geringe Anzahl der Beobachtungsjahre hindeuten, was besonders bei mehreren mit gleichnahmiger Abweichung aufeinanderfolgenden Monaten hervortritt, da bei längeren Perioden die Zahl der Fälle schnell abnimmt.

Aus obiger Figur ist ersichtlich, dass bei der Aufeinanderfolge der Monate mit gleichen positiven oder nagativen Abweichungen ein Bruch der Kontinuität am deutlichsten im März und in den Herbstmonaten Oktober und November zum Vorschein kommt. Eine dritte Verminderung der Übereinstimmung ist in den Sommermonaten Juli und August vorhanden, jedoch ist sie nicht so scharf ausgeprägt, wie die erstgenannten.

Dieselbe Frage ist bereits von vielen Forschern für verschiedene Orte behandelt worden. Das grösste Interesse dürfte ein Vergleich mit dem Temperaturverlauf des Atlantischen Ozeans beanspruchen, der ausführlich von *Pettersson*[1]), *Meinardus*[2]), *Grossmann*[3]) und anderen untersucht worden ist. Für die norwegische Küste hat *Pettersson* nach den Meeresoberflächentemperaturen von Utsire, Hellisö und Ona festgestellt, dass die Mitteltemperaturen der erwähnten Orte und damit auch die Temperatur des Golfstroms von Dezember bis April wie auch von Juli bis September ähnlich verlaufen, welche Erscheinung als Ausgangspunkt der Wettervorhersage für eine längere Periode dienen dürfte.

Was in dieser Beziehung Tartu anbelangt, so sehen wir, dass hier der Bruch der Kontinuität statt im Mai und Juni, wie für die obengenannten Orte, etwa einen Monat später, also im Juli—August stattfindet, während nur im Herbst das Minimum der Zeichenerhaltungstendenz auf die gleichen Monate fällt.

Der dritte auf dem Atlantischen Ozean im August vorkommende Kontinuitätsbruch, dessen Vorhandensein zuerst von *Grossmann* erwähnt wurde, scheint in Tartu mit demjenigen im Juli sich vereinigt zu haben, vorauf der Verlauf der in Fig. 1 eingezeichneten Kurven hindeutet.

---

1) Pettersson: „Über die Beziehungen zwischen hydrographischen und meteorologischen Phänomenen". Met. Zeitschr., 1896.

2) Meinardus: „Über einige meteorologische Beziehungen zwischen dem Nordatlantische Ozean und Europa im Winterhalbjahr". Met. Zeitsch., 1898.

3) Grossmann: „Die Beziehung zwischen den Temperaturen des Nordatlantischen Ozeans und von Nordwest- und Mitteleuropa". Ann. d. Hydr., 1908.

Ausser den beschriebenen Kontinuitätsunterbrechungen im Sommer und Herbst ist in Tartu noch eine Temperaturumkehrung zwischen Februar und März vorhanden, die an der norwegischen Küste gänzlich fehlt.

Eine Erklärung dafür liesse sich im Unterschiede des jährlichen Temperaturganges zwischen Tartu und den erwähnten Küstenstationen finden, da in Tartu der Übergang von den Wintertemperaturen zum Frühling infolge der Entfernung des dämpfenden Ozeans viel steiler ausgeprägt ist, als an der norwegischen Küste.

Zum Vergleich hierzu sind in der Tab. 6 die Prozentwerte der Zeichenerhaltungen der Temperaturabweichungen für Moskau aufgeführt.

Tabelle № 6.

Wahrscheinlichkeit einer Zeichenerhaltung der Temperaturabweichung von Monat zu Monat in Moskau.

I—II	II—III	III—IV	IV—V	V—VI	VI—VII	VII—VIII	VIII—IX	IX—X	X—XI	XI—XII	XII—I
53	55	58	60	55	58	51	62	55	49	72	61

Auch für Moskau ist die Zunahme des Zeichenwechsels der Temperaturabweichungen in den Monaten Januar—Februar und Februar—März deutlich erkennbar, welche Erscheinung in dieser Beziehung den Verhältnissen von Tartu entspricht.

