

**Grundlagen einer
Vierteljahrstemperaturvorhersage
für Deutschland**

Von

Dr. Franz Baur



Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
1926

**Grundlagen einer
Vierteljahrstemperaturvorhersage
für Deutschland**

Von
Dr. Franz Baur



Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
1926

ISBN 978-3-663-00621-3 ISBN 978-3-663-02534-4 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-663-02534-4

Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung	1
I. Beziehungen der Temperatur der vier Jahreszeiten in Deutschland zur Witterungsvorgeschichte.	3
II. Ableitung linearer Beziehungsgleichungen für mehrere Beobachtungsreihen	16
III. Beziehungsgleichungen zur Bestimmung des Temperaturcharakters der Jahreszeiten in Deutschland	19
IV. Praktische Anwendung der Beziehungsgleichungen zur Voraussage des Temperaturcharakters	22
V. Zusammenfassung und Ausblick	29
Anhang	31
Schriftennachweis	32
Tabellen der Abweichungen der Monatsmittel vom 50jährigen Mittelwert	33

Einleitung¹⁾.

Das Wetter ist ein Komplex einer Vielheit von Erscheinungen, deren jede wieder von einer großen Zahl von Faktoren verursacht wird. Um uns in dieser Mannigfaltigkeit des physischen Geschehens zurechtfinden zu können, insbesondere um darin Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, die eine Voraussage des Wetters ermöglichen, müssen wir durch geeignete Fiktionen an die Stelle der physischen Wirklichkeit die ideelle Wirklichkeit unserer eigenen Denkgesetze, die Gesetze der Mathematik, treten lassen. Nur auf diese Weise können wir zu einer quantitativen Einschätzung der zahlreichen Einflüsse und damit zu einer Vorausberechnung des Wetters gelangen, die allein eine hinreichend sichere, von subjektiven Einflüssen freie, lehrbare Voraussage des Wetters gewährleistet. Die außerordentliche Vielgestaltigkeit des Erscheinungskomplexes, den wir „Wetter“ nennen, und die ungeheure Vielzahl von Einflüssen, die dasselbe bedingen, lassen es als ausgeschlossen erscheinen, daß es in absehbarer Zeit gelingen wird, das Wetter mit Hilfe der Mechanik vorauszuberechnen. Sobald es sich um die Voraussage für längere Zeiträume handelt, müßten wir dazu auch Kenntnisse über die mit der Strahlungsemission in Zusammenhang stehenden Vorgänge auf der Sonne haben, die wir in der erforderlichen Genauigkeit wohl erst in vielen Jahrzehnten erlangen können. Wir müssen daher, wenn wir das Wetter auf rechnerischem Wege voraussagen wollen, einen anderen Zweig der Mathematik heranziehen, mit dessen Hilfe auf anderen Gebieten der Physik, auf denen die Mechanik bisher versagte, großartige Erfolge erzielt worden sind: die mathematische Statistik. Daß wir dabei nicht mit der Wittervoraussage für einzelne Tage beginnen dürfen, sondern den Witterungscharakter größerer Zeiträume und Gebiete ins Auge fassen müssen, liegt im Wesen der Statistik begründet.

Die Gesamtheit aller das Wetter bedingenden Einflüsse läßt sich in zwei große Gruppen teilen: in terrestrische und kosmische Einflüsse. Da die geographischen Bedingungen wie Land- und Meerverteilung, Höhe und Richtung der Gebirgszüge usw. innerhalb des Zeitraums, von dem überhaupt meteorologische Beobachtungen vorliegen, als konstant angesehen werden können, so daß sie wohl in klimatischer Hinsicht, in bezug auf die langjährigen meteorologischen Mittelwerte, von Einfluß sind, nicht aber auf die verschiedene Witterungsgestaltung der einzelnen Jahre, so beschränken sich die terrestrischen Einflüsse in der Hauptsache auf die Vorgeschichte des Wetters. Es ist von vornherein klar, daß diese von allergrößter Bedeutung für die kommende Witterungsgestaltung sein muß. Dabei handelt es sich selbstverständlich nicht allein um die vorangegangene Witterung des betreffenden Ortes oder Gebietes, sondern es ist auch die abgelaufene Witterung benachbarter oder auch entfernter Erdstellen von Einfluß. So muß es z. B. auch auf die Witterung der gemäßigten Zone wirken, wenn sich große, besonders tief abgekühlte Kaltluftmassen im Polargebiet angesammelt haben. Andere von Jahr zu Jahr verschiedene irdische Einflüsse auf das Wetter sind die Meeresströmungen und die großen Lockerausbrüche der Vulkane. Die veränderlichen Elemente der ersteren können wohl mit zur Vorgeschichte des Wetters gerechnet werden, da sie ja nicht als rein primäre selbständige Ursachen anzusehen sind, sondern infolge der ständigen Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Meeresoberfläche auch ihrerseits durch die Witterungsverhältnisse bedingt werden. Die Vulkanausbrüche dagegen hängen, nach dem Stande unseres heutigen Wissens, vom Wetter nicht ab. Sie sind als eigener irdischer Einfluß zu betrachten. Daß die großen Lockerausbrüche der Vulkane infolge der teilweisen Abhaltung der Sonnenstrahlung durch

¹⁾ Die mit * versehenen Zahlen in Klammern beziehen sich auf die Nummern des Schriftennachweises im Anhang, die in Klammern gesetzten Zahlen ohne * auf mathematische Gleichungen des Textes.

die in große Höhen der Atmosphäre emporgeschleuderten gewaltigen Asche- und Staubmassen die Temperatur- und Zirkulationsverhältnisse der Lufthülle der Erde und damit das Wetter beeinflussen, ist nach den Untersuchungen von W. J. Humphreys (10*) und A. Defant (9*) nicht zu bezweifeln, wenn auch die Schlußfolgerungen des ersteren zu weitgehend sind. Da jedoch die durch große Lockerausbrüche hervorgerufenen Lufttrübungen längere Zeit, mindestens mehrere Monate, andauern und die Wirkungen derselben nicht an allen Orten der Erdoberfläche gleichzeitig eintreten, so kann auch der Einfluß solcher Störungen auf die Witterungsgestaltung, wenigstens in ihrem späteren Verlauf, durch Berücksichtigung der gesamten Witterungsvorgeschichte miteingefügt werden.

Die kosmischen Einflüsse auf das Wetter sind uns zweifellos noch nicht alle bekannt. Aber so viel wissen wir heute doch mit einem hohen Grade von Sicherheit, daß unter ihnen die quantitativen und qualitativen Veränderungen der Sonnenstrahlung wohl die größte Bedeutung haben. Aus der Tatsache, daß solche Veränderungen stattfinden und auf die irdische Witterung von Einfluß sind, haben Schmauss (14*) und Freiherr von Aufsess (1*) den Schluß gezogen, daß an eine Witterungsvorhersage für längere Zeiträume überhaupt nicht zu denken sei, solange wir nicht über die Vorgänge auf der Sonne besser unterrichtet sind, daß insbesondere eine Voraussage auf Grund der Witterungsvorgeschichte allein vollkommen aussichtslos sei. Diese Schlußfolgerung ist aus einem doppelten Grunde nicht zwingend. Zum ersten darf man sich nicht vorstellen, daß die Änderungen der Sonnenstrahlung schlagartig wie ein *deus ex machina* in das Getriebe der Atmosphäre eingreifen, sondern diese verarbeitet die von außen kommenden Einflüsse nach ihren eigenen, durch ihre physikalischen Konstanten und die Land- und Meerverteilung auf der Erdoberfläche bedingten Gesetzen. Das sehen wir ja schon deutlich an der täglichen und jährlichen Periode der Temperatur, die durch die Änderungen der Sonnenhöhe bewirkt wird. Das Maximum der Temperatur fällt in beiden Perioden nicht mit dem Maximum der Sonnenhöhe zusammen, sondern folgt diesem erst mit einer mehr oder minder großen Verspätung, in Mitteleuropa im allgemeinen mit einer Verspätung von ein Zwölftel der Periodenlänge. Es ist auch für die Wirkung einer Strahlungsänderung durchaus nicht gleichgültig, welche augenblicklichen Zustände in der Erdatmosphäre und auf der Erdoberfläche sie antrifft. So wird z. B. eine Zunahme der Sonnenstrahlung auf das Wetter in Nord- und Mitteleuropa anders wirken, je nachdem im Polargebiet in weitem Umkreis Eismassen liegen, so daß der Überschuß an zugestrahlter Wärme durch das Abschmelzen von Eis gebunden wird, oder sich dort zahlreiche eisfreie Flächen befinden. Zum zweiten sind wir auf Grund des Ergebnisses, daß der Ablauf der Wetterelemente in der Hauptsache quasiperiodisch erfolgt (2*), und der weiteren Tatsache, daß der Lichtwechsel auch solcher veränderlicher Fixsterne, die keine Doppelsterne sind, zwar nicht immer regelmäßige Perioden, aber doch gewisse Gesetzmäßigkeiten aufweist, zu dem Analogieschluß berechtigt, daß auch die Strahlungsänderungen der Sonne nach bestimmten Gesetzen verlaufen. Wenn wir auch diese Gesetze nicht kennen, so folgt doch schon aus dem bloßen Bestehen einer Gesetzmäßigkeit, daß die Größe und Zusammensetzung der Sonnenstrahlung der kommenden Wochen und Monate in ganz bestimmter Weise mit der vergangenen zusammenhängt. Von dieser war aber auch das vergangene Wetter abhängig. Indem wir also die Vorgeschichte des Wetters in Betracht ziehen, berücksichtigen wir mittelbar auch die kommenden Strahlungsänderungen, sofern der Zeitraum, über den sich die statistischen Untersuchungen erstrecken, so groß ist, daß die wichtigsten Periodenlängen der Strahlungsschwankungen in ihm mehrmals enthalten sind.

Wir kommen damit zu dem Schlusse, daß es möglich sein muß, durch systematische statistische Untersuchung der Zusammenhänge aufeinanderfolgender Witterungserscheinungen in verschiedenen Gebieten der Erdoberfläche Grundlagen für eine Vorausberechnung des Witterungscharakters größerer Zeiträume aus der Vorgeschichte des Wetters zu gewinnen. Die vorliegende Arbeit stellt einen Anfang auf diesem Wege dar, indem mit ihr erstmals der Versuch gemacht wird, auf breiterer statistischer Grundlage Gleichungen aufzustellen, die die Vorausberechnung des Temperaturcharakters der vier Jahreszeiten in Deutschland mit einer für den Anfang befriedigenden Genauigkeit gestatten.

I. Beziehungen der Temperatur der vier Jahreszeiten in Deutschland zur Witterungsvorgeschichte.

Die „Witterungsvorgeschichte“ umfaßt die Gesamtheit aller Zustände und Zustandsänderungen der ganzen Lufthülle der Erde, die vor einem bestimmten Zeitpunkt gewesen sind. In erweitertem Sinne kann man auch noch die Temperaturverhältnisse der festen und flüssigen Erdoberfläche und den Strömungszustand der letzteren hinzurechnen. Es ist natürlich ein Ding der Unmöglichkeit und wird es auch immer sein, die Gesamtheit aller dieser Zustände zu kennen und in Rechnung zu stellen. Wenn wir uns daher die Aufgabe stellen, den Temperaturcharakter der Jahreszeiten in Deutschland aus der Witterungsvorgeschichte vorauszuberechnen, so müssen wir uns zunächst Klarheit darüber verschaffen, welche atmosphärischen Zustandsgrößen gerade für die Witterungsgestaltung in Deutschland von ausschlaggebendem Einfluß sind.

Legen wir uns die Frage vor: „Wovon ist der Temperaturcharakter der Jahreszeiten in Deutschland abhängig?“, so müssen wir drei Faktoren angeben: 1. Größe der Ein- und Ausstrahlung, 2. Häufigkeit und Menge der Niederschläge, 3. Wärmehalt der durch (horizontale und vertikale) Luftströmungen herangeführten Luftmassen. Die Einstrahlung hängt außer von dem für ein bestimmtes Gebiet konstanten Element der geographischen Breite und der Jahreszeit von den sehr wechselnden Elementen der Bewölkung, der Diathermansie der Luft und der Temperatur der oberen (gegen die Erde gleichfalls strahlenden) Luftschichten sowie von einer etwaigen Änderung der sogenannten Solarkonstante, die Ausstrahlung von der Temperatur und Beschaffenheit der Erdoberfläche und ebenfalls von Bewölkung und Diathermansie der Luft ab. Der Niederschlag wirkt dadurch auf die Lufttemperatur in der Regel abkühlend, daß er aus Höhen stammt, die im allgemeinen tiefer temperiert sind als die darunterliegenden Luftschichten, ferner durch Verdunstung und möglicherweise auch durch Freiwerden beim Fallen adsorbierter, der dynamischen Erwärmung nicht unterliegender Luft (15*). Die Temperaturwirkung des Niederschlags ist also vor allem von der Wolkenhöhe und der Größe des vertikalen Temperaturgradienten abhängig. Richtung und Maß der durch Advektion hervorgerufenen Temperaturanomalien sind eine Funktion der Masse und Temperatur der herangeführten Luft. Für letztere ist die Herkunft und der Weg der Luft — ob aus dem polaren System oder aus dem tropisch-subtropischen Warmluftkörper stammend, ob über das Meer oder das Festland herangeführt — maßgebend.

Verfolgen wir die Ursachenketten noch weiter zurück, so kommen wir zu dem Schlusse, daß für den Anteil, den die Advektion am Temperaturcharakter der Jahreszeiten in Deutschland hat, die vorausgegangenen Temperaturverhältnisse im Polargebiet und in den Subtropen sowie über dem Meere, das infolge seiner großen Wärmekapazität viel weniger raschen Temperaturänderungen unterworfen ist, von Bedeutung sein müssen. Bewölkung und Niederschläge aber sowie die Richtung der horizontalen und vertikalen Luftbewegungen hängen mit den Intensitätsschwankungen der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation zusammen, die ihrerseits wieder in mannigfacher Weise mit der Temperaturverteilung im großen verknüpft sind. Für Deutschland ist vor allem die Stärke des Luftkreislaufs über dem nördlichen Atlantischen Ozean maßgebend, die in der Größe des Luftdruckgefälles Ponta Delgada—Island einen Ausdruck findet (3*), und die Intensität des asiatischen Aktionszentrums. Besonders wichtig für die Erzeugung der Bewegungsenergie der Atmosphäre sind die kalten Hochplateaus Grönlands und der Antarktis. Während die Ausstrahlungsvorgänge über Grönland auf die Luftzirkulation über dem nördlichen Atlantischen Ozean eine unmittelbare Wirkung ausüben, kann der Einfluß der Temperatur- und Eisverhältnisse der Antarktis auf die Witterung der Nordhalbkugel naturgemäß nur ein mittelbarer sein. Daß aber tatsächlich ein Zusammenhang zwischen Witterungsvorgängen auf der Süd- und Nordhalbkugel besteht, geht aus den Untersuchungen von G. T. Walker (16* und 17*) und T. Okada (12*) hervor. Dies ist auch nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß im Laufe eines Halbjahres durchschnittlich $2,6 \cdot 10^{12}$ Tonnen Luft von der einen Hemisphäre auf

die andere übertreten (3*). Von besonderem Einfluß auf Witterungserscheinungen der Nordhalbkugel scheinen die vorausgegangenen Luftdruckverhältnisse über Südamerika zu sein (12* und 16*). Es besteht daher mindestens die Möglichkeit, daß diese auch auf den Temperaturverlauf in Deutschland eine Wirkung ausüben. Die Oberflächentemperatur des Atlantischen Ozeans wird zum Teil durch die Temperatur der Golf- und Antillenströmung bedingt, auf welche die Lufttemperatur des östlichen Nordamerika einen Einfluß ausübt. Diese ist daher aus diesem Grunde und weil die westöstliche Richtung der Grundströmung der atmosphärischen Zirkulation in den gemäßigten Breiten auch eine westöstliche Fortpflanzung der großen Temperaturstörungen wahrscheinlich macht, von Bedeutung für die Temperatur in Europa. Schließlich müssen auch die vorausgegangenen Temperaturverhältnisse von Deutschland selbst auf die später folgenden von Einfluß sein.

Demnach wurden als Vorgeschichte der Witterung, deren Zusammenhang mit dem Temperaturcharakter der Jahreszeiten zu ermitteln ist, die folgenden Elemente betrachtet:

1. die Temperatur Deutschlands,
2. die Temperatur des nördlichen Norwegen,
3. die Temperatur Westgrönlands,
4. das Luftdruckgefälle Ponta Delgada—Island,
5. der Luftdruck über Argentinien,
6. die Temperatur der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Nordamerika,
7. der Luftdruck von Bombay.

Um wirklich verlässige, die physikalischen Zusammenhänge ausdrückende Beziehungen zu erhalten, wurden nur solche Beobachtungen herangezogen, die sich auf ein halbes Jahrhundert erstrecken. Daß dabei auf Homogenität des Beobachtungsmaterials besonderes Gewicht gelegt wurde, ist selbstverständlich. Mit Rücksicht hierauf konnten aber die Lufttemperatur der Subtropen, die Oberflächentemperatur des Nordatlantischen Ozeans und der Luftdruck über Innerasien keine Berücksichtigung finden, da trotz vielfacher Bemühungen ausreichend lange, homogene Beobachtungsreihen dieser Elemente nicht zu erlangen waren. Die den Berechnungen zugrunde liegenden Monatsmittelergebnisse (ausgedrückt in Abweichungen vom langjährigen Mittel) sind in den Tabellen 10 bis 16 des Anhangs aufgeführt, um einerseits eine Nachprüfung der gewonnenen Ergebnisse zu ermöglichen, andererseits Fachgenossen, die sich an der Fortführung dieser Untersuchungen beteiligen wollen, das mühsame Zusammentragen, Sichten und Vorbereiten des Beobachtungsmaterials zu ersparen.

Nach Möglichkeit wurde danach getrachtet, nicht Beobachtungsreihen einzelner Orte zu verwenden, sondern durch Mittelbildung aus mehreren Beobachtungsreihen die Einflüsse von Beobachtungsfehlern und örtlichen Besonderheiten herabzumindern. Die Temperaturmittel Deutschlands wurden aus den Beobachtungen der zehn Stationen Königsberg i. Pr., Berlin, Hamburg, Breslau, Leipzig, Münster i. W., Bamberg, Frankfurt a. M., München (Bogenhausen), Karlsruhe i. B. gewonnen. Die Temperatur des nördlichen Norwegen wurde mit Alten und Vardö gebildet. Die Temperatur Westgrönlands wurde aus den Temperaturbeobachtungen von Upernivik und Jacobshavn berechnet. Dabei mußten einige fehlende Monatsmittel der einen Station nach der anderen interpoliert werden. Es fehlten aber von keinem Monat beide Temperaturangaben. Der Luftdruck von Island wurde durch das Mittel von Stykkisholm und Berufjord dargestellt; der Luftdruck von Argentinien durch Cordoba und Buenos Aires. Die Temperatur der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Nordamerika wurde aus den Beobachtungen der fünf Stationen New York, New Orleans, Cincinnati, Milwaukee und St. Louis gebildet.

Für die Mitteilung des Beobachtungsmaterials bin ich den meteorologischen Instituten in Cordoba (Argentinien), Kopenhagen, Lissabon, Oslo, Simla und Washington dankbar. Außerdem dienten als Quellen die Tabelle 52 der „Mitteilungen der Wetter- und Sonnenwarte St. Blasien“, Heft 2, die vom Preussischen Meteorologischen Institut und der Bayerischen Landeswetterwarte herausgegebenen Monatsberichte, die Jahrbücher des Norwegischen Meteorologischen Instituts und die amerikanische Monthly Weather Review.

Die Verteilungsgesetze der Vierteljahrsmittel.

Der Temperaturcharakter einer Jahreszeit eines bestimmten Jahres wird zwar nicht vollständig, aber in der Hauptsache durch die Abweichung der Mitteltemperatur der betreffenden Jahreszeit vom langjährigen (mindestens 50jährigen) Mittelwert dargestellt. Im Mittel drückt sich aus, ob eine Jahreszeit sehr kalt, kalt, durchschnittlich normal, warm oder sehr warm war. Nicht kommt darin freilich zum Ausdruck, ob innerhalb der Jahreszeit besondere Temperatargegensätze bestanden. Da es aber in unseren Breiten niemals vorkommt, daß 90 Tage lang die Temperatur annähernd normal ist, ein normales Jahreszeitmittel also stets nur dadurch zustande kommt, daß die zu kalten und die zu warmen Perioden sich ungefähr die Wage halten, und für diese Gegen-sätzlichkeit kennzeichnend ist, so können wir uns in der vorliegenden Arbeit, die ja erst den Anfang einer systematischen Bearbeitung des Problems der langfristigen Wettervorhersage bildet, mit der Darstellung des Temperaturcharakters der Jahreszeiten durch ihre Abweichung vom langjährigen Mittel begnügen. Es muß der weiteren Ausgestaltung und Fortsetzung dieser Untersuchungen vorbehalten bleiben, auch diejenigen Seiten des Temperaturcharakters zu erfassen, die nicht im Mittelwert der Temperatur zum Ausdruck kommen.

Wenn wir die Temperaturmittel bzw. deren Abweichungen vom langjährigen Mittelwert zur Kennzeichnung des Temperaturcharakters der Jahreszeiten wählen, so kann zur Feststellung von Beziehungen zwischen diesem und den obengenannten sieben Elementen der Witterungsvorgeschichte von der Korrelationsmethode Gebrauch gemacht werden, sofern bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Die Anwendung der Korrelationsmethode in der bisher üblichen Form ist nur zulässig (4*), wenn

1. es sich um die Aufdeckung linearer Beziehungen handelt,
2. eine größere Anzahl von Beobachtungen zur Verfügung steht,
3. die zu vergleichenden Größen annähernd nach dem Gaußschen Fehlergesetz verteilt sind.

Wenn überhaupt Beziehungen zwischen Witterungsanomalien entfernter Gebiete und verschiedener Zeiträume bestehen, so ist nach dem Stande unseres heutigen Wissens anzunehmen, daß dieselben linear sind. Wir beschränken die Untersuchung daher absichtlich auf die Feststellung annähernd linearer Abhängigkeiten. Die zweite Voraussetzung der Anwendbarkeit der Korrelationsmethode ist durch die Heranziehung 50jähriger Beobachtungen erfüllt. Dagegen bedarf es erst der Untersuchung, inwieweit auch die dritte Bedingung von dem zu verwendenden Beobachtungsmaterial befriedigt wird. Es entsteht daraus die Aufgabe, das Verteilungsgesetz der zu vergleichenden Beobachtungsreihen festzustellen. Da es sich hierbei um eine meines Wissens erstmalige Anwendung der Kollektivmaßlehre auf tatsächlich stattgefundene meteorologische Beobachtungen handelt, so soll der Gang der Rechnung eine etwas ausführlichere Darstellung finden.

Die Aufgabe, dem Verteilungsgesetz verschiedener Kollektivgegenstände eine einheitliche mathematische Fassung zu geben, die auf eine Reihenentwicklung für willkürliche Funktionen hinausläuft, läßt an sich unendlich viele Arten der Lösung zu. Als zweckmäßigste aller dieser Lösungen muß aber wohl diejenige angesehen werden, die sich den Eigenschaften der am häufigsten auftretenden Kollektivgegenstände gewissermaßen von selbst anschließt, etwa in ähnlicher Weise, wie das bei periodischen Vorgängen mit der Fourierschen Reihe der Fall ist. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend und unter Berücksichtigung der praktischen Forderung, daß die Lösung auch für die numerische Rechnung hinlänglich bequem sei, hat Bruns (7*) zur analytischen Darstellung von Kollektivgegenständen die Φ -Reihe benutzt und als deren Normalform die Formel abgeleitet:

$$2\mathfrak{S}(X) = 1 + \Phi(V) + D_3 \frac{\Phi(V)_3}{2^2} + D_4 \frac{\Phi(V)_4}{2^3} + D_5 \frac{\Phi(V)_5}{2^4} + D_6 \frac{\Phi(V)_6}{2^5} + \dots \quad (1)$$

$\mathfrak{S}(X)$, die „Summenfunktion“, ist dabei diejenige Funktion, welche die Summe der Werte der Verteilungsfunktion bzw. ihr Integral vom Anfangspunkt des möglichen Argumentgebietes bis zu einem beliebigen möglichen Argumentwert bzw. bis zu einem beliebigen Wechsellpunkt X darstellt, je

nachdem es sich um einen unstetigen oder stetigen Kollektivgegenstand handelt. $\Phi(V)$ ist die in der Wahrscheinlichkeitsrechnung vielfach auftretende Funktion

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^V e^{-t^2} dt$$

und $\Phi(V)_n$ deren n -te Ableitung. Durch die Hinzufügung der Divisoren $2^2, 2^3$ usw. ist die Annehmlichkeit erreicht, daß in den von Bruns berechneten Tafeln der Φ -Funktionen das Maximum sich nicht weit von Eins entfernt.

Die Verteilungsfunktion, auf die es uns im vorliegenden Falle ankommt, läßt sich unter kleiner, nur förmlicher Abänderung der entsprechenden Formel von Czuber (8*) durch folgende Reihe darstellen:

$$\mathfrak{B}(x) = \varphi(x) + D_3 \frac{\varphi_3(x)}{2^2} + D_4 \frac{\varphi_4(x)}{2^3} + D_5 \frac{\varphi_5(x)}{2^4} + D_6 \frac{\varphi_6(x)}{2^5} + \dots \quad (2)$$

Die Elemente $D_3, D_4 \dots$ sind dabei identisch mit denen der Formel (1). $\varphi(x)$ ist das Gaußsche Exponentialgesetz für zufällige Fehler:

$$\varphi(x) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2},$$

$\varphi_n(x)$ ist die n -te Ableitung von $\varphi(x)$. Die Entwicklung (2) zeigt also, inwieweit $\mathfrak{B}(x)$ von dem Fehlerverteilungsgesetz $\varphi(x)$ abweicht.

Die Bestimmung der D erfolgt, indem mittels eines Summenverfahrens die nach Maßgabe der Verteilung gebildeten Durchschnittswerte der verschiedenen Potenzen der Abweichungen der Argumente von einem beliebigen Ausgangswerte a ermittelt werden. Wir setzen allgemein

$$\eta_p^x = \mathfrak{D}[(x-a)^p] = \int_{-\infty}^{\infty} (x-a)^p \mathfrak{B}(x) dx \quad (3)$$

und, wenn der Argumentdurchschnitt $A = \mathfrak{D}(x)$ als Ausgangswert gewählt wird,

$$\mu_p^x = \mathfrak{D}[(x-A)^p] = \int_{-\infty}^{\infty} (x-A)^p \mathfrak{B}(x) dx \quad (4)$$

Das $\mathfrak{D}$ -Zeichen bedeutet dabei einen nach Maßgabe der Wertdichtigkeit des Arguments gebildeten Mittelwert, wenn $\mathfrak{B}(x)dx$ als Wahrscheinlichkeit eines zwischen x und $x+dx$ fallenden Argumentwertes gedeutet wird.