Allgemein scheint die Temperaturerhaltungstendenz bei der Aufeinanderfolge der einzelnen Monate zwischen verschiedenen Orten grosse Unterschiede aufzuweisen. Es sei hier in dieser Hinsicht auf *Köppens* Untersuchung[1]) hingewiesen, in der die erwähnte Frage ausführlich behandelt ist.

Weiter wurden nach derselben Methode die Temperaturabweichungen der einzelnen Jahreszeiten miteinander verglichen. Es ergab sich, dass hier der Zusammenhang in viel geringerem Masse zu erkennen ist, als bei den einzelnen Monaten, da in letzterem Falle die vergleichbaren Zeiteinheiten etwa dreimal kürzer sind, als beim Vergleiche der Jahreszeiten. Die Vergleichsresultate sind in Prozenten in der Tabelle № 7 aufgeführt.

1) W. Köppen: „Aufeinanderfolge warmer und kalter Monate in Norddeutschland". Annal. d. Hydr., 1920.

Tabelle № 7.

Wahrscheinlichkeit der Zeichenerhaltung der Temperaturabweichungen zwischen den einzelnen Jahreszeiten in Tartu.

Wint.— Frühl.	Frühl.— Somm.	Somm.— Herbst	Herbst— Wint.	Wint.— Somm.
66%	53%	53%	46%	45%

Mit Ausnahme von Winter—Frühling, wo die erwähnte Wahrscheinlichkeit bis zu 66% gestiegen ist, schwanken die Übereinstimmungszahlen in der Nähe von 50 %. Zwischen Herbst—Winter ist das Verhältnis sogar umgekehrt, woraus wir schliessen können, dass die Wintertemperaturen sich einigermassen mit den Herbsttemperaturen zu kompensieren versuchen. Dieselbe Erscheinung tritt anderseits zwischen Winter und Sommer hervor, wo ebenso mit einer Wahrscheinlichkeit von 55% nach einem unter oder über der Normaltemperatur stehenden Winter, ein über oder unter der Normaltemperatur stehender Sommer zu erwarten ist.

III. Da die Temperaturerhaltungstendenz für Tartu zu gering ist, um für eine Temperaturprognose eine praktische Bedeutung zu haben, sind zu diesem Zweck die Temperaturbeobachtungen einer Reihe der ringsumliegenden Beobachtungsorte herangezogen. Es wurden dazu die monatlichen Mitteltemperaturen von folgenden Orten benutzt. Die Wahl fiel hierbei auf diejenigen Stationen, an denen die Beobachtungsreihe möglichst lückenlos war.

Tabelle № 8.

Verzeichnis der Stationen.

		φ	λ	Höhe in m.
Vardö	1871—1922	70° 22′	31° 8″	10.0
Bodö	1870—1922	67° 17′	14° 24′	7.2
Florö	1871—1921	61° 36′	5° 2′	8.0
Haparanda . . .	1871—1922	65° 50′	24° 9′	9.2
Göteborg . . .	1870—1922	57° 42′	11° 58′	16.5
Archangelsk[1]) .	1870—1922	64° 33′	40° 32′	6.7
Bogoslowsk . .	1870—1915	59° 45′	60° 1′	188.0
Moskau	1870—1922	55° 46′	37° 40′	142.9

1) Die bisher unveröffentlichen Mitteltemperaturen von Archangelsk, Bogoslowsk, Moskau, Kasan, Kiew, Odessa, Warschau und Wien sind von den meteorologischen Zentralinstituten der betreffenden Länder freundlichst zur Verfügung gestellt worden.

		φ	λ	Höhe in m.
Kasan	1870—1922	55° 47′	49° 8′	73.7
Kiew	1870—1919	50° 27′	30° 30′	183.1
Odessa	1870—1917	46° 29′	30° 44′	65.3
Warschau . . .	1870—1922	52° 13′	21° 2′	120.6
Wien	1870—1922	48° 15′	16° 22′	202.5
Hamburg . . .	1870—1922	53° 33′	9° 59′	40.3
Thorshavn . . .	1870—1921	62° 25′	6° 45′	1.5
Stykkisholm . .	1870—1918	65° 5′	22° 46′	11.0

Die Betrachtung der Temperaturverhältnisse erstreckt sich auf den fast einheitlichen Zeitraum von 1870—1922. Als Grundlage dienten die monatlichen Temperaturabweichungen der betreffenden Stationen für die oben angegebene Reihe von Beobachtungsjahren. Es wurden die Temperaturabweichungen eines jeden Monats für alle Stationen einzeln mit der Temperaturabweichung des folgenden Monats für Tartu verglichen und nachgezählt, wie oft sie für jeden Monat gleichnamig waren.