Man stellt nun zunächst aus den einzelnen Gliedern der Kollektivreihe eine Verteilungstafel auf, indem man, mit dem niedrigsten Argumentwert beginnend, zu jedem x_i die absolute Häufigkeitszahl z_i der Argumente anschreibt. Ist der Wertevorrat der Kollektivreihe sehr groß, so kann man mehrere aufeinanderfolgende Argumentwerte zu einem größeren Intervall zusammenfassen und den Intervallmitten x'_i die Anzahl aller in das Intervall fallenden Glieder zuordnen. In der nachfolgenden Verteilungstafel sind unter z_i die Häufigkeitszahlen der im Zeitraum 1874 bis 1923 vorgekommenen Abweichungen x_i der Vierteljahrstemperatur VIII/X Westgrönlands vom 50 jährigen Mittelwert, berechnet aus den in Tabelle 12 angegebenen Abweichungen des August, September und Oktober, aufgeführt. Wählen wir den letzten Argumentwert $+1,7$ als Ausgangswert a , so berechnet sich die Summentafel, indem

$$\begin{array}{ll} s_1^{(1)} & = z_1 \\ s_2^{(1)} = s_1^{(1)} + z_2 & = z_1 + z_2 \\ \vdots & \\ s_{37}^{(1)} = s_{36}^{(1)} + z_{37} & = z_1 + z_2 + \dots + z_{37}; \\ \\ s_2^{(2)} = s_1^{(2)} + s_2^{(1)} & \\ \vdots & \\ s_{36}^{(2)} = s_{35}^{(2)} + s_{36}^{(1)} & \\ \\ s_2^{(3)} = s_1^{(3)} + s_2^{(2)} & \\ \vdots & \\ s_{34}^{(3)} = s_{33}^{(3)} + s_{34}^{(2)} & \end{array}$$

gesetzt wird. Sollen auch noch D_5 und D_6 berechnet werden, so sind noch zwei weitere Kolonnen, $s_i^{(5)}$ und $s_i^{(6)}$ anzulegen. Die Glieder $\varphi_5(x)$ und $\varphi_6(x)$ sind jedoch meistens von untergeordneter Bedeutung und spielen höchstens bei ganz übermäßig unsymmetrischen Verteilungen eine Rolle (18*). Im vorliegenden Falle ergibt sich:

$$m = \sum_1^{39} z_i = 50; \quad S_0 = \sum_1^{38} z_i = 48; \quad S_1 = \sum_1^{37} s_i^{(1)} = 795; \quad S_2 = \sum_1^{36} s_i^{(2)} = 7636;$$

$$S_3 = \sum_1^{35} s_i^{(3)} = 52620; \quad S_4 = \sum_1^{34} s_i^{(4)} = 287629. \quad \text{Die Intervallgröße } \delta = 0,1.$$

Verteilungstafel		Summentafel			
x_i	z_i	$s_i^{(1)}$	$s_i^{(2)}$	$s_i^{(3)}$	$s_i^{(4)}$
-2,1	1	1	1	1	1
-2,0	0	1	2	3	4
-1,9	0	1	3	6	10
-1,8	0	1	4	10	20
-1,7	0	1	5	15	35
-1,6	0	1	6	21	56
-1,5	0	1	7	28	84
-1,4	1	2	9	37	121
-1,3	1	3	12	49	170
-1,2	0	3	15	64	234
-1,1	2	5	20	84	318
-1,0	1	6	26	110	428
-0,9	1	7	33	143	571
-0,8	1	8	41	184	755
-0,7	3	11	52	236	991
-0,6	0	11	63	299	1 290
-0,5	1	12	75	374	1 664
-0,4	3	15	90	464	2 128
-0,3	7	22	112	576	2 704
-0,2	1	23	135	711	3 415
-0,1	2	25	160	871	4 286
0,0	4	29	189	1 060	5 346
+0,1	1	30	219	1 279	6 625
+0,2	3	33	252	1 531	8 156
+0,3	3	36	288	1 819	9 975
+0,4	1	37	325	2 144	12 119
+0,5	1	38	363	2 507	14 626
+0,6	1	39	402	2 909	17 535
+0,7	1	40	442	3 351	20 886
+0,8	1	41	483	3 834	24 720
+0,9	1	42	525	4 359	29 079
+1,0	0	42	567	4 926	34 005
+1,1	1	43	610	5 536	39 541
+1,2	1	44	654	6 190	45 731
+1,3	1	45	699	6 889	
+1,4	3	48	747	52 620	287 629
+1,5	0	48	7636		
+1,6	0	795			
+1,7	2				

Es ist dann — der Beweis für die hier verwendeten Formeln ist im Lehrbuch der Wahrscheinlichkeitsrechnung von E. Czuber (8*) enthalten —:

$$\eta_1 = -\frac{\delta}{m}(S_1 + S_0) = -1,686$$

$$\eta_2^2 = \frac{\delta^2}{m}(2S_2 + 3S_1 + S_0) = +3,541$$

$$\eta_3^3 = -\frac{\delta^3}{m}(6S_3 + 12S_2 + 7S_1 + S_0) = -8,2593$$

$$\eta_4^4 = \frac{\delta^4}{m}(24S_4 + 60S_3 + 50S_2 + 15S_1 + S_0) = +20,9081,$$

ferner

$$\mu_2^2 = \eta_2^2 - \eta_1^2 = 0,6984$$

$$\mu_3^3 = \eta_3^3 - 3\eta_2^2\eta_1 + 2\eta_1^3 = +0,06583$$

$$\mu_4^4 = \eta_4^4 - 4\eta_3^3\eta_1 + 6\eta_2^2\eta_1^2 - 3\eta_1^4 = +1,360175$$

$$h = \frac{1}{\mu_2\sqrt{2}} = \frac{1}{1,181857}.$$

Die Größe μ_2 ist die „Streuung“, während h dem Präzisionsmaß der Fehlertheorie entspricht.

$$D_3 = -\frac{2h^3\mu_3^3}{3} = -0,02659,$$

$$D_4 = +\frac{h^4\mu_4^4}{3} - \frac{1}{4} = -0,01762.$$

Durch Einsetzen dieser Werte in die Gleichung (2) erhält man schließlich als Verteilungsfunktion der Vierteljahrsmittel VIII/X der Temperatur Westgrönlands im Zeitraum 1874 bis 1923:

$$\mathfrak{B}(x) = \varphi(x) - 0,00665\varphi_3(x) - 0,0022\varphi_4(x).$$

In gleicher Weise wurden noch folgende Verteilungsgesetze bestimmt:

Frühlingstemperaturen Deutschlands	1870 bis 1923	$\varphi(x) - 0,0137\varphi_3(x) - 0,0028\varphi_4(x)$
Sommertemperaturen	„ 1870 bis 1923	$\varphi(x) - 0,0035\varphi_3(x) - 0,0040\varphi_4(x)$
Herbsttemperaturen	„ 1870 bis 1923	$\varphi(x) + 0,0037\varphi_3(x) - 0,0081\varphi_4(x)$
Wintertemperaturen	„ 1870/71 bis 1923/24 . .	$\varphi(x) + 0,0240\varphi_3(x) - 0,0062\varphi_4(x)$
Luftdruckgefälle Ponta Delgada-Insel, } Frühjahrsmittel	1874 bis 1922	$\varphi(x) - 0,0104\varphi_3(x) - 0,0087\varphi_4(x)$

Hieraus ist ersichtlich, daß die Vierteljahrsmittel verschiedener meteorologischer Elemente tatsächlich nicht nach dem Gaußschen Fehlergesetz verteilt sind. Der in allen Fällen negative Koeffizient des Gliedes $\varphi_4(x)$ deutet darauf hin, daß die großen Abweichungen zahlreicher, die kleinen seltener vertreten sind, als es das Gaußsche Fehlergesetz erfordert. Der von 0 verschiedene Koeffizient bei $\varphi_3(x)$ besagt, daß die Verteilungen beiderseits des Mittelwertes nicht symmetrisch sind. Im Herbst und Winter Deutschlands überwiegen der Zahl nach die positiven Abweichungen, während die negativen größere Werte erreichen; bei den übrigen Reihen ist es umgekehrt. Die größte Asymmetrie weisen in den sechs ausgewählten Reihen die Wintertemperaturen Deutschlands auf, das größte Hervortreten großer Abweichungen die Frühjahrsmittel des Luftdruckgefälles. Aber durchweg sind die Koeffizienten bei $\varphi_3(x)$ kleiner als $1/40$, diejenigen bei $\varphi_4(x)$ kleiner als $1/100$, so daß die Abweichung der Verteilung vom Gaußschen Fehlergesetz so gering ist, daß die Korrelationsmethode in der üblichen Form unbedenklich angewendet werden kann. Dies gilt nicht nur für die genau untersuchten Beobachtungsreihen, sondern auch für alle übrigen in dieser Arbeit verwendeten Vierteljahrsmittel, Zwei- und Viermonatsmittel, da dieselben keine wesentlich anderen Züge der Verteilung aufweisen.

Die Korrelationen mit vorausgegangenen Witterungsanomalien.

Es ist anzunehmen, daß der Witterungscharakter ganzer Jahreszeiten nicht durch die vorausgegangene Anomalie eines einzelnen Monats bestimmt wird, sondern wiederum durch den Charakter von Jahreszeiten, drei oder mehr Monaten. Daher wurden die in den Tabellen 10 bis 16 des Anhangs aufgeführten Monatswerte zu drei bzw. vier zusammengefaßt. Aus den Temperaturen Deutschlands und des nördlichen Norwegen wurden Viermonatsmittel gebildet, bei den übrigen Reihen Vierteljahrsmittel. Es wurden aber nicht nur die üblichen Jahreszeiten selbst, sondern auch die in zwei Jahreszeiten hineingreifenden Viertel- bzw. Dritteljahrsmittel berechnet. Für jede der vier Jahreszeiten wurden die Korrelationskoeffizienten (Kkf.) mit den jahreszeitlichen Abweichungen der die Witterungsvorgeschichte kennzeichnenden Elemente bestimmt. Das Ergebnis dieser Rechnungen ist in den Tabellen 1 bis 4 enthalten. Um das verfügbare Beobachtungsmaterial voll auszunutzen, wurden bei Deutschland 54 Jahre zugrunde gelegt. Da die Monatsmittel des Luftdrucks des Jahres 1923 von Stykkisholm und Berufjord bis kurz vor Abschluß der Arbeit mir nicht bekannt waren, so konnten für die Korrelation mit dem Luftdruckgefälle über dem nördlichen Atlantischen Ozean nur 49 Jahre herangezogen werden. Im übrigen waren es, wie die Angaben der Spalte *n* der vier Tabellen besagen, durchweg 50 Jahre, die verwendet wurden. Um dies ganz durchführen zu können, mußten bei der Vorgeschichte auch noch die Dezemberwerte des Jahres 1873, bei den Temperaturen Deutschlands teilweise auch noch diejenigen des Jahres 1924 herangezogen werden.

Die in den Tabellen 1 bis 4 zusammengestellten Kkf. sind gewiß nicht unabhängig voneinander, da ja die Zeitabschnitte zweier nebeneinanderstehender Koeffizienten zwei bzw. drei Monate gemeinsam haben. Die hierdurch entstehende Abhängigkeit besteht aber natürlich in ganz gleicher Weise für die großen wie für die kleinen Kkf. Darum kann das Verhältnis der Zahl der großen Kkf. zur Gesamtzahl doch als ein Kriterium dafür angesehen werden, ob die auftretenden großen Korrelationen nur ein Ergebnis des „Zufalls“ sind oder physikalischen Zusammenhängen ihre Entstehung verdanken. Unter den 282 Kkf. der Tabellen 1 bis 4 befinden sich 23 (durch fetten Druck hervorgehobene), die dem absoluten Werte nach größer sind als der doppelte Betrag ihres mittleren Fehlers, während bei einer Verteilung der Kkf. nach dem Fehlergesetz unter je 22 einer, unter 282 also höchstens 13 zu erwarten sind, die den doppelten mittleren Fehler überschreiten. Der mittlere Fehler ist dabei nach der Pearsonschen Formel (13^* und 5^*) gleich $(1 - r^2) : \sqrt{n}$ gesetzt. Daß das Dreifache des mittleren Fehlers überschritten werde, ist erst unter 368 Beobachtungen einmal zu erwarten. Unter den 282 Kkf. der Tabellen 1 bis 4 befinden sich aber drei, die den dreifachen Betrag ihres mittleren Fehlers überschreiten, und zwei, die ihn fast erreichen. Wir müssen also annehmen, daß den berechneten Korrelationen tatsächliche physikalische Zusammenhänge zugrunde liegen. Dies gilt zunächst natürlich nur von den großen Kkf. Da aber die kleinen Kkf. nichts anderes sind als die zeitlichen oder räumlichen Übergänge zwischen größeren positiven und negativen Korrelationen, so kommt schließlich auch ihnen eine physikalisch-geographische Bedeutung zu.

Die Betrachtung der Aufeinanderfolge der Kkf. in den Tabellen 1 bis 4 läßt vermuten, daß in manchen Fällen die Korrelation mit dem Mittelwert des Luftdrucks oder der Temperatur eines größeren oder eines kleineren Zeitraums, als es die in den Tabellen 1 bis 4 angegebenen sind, noch ausgesprochener ist. Daher wurden auch noch für Zeitabschnitte der Vorgeschichte von einem bis zu sieben Monaten die Kkf. berechnet. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 5 niedergelegt. In der Tabelle 6 wurden alsdann die für jede Jahreszeit größten Kkf. mit den einzelnen Elementen der Vorgeschichte zusammengestellt. Im allgemeinen wurden dabei nur solche Kkf. berücksichtigt, die größer als der doppelte Betrag ihres mittleren Fehlers sind. Nur bei den Kkf. mit der Sommer- und mit der Herbsttemperatur wurde je ein kleinerer Kkf. hinzugefügt, da sich für diese Jahreszeiten im übrigen nur wenige große Kkf. ergaben, die beiden hinzugefügten aber von diesen ziemlich unabhängig sind.

Tabelle 1.

Korrelationskoeffizienten der Wintertemperatur Deutschlands mit vorausgegangenen Temperatur- und Luftdruckanomalien.

	XI/II	XII/III	I/IV	II/V	III/VI	IV/VII	V/VIII	VI/IX	VII/X	VIII/XI	n
Viermonatsmittel der Temperatur Deutschlands (10 Stationen)	+ ,148	+ ,201	+ ,189	+ ,247	+ ,223	+ ,057	+ ,082	+ ,045	+ ,056	+ ,015	54
Viermonatsmittel der Temperatur von Alten und Vardö	− ,114	− ,120	− ,105	− ,077	+ ,001	+ ,177	+ ,229	+ ,243	+ ,267	+ ,188	50

	XII/II	I/III	II/IV	III/V	IV/VI	V/VII	VI/VIII	VII/IX	VIII/X	IX/XI	n
Vierteljahrsmittel der Temperatur von Westgrönland (2 Stationen) . . .	− ,124	− ,047	+ ,036	+ ,133	− ,001	− ,070	− ,185	+ ,010	+ ,138	+ ,136	50
Vierteljahrsmittel des Luftdruckgefälles Ponta Delgada-Island	+ ,118	+ ,031	+ ,115	+ ,084	+ ,124	+ ,050	+ ,059	+ ,111	+ ,026	− ,044	49
Vierteljahrsmittel des Luftdrucks in Argentinien (2 Stationen)	+ ,180	+ ,070	− ,091	− ,363	− ,467	− ,361	− ,142	− ,015	+ ,087	− ,034	50
Vierteljahrsmittel der Temperatur der Vereinigten Staaten von Amerika (Osthälfte, 5 Stationen)	− ,076	+ ,036	+ ,123	+ ,064	− ,045	− ,083	− ,049	+ ,106	+ ,226	+ ,289	50
Vierteljahrsmittel des Luftdrucks von Bombay . .	+ ,117	+ ,148	+ ,168	+ ,191	+ ,154	+ ,063	+ ,112	+ ,074	+ ,078	− ,145	50

Tabelle 2.

Korrelationskoeffizienten der Frühlingstemperatur Deutschlands mit vorausgegangenen Temperatur- und Luftdruckanomalien.

	I/IV	II/V	III/VI	IV/VII	V/VIII	VI/IX	VII/X	VIII/XI	IX/XII	X/I	XI/II	n
Viermonatsmittel der Temperatur Deutschlands (10 Stationen)	− ,082	+ ,019	+ ,109	+ ,007	+ ,175	+ ,024	− ,268	− ,276	− ,193	− ,016	+ ,212	54
Viermonatsmittel der Temperatur v. Alten und Vardö	− ,279	− ,179	+ ,012	− ,028	+ ,043	− ,088	− ,208	− ,157	+ ,002	+ ,056	+ ,242	50

	III/V	IV/VI	V/VII	VI/VIII	VII/IX	VIII/X	IX/XI	X/XII	XI/I	XII/II	n
Vierteljahrsmittel der Temperatur von Westgrönland (2 Stationen) . . .	+ ,127	+ ,148	+ ,150	+ ,212	+ ,234	+ ,356	+ ,206	− ,007	− ,254	− ,311	50
Vierteljahrsmittel des Luftdruckgefälles Ponta Delgada-Island	+ ,164	+ ,121	− ,003	− ,126	− ,164	− ,091	+ ,041	+ ,299	+ ,384	+ ,476	49
Vierteljahrsmittel des Luftdrucks in Argentinien (2 Stationen)	− ,016	− ,046	− ,008	+ ,150	+ ,110	+ ,171	+ ,078	+ ,020	+ ,040	+ ,002	50
Vierteljahrsmittel der Temperatur der Vereinigten Staaten von Amerika (Osthälfte, 5 Stationen)	− ,038	− ,049	− ,152	− ,142	+ ,004	+ ,088	+ ,169	+ ,173	+ ,182	+ ,126	50
Vierteljahrsmittel des Luftdrucks von Bombay . .	+ ,151	+ ,072	− ,049	− ,154	− ,158	− ,218	− ,270	− ,309	− ,269	− ,172	50

Tabelle 3.

Korrelationskoeffizienten der Sommertemperatur Deutschlands mit vorausgegangenen Temperatur- u. Luftdruckanomalien.

	V/VIII	VI/IX	VII/X	VIII/XI	IX/XII	X/I	XI/II	XII/III	I/IV	II/V	n
Viermonatsmittel der Temperatur Deutschlands (10 Stationen)	-,105	+,130	+,297	+,312	+,259	+,074	-,037	-,125	-,181	-,104	54
Viermonatsmittel der Temperatur von Alten und Vardö	-,147	-,118	-,125	-,099	-,136	-,050	-,165	-,191	-,150	-,143	50

	VI/VIII	VII/IX	VIII/X	IX/XI	X/XII	XI/I	XII/II	I/III	II/IV	III/V	n
Vierteljahrsmittel der Temperatur von Westgrönland (2 Stationen) . . .	+,104	+,049	+,051	-,041	+,041	+,176	+,197	+,180	+,177	+,104	50
Vierteljahrsmittel des Luftdruckgefälles Ponta Delgada-Insel	-,024	+,021	-,089	-,111	-,183	-,149	-,147	-,121	-,142	-,058	49
Vierteljahrsmittel des Luftdrucks in Argentinien (2 Stationen)	-,040	-,193	-,066	-,019	+,223	+,150	+,234	+,158	+,217	+,169	50
Vierteljahrsmittel der Temperatur der Vereinigten Staaten von Amerika (Osthälfte, 5 Stationen)	+,037	-,051	-,021	-,206	-,259	-,210	-,195	-,135	-,135	+,029	50
Vierteljahrsmittel des Luftdrucks von Bombay . .	-,021	+,076	+,022	+,037	+,123	+,137	+,041	+,018	+,089	+,230	50

Tabelle 4.

Korrelationskoeffizienten der Herbsttemperatur Deutschlands mit vorausgegangenen Temperatur- und Luftdruckanomalien.

	VIII/XI	IX/XII	X/I	XI/II	XII/III	I/IV	II/V	III/VI	IV/VII	V/VIII	n
Viermonatsmittel der Temperatur Deutschlands (10 Stationen)	-,290	-,265	-,009	+,070	+,023	+,133	+,103	+,040	+,077	+,072	54
Viermonatsmittel der Temperatur von Alten und Vardö	-,293	-,139	-,024	+,128	+,161	+,158	+,066	+,002	-,085	-,188	50

	IX/XI	X/XII	XI/I	XII/II	I/III	II/IV	III/V	IV/VI	V/VII	VI/VIII	n
Vierteljahrsmittel der Temperatur von Westgrönland (2 Stationen) . . .	-,100	-,138	-,140	-,020	+,066	+,041	+,024	-,024	+,144	+,129	50
Vierteljahrsmittel des Luftdruckgefälles Ponta Delgada-Insel	+,041	+,025	+,061	-,012	+,015	+,016	+,053	-,102	-,258	-,019	49
Vierteljahrsmittel des Luftdrucks in Argentinien (2 Stationen)	+,015	-,082	-,126	-,030	-,198	-,095	+,036	+,140	+,048	-,027	50
Vierteljahrsmittel der Temperatur der Vereinigten Staaten von Amerika (Osthälfte, 5 Stationen)	+,219	+,200	+,318	+,214	+,236	+,023	-,026	-,079	-,028	-,198	50
Vierteljahrsmittel des Luftdrucks von Bombay . .	-,055	+,005	-,011	-,130	-,087	-,107	-,124	-,122	-,067	-,018	50

Tabelle 5.

Weitere Korrelationskoeffizienten der Temperatur der Jahreszeiten in Deutschland mit vorausgegangenen Witterungsanomalien.

	Zeitraum	Korrelationskoeffizienten mit Winter-temperatur	Zeitraum	Korrelationskoeffizienten mit Frühlings-temperatur	Zeitraum	Korrelationskoeffizienten mit Sommer-temperatur	Zeitraum	Korrelationskoeffizienten mit Herbst-temperatur
Temperatur Deutschlands (10 Stationen) 1870-1923	II-VI III-V —	+ ,307 + ,144 —	VII-XI VIII-X X-XI	— ,305 — ,225 — ,315	VII-XI VIII-X X-XI	+ ,271 + ,352 + ,231	IX-X v — —	— ,505 — —
Temperatur von Alten und Vardö 1874-1923	VI-X VII-IX	+ ,287 + ,205	I-III v XII-II	— ,285 + ,254	XII-II XI-IV	— ,182 — ,151	VIII-IX v IX-X v	— ,235 — ,340
Temperatur von Westgrönland (2 Stationen) 1874-1923	VII-VIII	— ,302	VIII-IX	+ ,202	XI-IV	+ ,210	—	—
Luftdruckgefälle Ponta Delgada-Insel 1874-1922	— —	— —	X-II —	+ ,438 —	X-IV —	— ,215 —	V IV-VIII	— ,251 — ,043
Luftdruck von Argentinien (2 Stationen) 1874-1923	III-VII — — —	— ,383 — — —	VIII-IX — — —	+ ,163 — — —	XI-II I-II X-III XII-V	+ ,193 + ,126 + ,250 + ,300	II-III — — —	— ,136 — — —
Temperatur der Vereinigten Staaten von Amerika (Osthälfte, 5 Stationen) 1874-1923	X-XI —	+ ,221 —	— —	— —	XI-XII X-I	— ,301 — ,245	XII-I XI-II	+ ,279 + ,264
Luftdruck von Bombay 1874-1923	I-VI III-VI	— ,016 — ,100	IX-I —	— ,269 —	IV-V V	+ ,262 + ,255	IV-V I-VI	— ,140 — ,115

Tabelle 6.

Größte Korrelationskoeffizienten der Tabellen 1 bis 5.

	Zeitraum	Korrelationskoeffizienten mit Winter-temperatur	Zeitraum	Korrelationskoeffizienten mit Frühlings-temperatur	Zeitraum	Korrelationskoeffizienten mit Sommer-temperatur	Zeitraum	Korrelationskoeffizienten mit Herbst-temperatur
Temperatur Deutschlands	II-VI	+ ,307	X-XI	— ,315	VIII-X	+ ,352	IX-X v	— ,505
Temperatur von Alten und Vardö	VI-X	+ ,287	I-III v	— ,285	—	—	IX-X v	— ,340
Temperatur von Westgrönland	VII-VIII	— ,302	VIII-X XII-II	+ ,356 — ,311	— —	— —	— —	— —
Luftdruckgefälle Ponta Delgada-Insel	—	—	XII-II	+ ,476	—	—	V-VII	— ,258
Luftdruck von Argentinien	IV-VI	— ,467	—	—	XII-V	+ ,300	—	—
Temperatur der Vereinigten Staaten von Amerika, Ost-hälfte	IX-XI	+ ,289	—	—	XI-XII	— ,301	XI-I	+ ,318
Luftdruck von Bombay	—	—	X-XII	— ,309	IV-V	+ ,262	—	—

Bemerkung: In Fällen, wo es zweifelhaft sein konnte, ob die Monate sich auf das gleiche oder das vorangegangene Jahr beziehen, wurde, falls letzteres zutrifft, ein „v“ beigesetzt.

Erörterung der gefundenen Korrelationen.

Eine physikalische Erklärung der in Tabelle 6 enthaltenen hohen Korrelationen ist heute noch nicht möglich, da wir von den Wechselbeziehungen der großen Zirkulationsstörungen noch keine ausreichend vollständigen Kenntnisse besitzen. Wir wollen aber wenigstens untersuchen, inwieweit die gefundenen Korrelationen mit den die Temperaturverhältnisse in Deutschland bedingenden gleichzeitigen Luftdruckschwankungen im Zusammenhang stehen, um damit eine spätere Erklärung vorzubereiten.

Tabelle 7. Korrelationskoeffizienten der Temperatur Deutschlands mit dem gleichzeitigen Luftdruck.