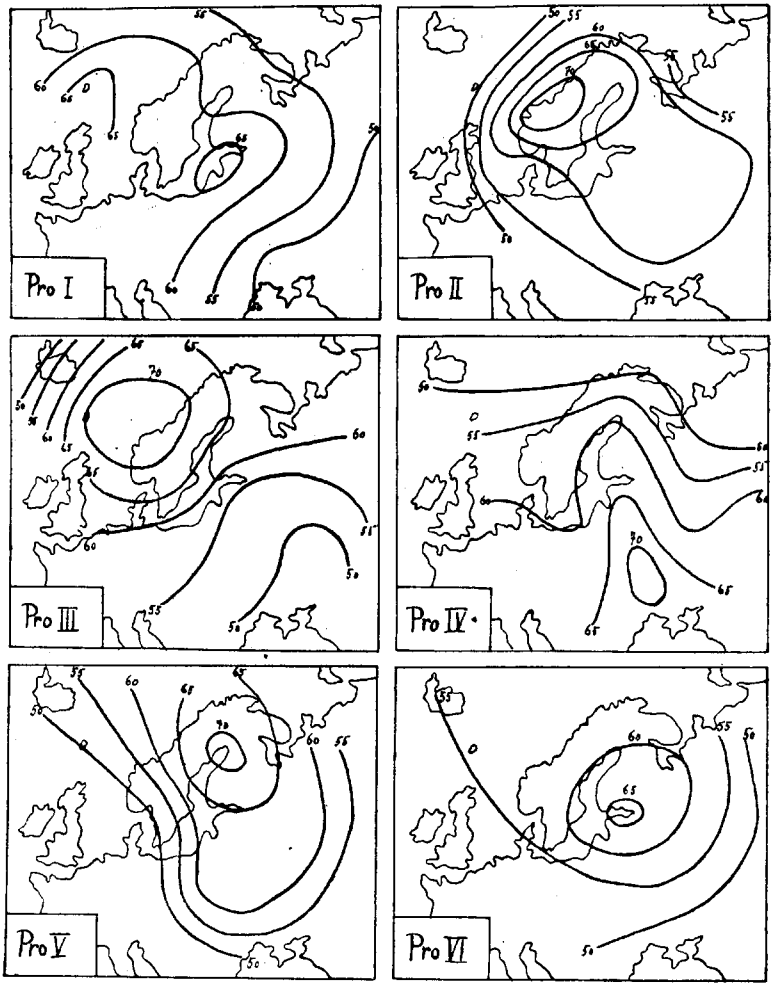
Die auf diese Weise erhaltenen Übereinstimmungsresultate, in Prozenten ausgedrückt, sind in Tab. № 9 aufgeführt.

Tabelle № 9.

Wahrscheinlichkeit der Gleichnamigkeit der Temperaturabweichung von Monat zu Monat zwischen Tartu und den nachstehenden Stationen.

	Pro I	Pro II	Pro III	Pro IV	Pro V	Pro VI	Pro VII	Pro VIII	Pro IX	Pro X	Pro XI	Pro XII
Vardö	55	58	62	50	67	56	43	52	56	60	44	60
Bodö	61	66	68	51	68	58	53	49	**62**	51	47	66
Florö	61	**73**	**73**	59	51	57	45	55	49	57	47	57
Haparanda	57	67	65	60	**71**	**60**	46	54	61	54	52	**73**
Göteborg	63	58	68	58	49	58	53	60	47	**62**	**42**	64
Archangelsk . . .	56	53	62	51	64	**60**	**58**	40	53	51	49	72
Bogoslowsk	54	63	57	44	44	47	52	48	**41**	52	54	54
Moskau	58	62	49	58	64	58	57	53	55	53	49	68
Kasan	47	60	56	62	56	52	52	49	53	51	51	66
Kiew	50	64	54	**76**	60	54	54	56	60	55	54	67
Odessa	49	56	48	73	54	**46**	48	54	54	54	**57**	62
Warschau	60	60	53	60	64	53	45	57	58	66	54	64
Wien	60	53	55	62	49	55	42	**64**	57	64	49	60
Hamburg	63	58	60	62	47	51	**43**	57	51	58	51	64
Thorshavn	**67**	50	**73**	52	50	**60**	50	63	48	42	44	44
Stykkisholm . . .	57	47	47	49	53	55	45	51	51	49	51	45