	Zeitraum	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII/II	III/V	VI/VIII	IX/XI
a) Von Berlin	1874-1923	-,14	-,11	+,07	+,25	+,09	+,36	+,64	+,45	+,21	-,09	-,14	-,44	-,23	+,12	+,45	-,17
b) Mit d. Luftdruckgefälle P. D.-Island	1874-1922	+,52	+,56	+,71	+,30	+,14	+,12	+,16	+,07	+,59	+,36	+,61	+,20	+,43	+,63	+,03	+,40

Die vorstehende Tabelle 7 ist ungemein lehrreich. Mit aller wünschenswerten Deutlichkeit geht daraus hervor, daß der Einfluß der allgemeinen Luftdruckverteilung sich während des Jahres in zwei ganz verschiedenen Weisen äußert. Vom September bis zum April, mit Unterbrechung durch den Dezember, überwiegt weitaus der Einfluß der Stärke der Zirkulation über dem nördlichen Atlantischen Ozean, gemessen durch die Luftdruckdifferenz Ponta Delgada-Insel, im Sommer dagegen und im Dezember ist die Höhe des Luftdrucks über Deutschland selbst für die Temperatur maßgebend. Im Mai tritt keiner von beiden Einflüssen deutlich hervor.

Die Korrelation der Temperatur Deutschlands mit dem gleichzeitigen Luftdruckgefälle Ponta Delgada-Insel ist während des ganzen Jahres positiv. In der kalten Jahreshälfte ist diese positive Korrelation sehr verständlich; denn in ihr bedeutet erhöhtes Luftdruckgefälle über dem nördlichen Atlantischen Ozean für Mitteleuropa vermehrte Luftzufuhr vom (relativ) warmen Ozean her. Je nach der Lage und Entwicklung der beiden atlantischen Aktionszentren, man könnte auch sagen: je nachdem sich die Polarfront weiter südlich oder die Äquatorialfront weiter nach Norden verlagert, haben wir bei starkem atlantischen Luftdruckgefälle einen milden, regnerischen Winter mit durchschnittlich niederem Luftdruck oder — wie z. B. im Winter 1924/25 — einen milden, aber trockenen Winter mit hohem Luftdruck. Es sind im Winter in Mitteleuropa eben zwei verschiedene Arten von längerwährendem Hochdruckwetter möglich: hoher Druck, der mit dem subtropischen Hochdruckgürtel im Zusammenhang steht und auf Vorgänge in den höheren Atmosphärenschichten (Vorstöße der Äquatorialfront) zurückzuführen ist — die Temperatur am Erdboden ist dabei relativ hoch —, und hoher Druck, der mit der asiatischen Antizyklone in Verbindung steht und seine Entstehung hauptsächlich der Erkaltung der unteren Luftschichten verdankt. Daher ist die Korrelation zwischen Druck und Temperatur in Deutschland im Winter im Durchschnitt nicht bedeutend. Es ist aber bemerkenswert, daß sie im Dezember groß ist, gerade in dem Monat, in welchem der Einfluß der Stärke der atmosphärischen Zirkulation über dem Atlantischen Ozean wesentlich zurücktritt. Da die Beobachtungen eines halben Jahrhunderts zugrunde liegen und die Verstärkung des einen Einflusses mit einer Abschwächung des anderen Hand in Hand geht, ist dieses Ergebnis offenbar nicht „zufällig“, sondern physikalisch bedingt. Im Sommer sind längere Zeit fortbestehende Hochdruckgebiete, die den Witterungscharakter eines ganzen Monats bestimmen, immer durch stratosphärische Vorgänge verursacht, daher in dieser Jahreszeit — besonders im Juli — die hohe Korrelation zwischen Druck und Temperatur. Sehr schön zeigt die Tabelle 7 auch, daß die Korrelation zwischen Druck und Temperatur positiv ist, solange die Tage länger als die Nächte sind, die Einstrahlung also überwiegt, dagegen negativ ist, wenn die Ausstrahlung der langen Nächte

von erheblichem Einfluß auf die Lufttemperatur ist. Daß die Korrelation der Temperatur Deutschlands mit dem Luftdruckgefälle Ponta Delgada–Island während des ganzen Jahres positiv ist, hat seinen Grund wohl darin, daß gerade in Sommermonaten, in denen über Mitteleuropa kein Ausquellen der stratosphärischen Tropikluft nach Norden stattfindet, in denen es also in Deutschland bei tiefem Druck kühl (und regnerisch) ist, der Vorstoß hohen Druckes über dem Atlantischen Ozean bis gegen Island stattfindet, wodurch das Druckgefälle unternormal wird.

Der Zusammenhang in den einzelnen Monaten zwischen Luftdruckverteilung und Temperatur Deutschlands drückt sich in entsprechender Weise auch in den Jahreszeitmitteln aus. Im Winter, Frühling und Herbst besteht Abhängigkeit von der Stärke der atmosphärischen Zirkulation über dem Ozean, im Sommer Abhängigkeit von dem Luftdruck über Deutschland selbst. Überraschen mag vielleicht der sehr hohe Kkf. des Luftdruckgefälles mit der Temperatur im Frühjahr, da doch die Korrelation im April schon wesentlich geringer als im März und im Mai überhaupt unbedeutend ist. Der große Frühlings-Kkf. erklärt sich aber daraus, daß einerseits der Kkf. im März ganz besonders groß ist, andererseits die Märztemperatur infolge ihrer größeren mittleren Veränderlichkeit auf das Gesamttemperaturmittel des Frühlings von größerem Einfluß ist als die April- und Mai-temperatur. Der Kkf. der Märztemperatur mit der Frühlingstemperatur des gleichen Jahres beträgt in Deutschland + 0,76, derjenige der Maitemperatur jedoch nur + 0,43.

Da sichtlich ein starker Einfluß der allgemeinen Luftdruckverteilung auch im Jahreszeitmittel auf die gleichzeitige Temperatur in Deutschland besteht, so ist die Möglichkeit gegeben, daß manche der in Tabelle 6 zusammengestellten Beziehungen zur Jahreszeittemperatur in Deutschland dadurch hervorgerufen sind, daß die betreffenden Witterungsanomalien von Einfluß auf die Stärke der atmosphärischen Zirkulation über dem Atlantischen Ozean bzw. auf den sommerlichen Luftdruck über Mitteleuropa sind. Eine dementsprechende Untersuchung zeitigte folgendes Ergebnis:

Kkf. des Luftdruckgefälles Ponta Delgada–Island im Winter mit vorausgegangener

Temperatur Deutschlands II bis VI	+ ,098
„ von Alten und Vardö VI bis X.	+ ,039
„ Westgrönlands VII bis VIII	+ ,177
Luftdruck von Argentinien IV bis VI	– ,249
Temperatur der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Amerika IX bis XI	+ ,384

Kkf. des Luftdruckgefälles Ponta Delgada–Island im Frühling mit vorausgegangener

Temperatur Deutschlands X bis XI	– ,051
„ von Alten und Vardö I bis III v.	– ,097
„ Westgrönlands VIII bis X	+ ,265
„ „ XII bis II	– ,165
Luftdruckdifferenz Ponta Delgada–Island XII bis II	+ ,440
Luftdruck von Bombay	– ,161

Kkf. des Luftdrucks von Berlin im Sommer mit vorausgegangener

Temperatur Deutschlands VIII bis X v.	+ ,144
Luftdruck von Argentinien XII bis V	– ,042
Temperatur der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Amerika XI bis XII	– ,336
Luftdruck von Bombay IV bis V	+ ,113

Kkf. des Luftdruckgefälles Ponta Delgada–Island im Herbst mit vorausgegangener

Temperatur Deutschlands IX bis X v.	– ,211
„ von Alten und Vardö IX bis X v.	– ,062
Luftdruckdifferenz Ponta Delgada–Island V bis VII	– ,234
Temperatur der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Amerika XI bis I	– ,011

Demnach ist der Einfluß des Luftdrucks über Argentinien im April, Mai und Juni auf die Temperatur des nachfolgenden Winters in Deutschland zum großen Teile auf die Beziehung des winterlichen Druckgefälles Ponta Delgada-Insel zu jenem Luftdruck zurückzuführen. Ebenso ist der Zusammenhang zwischen der Herbsttemperatur des südöstlichen Nordamerika und der darauf folgenden Wintertemperatur Deutschlands offenbar eine Folge des Einflusses der Temperaturanomalie des südöstlichen Nordamerika auf die Stärke der atlantischen Luftzirkulation im Winter. Die übrigen vorausgegangenen Temperaturanomalien wirken aber auf andere Weise auf die Wintertemperaturen Deutschlands. Bei der Temperatur Westgrönlands VII bis VIII ist sogar das Vorzeichen der Korrelation mit dem Winterluftdruckgefälle ein anderes als mit der Wintertemperatur. Eine ausgesprochene Beziehung zwischen der Temperatur der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Nordamerika und der Stärke des Luftdruckgefälles in der darauf folgenden Jahreszeit, wie sie für Herbst-Winter gefunden wurde, besteht in den übrigen Jahreszeiten nicht. Es ergab sich für Winter-Frühling ein Kkf. $+ ,102$, für Frühling-Sommer $- ,055$, für Sommer-Herbst $- ,131$.

Auch von den Witterungsanomalien, die im Zusammenhang mit der Frühlingstemperatur Deutschlands stehen, üben zwei diesen Einfluß offenbar mittelbar durch ihre Einwirkung auf die Stärke der atlantischen Luftzirkulation im Frühjahr aus: die Temperatur Westgrönlands vom August bis Oktober und die Stärke der atlantischen Luftzirkulation selbst im Winter. Demnach läßt sich der Einfluß der letzteren auf die Frühlingstemperatur in Deutschland einfach darin erblicken, daß der Charakter der atmosphärischen Zirkulation über dem Nordatlantischen Ozean im Winter bis in den Frühling hinein erhalten bleibt, und es ist nicht nötig, mit W. Meinardus (11*) anzunehmen, daß die Wirkung auf dem Umweg der Temperaturänderung der Golfstromdrift im Nordmeere während des Winters in Abhängigkeit von der Stärke der gleichzeitigen Zirkulation zustande kommt. Allerdings ist dieser Zusammenhang mit der Temperatur der Golfstromdrift vielleicht insofern von Bedeutung, als diese wiederum auf die Erhaltungsneigung der Stärke der Zirkulation von Einfluß ist. Die nähere Untersuchung dieser Wechselbeziehungen ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich und soll daher der Fortsetzung der „Statistischen Untersuchungen über Auswirkungen und Bedingungen der großen Störungen der atmosphärischen Zirkulation“ (3*) vorbehalten bleiben. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß die Erhaltungsneigung der Stärke der atmosphärischen Zirkulation in den anderen Jahreszeiten bei weitem nicht so groß ist wie vom Winter zum Frühling, im Sommer sogar in das Gegenteil umschlägt. Die diesbezüglichen Kkf. sind: Frühling/Sommer $+ ,161$, Sommer/Herbst $- ,018$, Herbst/Winter $+ ,065$. Auch dies ist als ein Beweis der Eigengesetzlichkeit der Atmosphäre zu buchen.

Der Luftdruck von Argentinien XII bis V steht mit dem Luftdruck in Deutschland im darauf folgenden Sommer in gar keinem Zusammenhang, ebenso scheint der Einfluß der Temperatur Deutschlands im August, September und Oktober des vorausgegangenen Jahres und des Luftdrucks im April und Mai in Bombay auf die Sommertemperatur Deutschlands höchstens zu einem geringen Teile in einer Einwirkung auf die sommerliche Luftdruckverteilung zu bestehen. Dagegen stimmt der Kkf. der Temperatur der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Nordamerika im November und Dezember des vorausgegangenen Jahres mit dem Sommerluftdruck in Berlin nicht nur im Vorzeichen, sondern sehr nahe auch in der Größe mit dem Kkf. der Sommertemperatur überein.

Im Herbst ist es die Luftdruckdifferenz V bis VII, die mit dem Luftdruckgefälle in größerer Korrelation steht. Daß diese negativ ist, paßt zu dem gefundenen Jahresgang der Erhaltungsneigung der Stärke der atlantischen Luftzirkulation. Es ist aber bemerkenswert, daß diese Korrelation viel größer ist als die für die unmittelbar aufeinanderfolgenden Jahreszeiten Sommer und Herbst. Auch mit der Temperatur Deutschlands IX bis XV besteht ein ziemlich großer negativer Kkf., wenn dieser auch bei weitem nicht so groß ist wie der Kkf. der Herbsttemperatur Deutschlands. Es macht ganz den Eindruck, als ob sich in dieser letztgenannten Beziehung, welcher der größte Kkf. der Tabelle 6 zukommt, die durch andere Arbeiten (z. B. 2* und 6*) schon in verschiedenen meteorologischen Elementen nachgewiesene, etwa 2,3jährige Periode ausdrücken würde. Daß es sich dabei nicht um eine genau zweijährige, sondern eine etwas größere Periode handelt

läßt sich daran erkennen, daß der Kkf. der Temperatur des September und Oktober mit der Temperatur des September und Oktober des nächsten Jahres — ,397, mit der Temperatur des Oktober und November des nächsten Jahres aber — ,510 beträgt. Auch der negative Kkf. der Temperatur IX bis X von Alten und Vardö mit der Herbsttemperatur des nächsten Jahres und der negative Kkf. der Temperatur I bis III der gleichen Orte mit der Frühlingstemperatur Deutschlands im nächsten Jahre deuten auf eine periodische Schwankung von 2 bis $2\frac{1}{3}$ Jahren Dauer hin. Die Korrelationen der Jahreszeittemperaturen Deutschlands mit denen des nördlichen Norwegen sind, wie die Tabellen 1 bis 4 lehren, bei den ungefähr um ein Jahr auseinanderliegenden Jahreszeiten überhaupt durchweg negativ. Es bleibt aber noch aufzuklären, warum sie im Frühling und Herbst gerade die größten Werte aufweisen.

Einige Korrelationen der Tabelle 6 sind aus anderen verständlich. So steht die positive Korrelation Temperatur Alten und Vardö VI bis X $\times$ Wintertemperatur mit der negativen Korrelation Temperatur Westgrönlands VII bis VIII $\times$ Wintertemperatur und die negative Korrelation Temperatur Westgrönlands XII bis II $\times$ Frühlingstemperatur mit der positiven Korrelation Luftdruckgefälle XII bis II $\times$ Frühlingstemperatur im Zusammenhang. Dieser ist durch die umgekehrte Abhängigkeit der Temperatur des nördlichen Norwegen und der Temperatur Westgrönlands von der gleichzeitigen Stärke der atmosphärischen Zirkulation über dem nördlichen Atlantischen Ozean bedingt. Die Kkf. des Luftdruckgefälles Ponta Delgada–Island mit der gleichzeitigen Temperaturdifferenz Tromsö – Westgrönland sind:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
+ ,617	+ ,660	+ ,530	+ ,475	+ ,384	+ ,665	+ ,331	+ ,638	+ ,590	+ ,650	+ ,692	+ ,521

Die Bedeutung dieser Kkf. — nebenbei bemerkt die größten von allen bisher aus Beobachtungsmaterial eines halben Jahrhunderts abgeleiteten Korrelationskoeffizienten zwischen Monatsmitteln verschiedener meteorologischer Elemente entfernter Gebiete — wird in der Fortsetzung der schon erwähnten „Statistischen Untersuchungen ...“ näher besprochen werden.

II. Ableitung linearer Beziehungsgleichungen für mehrere Beobachtungsreihen.

Die Ausführungen des Abschnitts I haben gezeigt, daß zwischen der Temperaturabweichung der Jahreszeiten in Deutschland und gewissen vorausgegangenen Witterungsanomalien annähernd lineare Zusammenhänge bestehen. Da der Temperaturcharakter von mehreren Faktoren gleichzeitig abhängt, so sind die einzelnen Beziehungen, wenn man sie als lineare Gleichung anschreibt, noch mit starken Fehlern behaftet. Um diese zu verringern und einen einheitlichen Überblick über die Zusammenhänge zu bekommen, ist es nötig, die einzelnen Relationen für jede Jahreszeit in eine einzige Beziehungsgleichung zusammenzuschweißen. Diese Aufgabe entspricht derjenigen, die vorteilhafteste Kombination vermittelnder Beobachtungen nach dem Prinzip des kleinsten Fehlerrisikos zu finden, ist also eine Aufgabe der Ausgleichsrechnung.

Bezeichnen wir die Abweichung der Jahreszeittemperatur Deutschlands mit y , die Abweichungen der bedingenden Elemente mit x_1, x_2 usw., so ist gesucht eine Beziehungsgleichung von der Form

$$y = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots b_n x_n \dots \dots \dots (5)$$

Diese Darstellung ist immer mit einem Fehler behaftet, da selbst dann, wenn n sehr groß ist, immer noch Einflüsse vorhanden sind, die unberücksichtigt blieben. Wir können aber die Aufgabe stellen, dasjenige Wertsystem der b_1, b_2 usw. zu finden, das zu dem kleinstmöglichen Fehlerrisiko in der Bestimmung von y nach Gleichung (5) führt. Liegen N Beobachtungsjahre vor, so haben wir N Fehlergleichungen der Form:

$$\lambda_\nu = -y_\nu + b_1 x_{1,\nu} + b_2 x_{2,\nu} + b_3 x_{3,\nu} + \dots b_n x_{n,\nu} \dots \dots \dots (6)$$

Unter der Voraussetzung, daß die $y, x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ nach dem Gaußschen Fehlergesetz verteilt sind, ist dann dasjenige Wertsystem $b_1, b_2 \dots b_n$ das vorteilhafteste, das die Bedingung erfüllt

$$[\lambda \lambda] = [(-y + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots b_n x_n)^2] = \text{Min.}$$

Aus dieser Bedingung ergeben sich die Gleichungen

$$\begin{aligned} \frac{\partial [(-y + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots b_n x_n)^2]}{\partial b_1} &= 0, \\ \frac{\partial [(-y + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots b_n x_n)^2]}{\partial b_2} &= 0, \\ &\vdots \\ \frac{\partial [(-y + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots b_n x_n)^2]}{\partial b_n} &= 0 \end{aligned}$$

und aus ihnen die Normalgleichungen

$$\left. \begin{aligned} [x_1 x_1] b_1 + [x_1 x_2] b_2 + [x_1 x_3] b_3 + \dots [x_1 x_n] b_n &= [x_1 y] \\ [x_2 x_1] b_1 + [x_2 x_2] b_2 + [x_2 x_3] b_3 + \dots [x_2 x_n] b_n &= [x_2 y] \\ \vdots &\vdots \\ [x_n x_1] b_1 + [x_n x_2] b_2 + [x_n x_3] b_3 + \dots [x_n x_n] b_n &= [x_n y] \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

Führt man die Gaußschen Symbole

$$\begin{aligned} [i k . 1] &= [i k] - \frac{[x_1 i]}{[x_1 x_1]} [x_1 k], \\ [i k . 2] &= [i k . 1] - \frac{[x_2 i . 1]}{[x_2 x_2 . 1]} [x_2 k . 1], \\ &\vdots \\ [i k . n] &= [i k . (n-1)] - \frac{[x_n i . (n-1)]}{[x_n x_n . (n-1)]} [x_n k . (n-1)] \end{aligned}$$

ein, so erhält man aus den Normalgleichungen (7) in bekannter Weise die reduzierten Normalgleichungen:

$$\left. \begin{aligned} b_1 + \frac{[x_1 x_2]}{[x_1 x_1]} b_2 + \frac{[x_1 x_3]}{[x_1 x_1]} b_3 + \dots \frac{[x_1 x_n]}{[x_1 x_1]} b_n &= \frac{[x_1 y]}{[x_1 x_1]} \\ b_2 + \frac{[x_2 x_3 . 1]}{[x_2 x_2 . 1]} b_3 + \dots \frac{[x_2 x_n . 1]}{[x_2 x_2 . 1]} b_n &= \frac{[x_2 y . 1]}{[x_2 x_2 . 1]} \\ &\vdots \\ b_3 + \dots \frac{[x_3 x_n . 2]}{[x_3 x_3 . 2]} b_n &= \frac{[x_3 y . 2]}{[x_3 x_3 . 2]} \\ &\vdots \\ b_n &= \frac{[x_n y . (n-1)]}{[x_n x_n . (n-1)]} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

Es erübrigt nun noch, den mittleren Fehler der Darstellung von y durch die Beziehungsgleichung (5) zu berechnen. Es ist dabei zu beachten, daß die λ keine wahren, sondern scheinbare Fehler sind. Daher (8*) ist der mittlere Fehler der Darstellung (5)

$$m = \sqrt{\frac{[\lambda \lambda]}{N - n}}. \quad (9)$$

Quadriert und addiert man die Gleichungen (6), so erhält man

$$\begin{aligned}
[\lambda \lambda] = & [y y] + \{[x_1 x_1] b_1 + [x_1 x_2] b_2 + [x_1 x_3] b_3 + \cdots [x_1 x_n] b_n - 2 [x_1 y]\} b_1 \\
& + \{[x_2 x_1] b_1 + [x_2 x_2] b_2 + [x_2 x_3] b_3 + \cdots [x_2 x_n] b_n - 2 [x_2 y]\} b_2 \\
& + \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
& + \{[x_n x_1] b_1 + [x_n x_2] b_2 + [x_n x_3] b_3 + \cdots [x_n x_n] b_n - 2 [x_n y]\} b_n
\end{aligned}$$

und dies ist wegen (7)

$$[\lambda\lambda] = [yy] - [x_1y]b_1 - [x_2y]b_2 - \cdots - [x_ny]b_n \text{} \quad (10)$$

Schreibt man die erste der Gleichungen (8) in der Form

$$0 = -\frac{[x_1 y]}{[x_1 x_1]} + b_1 + \frac{[x_1 x_2]}{[x_1 x_1]} b_2 + \dots \frac{[x_1 x_n]}{[x_1 x_1]} b_n,$$

multipliziert sie mit $[x_1, y]$ und addiert sie zu (10), so erhält man:

$$[\lambda \lambda] = [y y] - \frac{[x_1 y]^2}{[x_1 x_1]} - [x_2 y \cdot 1] b_2 - \cdots - [x_n y \cdot 1] b_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Schreibt man nun die zweite der Gleichungen (8) in der Form

$$0 = -\frac{[x_2 y. 1]}{[x_2 x_2. 1]} + b_2 + \frac{[x_2 x_3. 1]}{[x_2 x_2. 1]} b_3 + \dots \frac{[x_2 x_n. 1]}{[x_2 x_2. 1]} b_n,$$

multipliziert sie mit $[x_2 y. 1]$ und addiert sie zu (11), so entsteht:

$$[\lambda \lambda] = [yy] - \frac{[x_1 y]^2}{[x_1 x_1]} - \frac{[x_2 y \cdot 1]^2}{[x_2 x_2 \cdot 1]} - [x_3 y \cdot 2] b_3 - \dots - [x_n y \cdot 2] b_n.$$

Durch Fortsetzung dieses Verfahrens ergibt sich schließlich:

$$[\lambda\lambda] = [yy] - \frac{[x_1y]^2}{[xx_1]} - \frac{[x_2y \cdot 1]^2}{[xx_2 \cdot 1]} - \frac{[x_3y \cdot 2]^2}{[xx_3 \cdot 2]} - \dots - \frac{[x_ny \cdot (n-1)]^2}{[xx_n \cdot (n-1)]} \dots \dots (12)$$

Die rechte Seite von (12) ist aber gleich dem Symbol $[y.y.n]$. Daher ist der mittlere Fehler der Darstellung (5)

[illegible]

III. Beziehungsgleichungen zur Bestimmung des Temperaturcharakters der Jahreszeiten in Deutschland.

Wintertemperatur.

Nach Tabelle 6 bestehen fünf große Korrelationskoeffizienten zwischen der Wintertemperatur Deutschlands und vorausgegangenen Witterungsanomalien. Wir bezeichnen dementsprechend mit y die Abweichung(en) der mittleren Wintertemperatur Deutschlands in °C,

" x_1 "	"	"	"	"	Temperatur Deutschlands im vorangegangenen Februar bis Juni in °C,
" x_2 "	"	"	"	"	Temperatur von Alten und Vardö vom Juni bis Oktober in °C,
" x_3 "	"	"	"	"	Temperatur Westgrönlands im Juli und August in °C,
" x_4 "	"	"	"	"	Luftdruckdifferenz Ponta Delgada-Insel vom April bis Juni in mm Hg,
" x_5 "	"	"	"	"	Temperatur in der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Amerika im unmittelbar vorangegangenen Herbst in °F.

Tabelle 8.

Abweichungen vom 50jährigen Mittel								Abweichungen vom 50jährigen Mittel							
Jahr	y	Jahr	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	Jahr	x	Jahr	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅
1874/75	-1,6	1874	-0,39	+0,10	+0,35	+1,28	-0,14	1899/00	-0,5	1899	-0,03	-0,36	-0,05	-0,56	+2,02
1875/76	-1,6	1875	-1,17	-0,18	-0,90	+0,23	-3,54	1900/01	-1,6	1900	-0,59	-1,46	+1,15	+0,69	+2,32
1876/77	+1,9	1876	+0,07	+1,00	-1,35	+0,28	-3,11	1901/02	+1,1	1901	-0,61	+1,54	-0,75	-0,76	-0,34
1877/78	+0,9	1877	-0,17	-1,12	+0,05	-0,46	-1,54	1902/03	+0,6	1902	-0,79	-2,14	+1,65	-1,60	+1,89
1878/79	-1,0	1878	+0,77	+0,24	-0,45	-0,29	+0,02	1903/04	-0,1	1903	+0,89	-1,34	-0,60	-0,22	-1,18
1879/80	-3,5	1879	-0,87	+0,14	+0,30	+0,07	+0,49	1904/05	+0,7	1904	+0,41	+0,54	+1,45	+0,15	+0,29
1880/81	-0,7	1880	+0,03	-0,74	-0,75	-0,32	-2,21	1905/06	+1,1	1905	+0,77	+0,10	+0,50	-0,95	+0,29
1881/82	+1,0	1881	-1,01	-0,84	-0,35	-0,17	+2,72	1906/07	-1,2	1906	+0,39	-0,26	+2,05	-0,61	+0,99
1882/83	+0,7	1882	+0,63	+1,22	-1,25	+0,37	+1,29	1907/08	+0,2	1907	-0,47	+0,40	+0,60	+0,30	-1,24
1883/84	+2,2	1883	-0,77	+0,26	-0,15	-0,67	-0,18	1908/09	-1,6	1908	+0,35	+0,24	+1,45	+0,75	+1,52
1884/85	+0,5	1884	-0,05	+0,34	-1,05	+0,09	+1,72	1909/10	+2,3	1909	-1,25	+0,30	-0,05	+1,33	+1,06
1885/86	-1,6	1885	+0,47	-1,20	+0,05	+0,21	-1,74	1910/11	+1,1	1910	+1,17	-1,06	+1,35	+0,30	-0,11
1886/87	-1,2	1886	-1,21	+0,92	-0,50	+0,32	-0,21	1911/12	+1,0	1911	+0,63	-0,08	+0,50	+0,27	-0,64
1887/88	-1,8	1887	-1,23	-0,42	-0,50	-0,52	-1,88	1912/13	+1,5	1912	+0,93	-0,78	+0,25	+0,21	+1,39
1888/89	-1,6	1888	-1,43	-0,82	+1,75	-0,40	-2,11	1913/14	+0,9	1913	+1,03	+0,16	-0,85	-0,59	+0,99
1889/90	-0,6	1889	+0,27	+1,00	-0,70	+0,31	-2,38	1914/15	+1,7	1914	+1,13	+0,74	-0,70	-1,53	+1,32
1890/91	-3,5	1890	-0,29	+0,52	-0,60	+0,58	+0,16	1915/16	+2,8	1915	+0,31	+0,36	-0,35	-1,40	+2,19
1891/92	+0,1	1891	-0,77	-1,06	-0,45	-0,44	-0,74	1916/17	-1,4	1916	+0,33	+0,04	+0,05	+0,17	-0,21
1892/93	-2,7	1892	-0,63	-1,74	-0,10	+2,35	-2,14	1917/18	+0,2	1917	-0,83	-0,02	+0,90	+1,23	-3,38
1893/94	+0,1	1893	+0,75	-1,38	+0,85	+0,69	-0,58	1918/19	+1,4	1918	+0,79	+0,46	-0,55	-0,88	-0,64
1894/95	-3,1	1894	+1,37	+0,28	+0,15	+1,46	-0,44	1919/20	+2,0	1919	-0,61	+0,70	-1,15	-1,98	+1,72
1895/96	-0,4	1895	-1,31	-0,20	-0,05	+0,78	-0,91	1920/21	+2,0	1920	+2,03	+1,52	-0,55	-0,23	+1,39
1896/97	-0,8	1896	+0,07	+0,26	+0,90	+1,45	-0,98	1921/22	-1,2	1921	+1,13	+0,16	+0,40	-0,30	+2,19
1897/98	+1,6	1897	+0,59	+0,46	+0,15	-0,18	+2,49	1922/23	+1,5	1922	-0,17	+2,12	-1,30	+0,18	+2,39
1898/99	+2,6	1898	+0,07	+0,96	-1,50	-0,89	+0,02	1923/24	-2,6	1923	-0,67	+0,14	+0,90	-0,05	-0,34