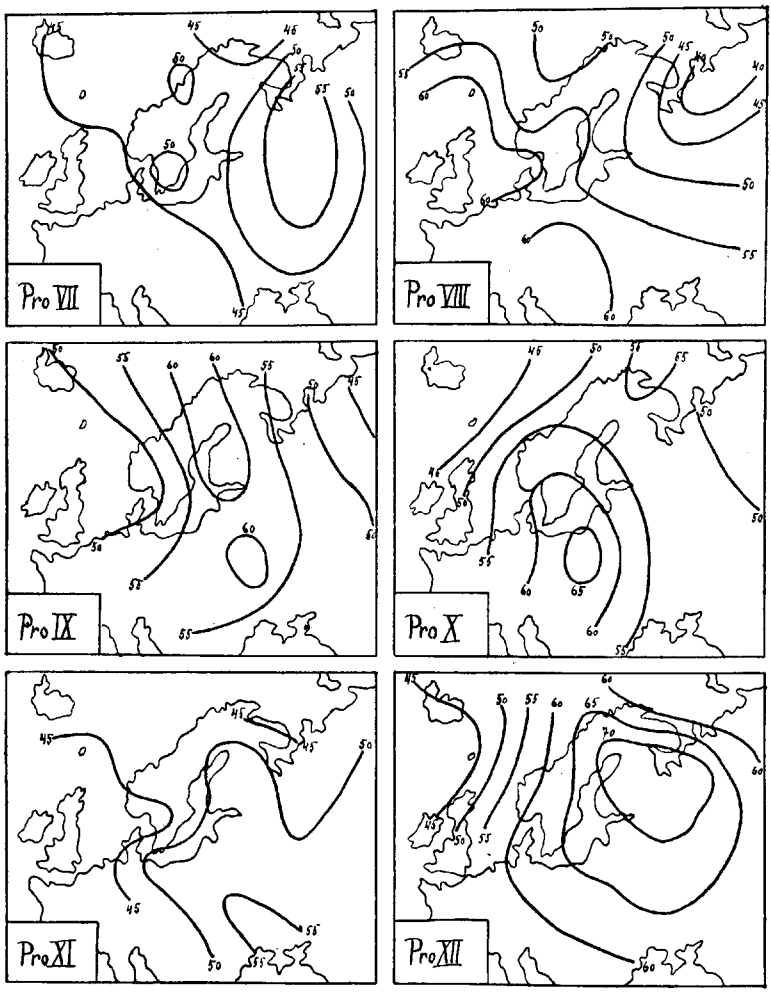
Die angegebenen Zahlenwerte der Tab. № 9 geben die Wahrscheinlichkeit in Prozenten, dass die Temperaturabweichung eines bestimmten Monats für Tartu dasselbe Vorzeichen haben wird, wie im vorhergehenden Monat für einen obenerwähnten



Ort. So würden zum Beispiel für die Witterungsprognose für den Februar die besten Resultate die Januartemperaturbeobachtungen von Florö ergeben (73 %), für den April dagegen die Märztemperatur von Kiew u. s. w. Aus obiger Tabelle ersehen wir, dass einige Orte eine grössere Wahrscheinlichkeit der

Übereinstimmung aufweisen, als andere, und dass die betreffenden Prozentwerte von einem Monat zum anderen sich verändern.

Um einen Vergleich der erwähnten Werte zwischen den



einzelnen Beobachtungsorten zu erleichtern, ist die Tab. № 9 graphisch in 12 Kartogrammen dargestellt. Es wurden dazu die Prozentwerte der Gleichnamigkeit der Temperaturabweichungen für alle Stationen auf den Karten eingetragen und hierauf durch Interpolation die Kurven von 55, 55, 60 u. s. w. Prozente der

Zeichengleicheit hergestellt. Für Tartu wurden dazu die in der Tab. № 5 angegebenen Werte für einen vorhergehenden Monat verwendet.

Um festzustellen, wie stark sich in dem Zeitraum von etwa 10 Jahren der Verlauf der Kurven ändert, sind in gleicher Weise die Karten für eine 40-jährige Beobachtungsreihe (1870—1909) gezeichnet worden. Es ergab sich, dass die Veränderungen verhältnismässig gering waren, und dass das Gesamtbild der Zentra mit grösstem Prozentwerte sich nicht veränderte. Daraus ist ersichtlich, dass wir es hier mit einer Gesetzmässigkeit zu tun haben, was für die praktische Verwendbarkeit dieser Karten in der Witterungsprognose spricht.

Da die Karten durch den Linienverlauf wie auch durch das Auseinandergehen der Prozentwerte sich voneinander unterscheiden, werden wir die Betrachtung derselben gruppenweise vornehmen.

Einige ähnliche Züge zeigen die Karten vom Januar, Februar und März, da in diesen Monaten das westwärts liegende Gebiet mit den Stationen Thorshavn und Florö die grösste Wahrscheinlichkeit für eine richtige Prognose ergibt. Dieses deutet auf die Einwirkung der atlantischen Zirkulation hin, was am stärksten in den genannten Monaten zur Geltung kommt.

Für den folgenden Monat April hat sich die Lage vollständig verändert: jetzt zeigen die südwärts liegenden Stationen Kiew und Odessa die grössten Übereinstimmungswerte, während im Westen und Norden die betreffenden Zahlen viel geringer sind.

In den darauffolgenden Monaten Mai, Juni und Juli würden die nördlichen Stationen die beste Treffsicherheit geben, wobei das Gebiet der grössten Prozentsätze von Mai bis Juli sich von Haparanda auf die Linie Archangelsk — Moskau verschoben hat. Eine solche Einteilung dürfte auf eine Einwirkung der auf dem nördlichen Eismeer befindlichen Eismassen hindeuten, was ausführlich von *Wiese*[1]) untersucht worden ist.

In den Monaten August, September, Oktober, November ist eine gleichartige Verschiebung des Gebietes der grössten Übereinstimmungswerte vorhanden, und betrifft jetzt die Stationen Wien, Warschau, Kiew, Odessa. Es sei hier hervorgeho-

1) W. Wiese: „Eis im Barents-Meer und Lufttemperatur in Europa". Nachrichten des Zentralbureaus für Hydrometeorologie, Heft III, 1924.

ben, dass neben der Wärme des Golfstroms für die Witterungsprognose für Tartu die Temperaturen von Kleinrussland in Betracht kommen. Eine besonders ausgeprägte Beziehung ist zwischen der Märztemperatur von Kiew und der Apriltemperatur von Tartu vorhanden, deren Korrelationsfaktor $r = 0{,}51$ und dessen wahrscheinlicher Fehler 0,07 ist.

Obwohl die meisten Sommer- und Herbstmonate viel geringere Prozentwerte aufweisen, als die Winter- und Frühlingsmonate, würden sie dennoch mit Ausnahme von Juli eine bessere Prognose ermöglichen, als die allein auf Tartu sich stützende Lokalprognose, besonders in Fällen, wo wir es nicht mit längeren Perioden zu tun haben. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass im Sommer und Herbst der Verlauf der einzelnen Linien ein nicht so regelmässiges Bild ergibt, wie im Winter und Frühling.

Die Korrelationen zwischen den betreffenden Werten sind nicht berechnet worden, da die Temperaturerhaltungstendenz wie auch die Temperaturverhältnisse der umliegenden Stationen nur zwei aus der Zahl der für derartige Prognosen notwendigen Faktoren darstellen. Es müsste hierzu noch die Beziehung des Luftdruckes, die Passate, die Veränderungen der Aktionszentra u. s. w. herangezogen werden, was aber nicht in den Rahmen dieser Arbeit gehört.