Die Abweichungen beziehen sich auf das 50jährige Mittel und sind in vorstehender Tabelle 8 enthalten. Bei der Berechnung der Abweichungen ist darauf zu achten, daß erstens genau entsprechende Zeiträume gewählt werden — für die 50 Winter 1874/75 bis 1923/24 also z. B. die Temperaturen in Deutschland II/VI von 1874 bis 1923 — und daß zweitens die Summen $[y]$, $[x_1]$ usw. so genau Null sind, als dies bei der gewählten Abrundung möglich ist. Aus den in Tabelle 8 enthaltenen Abweichungen ergeben sich unter Verwendung der in Abschnitt II erklärten Symbole folgende Werte:

$[yy] = 133,14$	$[yx_1] = + 14,89$	$[x_1 x_2] = + 5,91$	$[x_2 x_3] = - 18,29$	$[x_3 x_4] = + 6,86$
$[x_1 x_1] = 33,51$	$[yx_2] = + 20,61$	$[x_1 x_3] = - 1,41$	$[x_2 x_4] = - 3,65$	$[x_3 x_5] = + 3,06$
$[x_2 x_2] = 38,76$	$[yx_3] = - 21,375$	$[x_1 x_4] = - 3,54$	$[x_2 x_5] = + 11,64$	
$[x_3 x_3] = 37,74$	$[yx_4] = - 31,56$	$[x_1 x_5] = + 16,44$		$[x_4 x_5] = - 21,57$
$[x_4 x_4] = 34,63$	$[yx_5] = + 37,97$			
$[x_5 x_5] = 130,09$				
$[yy \cdot 1] = + 126,52$	$[yx_2 \cdot 1] = + 17,98$	$[x_2 x_3 \cdot 1] = - 18,09$	$[x_3 x_4 \cdot 1] = + 6,74$	
$[x_2 x_2 \cdot 1] = + 37,72$	$[yx_3 \cdot 1] = - 20,868$	$[x_2 x_4 \cdot 1] = - 3,03$	$[x_3 x_5 \cdot 1] = + 3,62$	
$[x_3 x_3 \cdot 1] = + 37,70$	$[yx_4 \cdot 1] = - 29,99$	$[x_2 x_5 \cdot 1] = + 8,74$		
$[x_4 x_4 \cdot 1] = + 34,26$	$[yx_5 \cdot 1] = + 30,665$		$[x_4 x_5 \cdot 1] = - 19,83$	
$[x_5 x_5 \cdot 1] = + 122,02$				
$[yy \cdot 2] = + 117,95$	$[yx_3 \cdot 2] = - 12,245$	$[x_3 x_4 \cdot 2] = + 5,29$		
$[x_3 x_3 \cdot 2] = + 29,02$	$[yx_4 \cdot 2] = - 28,55$	$[x_3 x_5 \cdot 2] = + 7,81$		
$[x_4 x_4 \cdot 2] = + 34,02$	$[yx_5 \cdot 2] = + 26,50$			
$[x_5 x_5 \cdot 2] = + 119,99$		$[x_4 x_5 \cdot 2] = - 19,13$		
$[yy \cdot 3] = + 112,78$	$[yx_4 \cdot 3] = - 26,32$	$[x_4 x_5 \cdot 3] = - 20,55$		
$[x_4 x_4 \cdot 3] = + 33,06$	$[yx_5 \cdot 3] = + 29,795$			
$[x_5 x_5 \cdot 3] = + 117,88$				
$[yy \cdot 4] = + 91,83$	$[yx_5 \cdot 4] = + 13,43$	$[yy \cdot 5] = + 90,11$		
$[x_5 x_5 \cdot 4] = + 105,11$				

Durch Einsetzen dieser Werte in die Gleichungen (8) und Auflösung derselben nach b_5 , b_4 , b_3 , b_2 und b_1 erhält man die Beziehungsgleichung:

$$y \sim 0,253 \cdot x_1 + 0,233 x_2 - 0,326 x_3 - 0,717 x_4 + 0,128 x_5 \dots \dots \dots (14)$$

Der mittlere Fehler dieser Darstellung von y ist

$$m_W = \pm 1,415^\circ \text{C.}$$

Die Streuung der 50 Wintertemperaturmittel beträgt

$$\sigma_W = 1,632^\circ \text{C};$$

der bei der Berechnung der Wintertemperaturen nach Gleichung (14) begangene mittlere Fehler ist daher um **13 Proz.** geringer als die Streuung der Wintertemperaturen.

Frühlingstemperatur.

Wegen des Fehlens der Luftdruckmonatsmittel von Island im Jahre 1923 konnte nur ein 48jähriger Zeitraum zugrunde gelegt werden. Es bezeichnen:

y	die Abweichung der Frühlingstemperatur in Deutschland vom 48jähr. Mittel 1875 bis 1922 in $^\circ \text{C}$,
x_1	" " " Temperatur Deutschlands X/XI " " " 1874 " 1921 " $^\circ \text{C}$,
x_2	" " " " von Alten u. Vardö I/III " " " 1874 " 1921 " $^\circ \text{C}$,
x_3	" " " " Westgrönlands VIII/X " " " 1874 " 1921 " $^\circ \text{C}$,
x_4	" " " des Luftdrucks in Bombay X/XII " " " 1874 " 1921 " engl. Zoll Hg,
x_5	" " " der Temperatur Westgrönlands XII/II " " " 1874/75 " 1921/22 in $^\circ \text{C}$,
x_6	" " " Luftdruckdifferenz P.D.—Island XII/II " " " 1874/75 " 1921/22 " mm Hg.

Die Quadrat- und Produktsummen der Abweichungen sind:

$$\begin{array}{llllll}
 [yy] = 49,85 & [yx_1] = -13,545 & [x_1x_2] = +3,479 & [x_2x_3] = -18,50 & [x_3x_4] = -0,0703 & [x_4x_5] = -0,4224 \\
 [x_1x_1] = 58,88 & [yx_2] = -23,36 & [x_1x_3] = +4,684 & [x_2x_4] = +0,0758 & [x_3x_5] = +20,85 & [x_4x_6] = -0,0717 \\
 [x_2x_2] = 132,58 & [yx_3] = +14,98 & [x_1x_4] = +0,0223 & [x_2x_5] = +36,39 & [x_3x_6] = +66,07 & \\
 [x_3x_3] = 34,87 & [yx_4] = -0,3345 & [x_1x_5] = +3,022 & [x_2x_6] = -115,19 & & [x_5x_6] = -568,96 \\
 [x_4x_4] = 0,0234 & [yx_5] = -50,84 & [x_1x_6] = -39,48 & & & \\
 [x_5x_5] = 526,13 & [yx_6] = +143,57 & & & & \\
 [x_6x_6] = 1833,43 & & & & &
 \end{array}$$

Daraus folgt die Beziehungsgleichung:

$$y \sim -0,222 x_1 - 0,070 x_2 + 0,338 x_3 - 9,278 x_4 - 0,060 x_5 + 0,037 x_6 \dots (15)$$

Der mittlere Fehler dieser Darstellung ist

$$m_F = \pm 0,831^\circ \text{C}.$$

Die Streuung der 48 Frühlingstemperaturmittel ist

$$\sigma_F = 1,019^\circ \text{C};$$

der mittlere Fehler in der Bestimmung der Frühlingstemperatur nach Gleichung (15) ist folglich um **18,5 Proz.** kleiner als die Streuung der Frühlingstemperaturen.

Sommertemperatur.

y	=	Abweichung der Sommertemperatur in Deutschland vom 50jähr. Mittel 1875 bis 1924 in $^\circ \text{C}$,
x_1	=	" " Temperatur Deutschlands VIII/X " " " 1874 " 1923 " $^\circ \text{C}$,
x_2	=	" " " d. östl. Nordamerika XI/XII " " " 1874 " 1923 " $^\circ \text{F}$,
x_3	=	" des Luftdrucks in Argentinien XII/V " " " 1874/75 " 1923/24 in mm Hg,
x_4	=	" " " Bombay IV/V " " " 1875 " 1924 in engl. Zoll Hg.

Die Quadrat- und Produktsummen der Abweichungen sind:

$$\begin{array}{llll}
 [yy] = 30,65 & [yx_1] = +11,64 & [x_1x_2] = -41,13 & [x_2x_3] = +2,35 \\
 [x_1x_1] = 40,24 & [yx_2] = -30,535 & [x_1x_3] = +3,266 & [x_2x_4] = -0,0487 \\
 [x_2x_2] = 336,52 & [yx_3] = +4,57 & [x_1x_4] = +0,0367 & \\
 [x_3x_3] = 8,855 & [yx_4] = +0,2092 & & [x_3x_4] = +0,00129 \\
 [x_4x_4] = 0,01578 & & &
 \end{array}$$

Daraus folgt die Beziehungsgleichung:

$$y \sim 0,166 x_1 - 0,072 x_2 + 0,472 x_3 + 12,61 x_4 \dots (16)$$

Der mittlere Fehler dieser Darstellung ist

$$m_S = \pm 0,687^\circ \text{C}.$$

Die Streuung der 50 Sommertemperaturmittel ist

$$\sigma_S = 0,783^\circ \text{C};$$

der mittlere Fehler in der Bestimmung der Sommertemperatur vermittelt Gleichung (16) ist daher um **12 Proz.** kleiner als die Streuung der Sommertemperaturen.

Herbsttemperatur.

y	=	Abweichung der Herbsttemperatur in Deutschland vom 48jähr. Mittel 1875 bis 1922 in $^\circ \text{C}$,
x_1	=	" " Temperatur Deutschlands IX/X " " " 1874 " 1921 " $^\circ \text{C}$,
x_2	=	" " " von Alten u. Vardö IX/X " " " 1874 " 1921 " $^\circ \text{C}$,
x_3	=	" " " des östl. Nordamerika XI/I " " " 1874/75 " 1921/22 in $^\circ \text{F}$,
x_4	=	" " Luftdruckdifferenz P. D.-Island V/VII " " " 1875 " 1922 in mm Hg.

Die Quadrat- und Produktsummen der Abweichungen sind:

$$\begin{array}{llllll}
 [yy] & = & 38,78 & [yx_1] & = & -23,76 & [x_1x_2] & = & +16,74 & [x_2x_3] & = & +12,83 & [x_3x_4] & = & +11,61 \\
 [x_1x_1] & = & 54,22 & [yx_2] & = & -18,045 & [x_1x_3] & = & -54,085 & [x_2x_4] & = & -10,52 & & & \\
 [x_2x_2] & = & 72,85 & [yx_3] & = & +36,59 & [x_1x_4] & = & +22,915 & & & & & & \\
 [x_3x_3] & = & 389,22 & [yx_4] & = & -26,58 & & & & & & & & & \\
 [x_4x_4] & = & 279,18 & & & & & & & & & & & &
 \end{array}$$

Daraus folgt die Beziehungsgleichung:

$$y \sim -0,273 x_1 - 0,208 x_2 + 0,065 x_3 - 0,083 x_4 \dots \dots \dots (17)$$

Der mittlere Fehler dieser Darstellung ist

$$m_H = \pm 0,737^\circ \text{C.}$$

Die Streuung der 48 Herbsttemperaturmittel ist

$$\sigma_H = 0,899^\circ \text{C.}$$

der mittlere Fehler in der Bestimmung der Herbsttemperatur mittels Gleichung (17) ist daher um **18 Proz.** kleiner als die Streuung der Herbsttemperaturen.

IV. Praktische Anwendung der Beziehungsgleichungen zur Vorhersage des Temperaturcharakters.

Die Beziehungsgleichungen sind empirische Formeln, denen das ihnen zugrunde liegende Beobachtungsmaterial als Ganzes „möglichst genau genügt“. Es ist mit ihnen also an sich noch nichts ausgesagt über den Zusammenhang, der zwischen den betrachteten Größen in einem anderen als dem untersuchten Zeitraum besteht. Die Berechnung der Temperaturabweichungen der Jahreszeiten für jedes einzelne der 50 (bzw. 48) Jahre mittels der in Abschnitt III gewonnenen Beziehungsgleichungen gibt daher zunächst nur eine Rechenkontrolle. Führt man aber die Hypothese ein — über deren Berechtigung weiter unten noch gesprochen werden wird —, daß die durch die Beziehungsgleichungen ausgedrückten Beziehungen nicht nur in dem betrachteten 50 jährigen Zeitraum, sondern auch schon längere Zeit vorher bestanden haben, dann kann man die berechneten Abweichungen als „Voraussagen“ deuten und durch den Vergleich zwischen Rechnung und Erfahrung die praktische Anwendbarkeit der Beziehungsgleichungen zur Voraussage des Temperaturcharakters prüfen. Bei einer solchen Deutung entsprechen die y dem jeweiligen „wahrscheinlichsten“ Werte und der mittlere Fehler der Beziehungsgleichung ist der mittlere Fehler, der bei der Voraussage begangen wird. Man kann nun, wie dies Gilbert T. Walker (16*) und andere getan haben, ausschließlich das Vorzeichen von y ins Auge fassen und dementsprechend die Voraussage „zu warm“ oder „zu kalt“ stellen, wobei die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens dieser Voraussage als „statistische Wahrscheinlichkeit“ aus dem Vergleich der Vorzeichen der berechneten und wirklichen Abweichungen gewonnen wird. Für die Praxis wertvoller ist es jedoch, wenn auch die Größe der berechneten Abweichung berücksichtigt und Grenzen angegeben werden, innerhalb deren die Abweichung mit einer gewissen (hinreichend großen) Wahrscheinlichkeit liegen wird. Auf Grund der Ergebnisse des Abschnittes I kann man annehmen, daß auch die λ , d. h. die Fehler der Darstellungen (14) bis (17) annähernd nach dem Gaußschen Fehlergesetz verteilt sind. Dann ist die Wahrscheinlichkeit P_1 , daß die Abweichung der Temperatur einer Jahreszeit vom langjährigen Mittel in den Grenzen $y + \delta$ und $y - \delta$ liegt,

$$P_1 = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{h\delta} e^{-t^2} dt = \Phi(h\delta) \dots \dots \dots (18)$$

die Wahrscheinlichkeit P_2 dafür, daß die Abweichung nach einer bestimmten Richtung, z. B. nach der positiven Seite, nicht um mehr als δ vom wahrscheinlichsten Werte y verschieden ist,

$$P_2 = \frac{1}{2} [1 + \Phi(h\delta)] \quad \dots \quad (19)$$

Dabei ist der Parameter h definiert durch

$$h = \frac{0,707 \, 10}{m} \quad \dots \quad (20)$$

Zur Vereinfachung der Ausdrucks- und Schreibweise führen wir nun noch folgende Bezeichnungen ein:

1. Wenn der absolute Wert der Abweichung der Temperatur einer Jahreszeit vom langjährigen Mittel gleich oder größer als der 1,5 fache Betrag der Streuung der Temperaturen der betreffenden Jahreszeit ist, so soll die Jahreszeit als sehr warm bzw. sehr kalt (kühl) gelten.

2. Ist der absolute Wert der Abweichung kleiner als $\frac{1}{3}$ der Streuung, so ist die Jahreszeit „ziemlich normal“.

3. $\{+2,0 W - 1,0\}$ bedeutet die Wahrscheinlichkeit, daß die zu erwartende mittlere Temperatur einer Jahreszeit zwischen $2,0^\circ\text{C}$ über und $1,0^\circ\text{C}$ unter der normalen Temperatur der Jahreszeit liegt. Entsprechend bedeutet

$\{+W 0\}$ die Wahrscheinlichkeit, daß die Abweichung eine positive, die Jahreszeit also „zu warm“ sei,
 $\{0 W -\}$ „ „ „ „ „ negative, „ „ „ „zu kalt“ „
 $\{+W - 1,5 \sigma\}$ „ „ „ „ Jahreszeit nicht sehr kalt,
 $\{+\frac{1}{3} \sigma W -\}$ „ „ „ „ zu kalt oder ziemlich normal sei.

Aus (18) und (19) ergibt sich unter Benutzung einer Funktionstafel für $\Phi(x)$ allgemein:

$$\left. \begin{array}{l} \text{a) } \{(y + 1,4 m) W (y - 1,4 m)\} = 84 \text{ Proz.} \\ \text{b) } \{+W - 1,5 \sigma\} \geq 96 \text{ Proz., wenn } y \geq \left(\frac{1,238}{h} - 1,5 \sigma\right) \\ \text{c) } \{+W - 1,5 \sigma\} \geq 98 \text{ Proz., wenn } y \geq \left(\frac{1,452}{h} - 1,5 \sigma\right) \\ \text{d) } \{+W - \frac{1}{3} \sigma\} \geq 84 \text{ Proz., wenn } y \geq \left(\frac{0,703}{h} - \frac{1}{3} \sigma\right) \\ \text{e) } \{+W 0\} \geq 84 \text{ Proz., wenn } y \geq \frac{0,703}{h} \end{array} \right\} \quad \dots \quad (21)$$

Setzt man in diese Wahrscheinlichkeitsbedingungen und in die Gleichung (20) die in Abschnitt III angegebenen mittleren Fehler und Streuungen ein, so erhält man folgende Anhaltspunkte, um aus dem errechneten (wahrscheinlichsten) Wert y auf den Temperaturcharakter einer Jahreszeit zu schließen.

Winter. $h = 0,4997$; $1,4 m = 1,981$; $1,5 \sigma = 2,448$; $\frac{1}{3} \sigma = 0,544$.

a) Mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit liegt die Temperaturabweichung zwischen $y + 2,0^\circ\text{C}$ und $y - 2,0^\circ\text{C}$.

b) Wenn $y = 0$, kann mit einer Wahrscheinlichkeit von 96 Proz. gesagt werden, daß der Winter weder sehr kalt noch sehr warm sein wird. Ist $y > 0$, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Winter nicht sehr kalt ist, größer als 96 Proz., umgekehrt ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Winter nicht sehr mild ist, größer als 96 Proz., wenn $y < 0$.

c) Ist $|y| \geq 0,46^\circ\text{C}$, so besteht sogar eine Wahrscheinlichkeit von mindestens 98 Proz., daß der Winter nicht sehr kalt bzw. nicht sehr mild sein wird, je nachdem y positiv oder negativ ist.

d) Ist $|y| \geq 0,86^\circ\text{C}$, dann ist mit einer Wahrscheinlichkeit ≥ 84 Proz. ein zu milder oder ziemlich normaler Winter zu erwarten, falls y positiv, ein zu kalter oder ziemlich normaler Winter falls y negativ.

e) Wenn $|y| \geq 1,41^\circ\text{C}$, dann ist bei positivem y ein zu milder, bei negativem y ein zu kalter Winter zu erwarten.

Nach allem Vorausgegangenen versteht es sich von selbst, daß es sich bei den Ausdrücken zu mild, zu kalt usw. immer um die Durchschnittstemperatur der ganzen Jahreszeit und von ganz Deutschland handelt.

Frühling. $h = 0,8509$; $1,4 m = 1,163$; $1,5 \sigma = 1,528$; $\frac{1}{3} \sigma = 0,340$.

a) Mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit liegt die Temperaturabweichung zwischen $y + 1,16^\circ\text{C}$ und $y - 1,16^\circ\text{C}$.

b) Falls $|y| < 0,07^\circ\text{C}$, besteht eine Wahrscheinlichkeit von mindestens 96 Proz., daß der Frühling weder sehr warm noch sehr kalt ist.

c) Wenn $|y| > 0,18^\circ\text{C}$, besteht bei positivem y eine Wahrscheinlichkeit von mindestens 98 Proz., daß der Frühling nicht sehr kalt, bei negativem y , daß der Frühling nicht sehr warm wird.

d) Ist $|y| \geq 0,49^\circ\text{C}$, dann ist mit einer Wahrscheinlichkeit ≥ 84 Proz. ein zu warmer oder ziemlich normaler Frühling zu erwarten, wenn y positiv, ein zu kalter oder ziemlich normaler Frühling, wenn y negativ ist.

e) Wenn $|y| \geq 0,83^\circ\text{C}$, dann ist bei positivem y ein zu warmes, bei negativem y ein zu kaltes Frühjahr zu erwarten.

Sommer. $h = 1,039$; $1,4 m = 0,962$; $1,5 \sigma = 1,174$; $\frac{1}{3} \sigma = 0,261$.

a) Mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit liegt die Temperaturabweichung zwischen $y + 0,96^\circ\text{C}$ und $y - 0,96^\circ\text{C}$.

b) Ist $|y| \geq 0,09^\circ\text{C}$, dann ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Sommer nicht sehr kühl wird, mindestens 96 Proz., wenn y positiv ist; umgekehrt bei negativem y .

c) Ist $|y| \geq 0,22^\circ\text{C}$, dann ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Sommer nicht sehr kühl wird, mindestens 98 Proz., wenn y positiv ist; umgekehrt bei negativem y .

d) Wenn $|y| \geq 0,42^\circ\text{C}$, dann ist mit einer Wahrscheinlichkeit ≥ 84 Proz. ein zu warmer oder ziemlich normaler Sommer zu erwarten, falls y positiv, ein zu kühler oder ziemlich normaler Sommer, falls y negativ ist.

e) Wenn $|y| \geq 0,68^\circ\text{C}$, dann ist bei positivem y ein zu warmer, bei negativem y ein zu kühler Sommer zu erwarten.

Herbst. $h = 0,9594$; $1,4 m = 1,032$; $1,5 \sigma = 1,348$; $\frac{1}{3} \sigma = 0,300$.

a) Mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit liegt die Temperaturabweichung zwischen $y + 1,03^\circ\text{C}$ und $y - 1,03^\circ\text{C}$.

b) Wenn $|y| < 0,06^\circ\text{C}$, kann mit einer Wahrscheinlichkeit von 96 Proz. gesagt werden, daß der Herbst weder sehr kalt noch sehr warm sein wird.

c) Ist $|y| \geq 0,16^\circ\text{C}$, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß bei positivem y der Herbst nicht sehr kalt, bei negativem y der Herbst nicht sehr warm ist, mindestens 98 Proz.

d) Ist $|y| \geq 0,43^\circ\text{C}$, dann ist mit einer Wahrscheinlichkeit ≥ 84 Proz. ein zu warmer oder ziemlich normaler Herbst zu erwarten, wenn y positiv ist, ein zu kalter oder ziemlich normaler Herbst, wenn y negativ ist.

e) Wenn $|y| \geq 0,73^\circ\text{C}$, dann ist bei positivem y ein zu warmer, bei negativem y ein zu kalter Herbst zu erwarten.

Die Anwendung dieser Angaben auf die in Tabelle 9 enthaltene Gegenüberstellung der mittels der Gleichungen (14) bis (17) berechneten und der wirklich beobachteten Abweichungen führt zunächst zu der Erkenntnis, daß die wirkliche Abweichung im Winter in sechs Fällen (1879/80,

1890/91, 1894/95, 1909/10, 1917/18 und 1923/24), im Frühling in sieben Fällen (1877, 1883, 1887, 1912, 1914, 1918 und 1921), im Sommer in acht Fällen (1875, 1876, 1902, 1907, 1911, 1913, 1917 und 1921), im Herbst in acht Fällen (1883, 1886, 1888, 1889, 1899, 1911, 1912 und 1915) nicht innerhalb der Grenzen lag, zwischen denen sie mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zu erwarten war. Da jedoch bei einer solchen Eintreffwahrscheinlichkeit bei 196 Vorhersagen 31 Fehlvorhersagen zulässig sind, so ist die Zahl von im ganzen 29 außerhalb der vorausgesagten Grenzen fallenden Abweichungen ganz entsprechend. Im Winter, Frühling und Herbst fallen auf die erste und zweite Hälfte des ganzen Beobachtungszeitraumes fast genau gleich viel derartiger Nichttreffer, im Sommer dagegen fallen in die erste Hälfte (1875 bis 1899) zwei, in die zweite Hälfte (1900 bis 1924) sechs Nichttreffer. Vergleicht man aber die Vorzeichen der berechneten und beobachteten Abweichungen, so finden sich im Sommer in der ersten Hälfte sieben, in der zweiten acht Nichtübereinstimmungen. Es läßt sich also die gegenüber der ersten Hälfte größere Zahl von Fällen, in denen im Sommer die für 84 Proz. Wahrscheinlichkeit angegebenen Grenzen in der zweiten Hälfte überschritten wurden, nicht so deuten, als ob die der Rechnung zugrunde liegenden Beziehungen sich geändert hätten, vielmehr erscheint die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung als befriedigend gleichmäßig über den ganzen Zeitraum verteilt.

Die Vorhersage, daß die Jahreszeit weder sehr kalt noch sehr warm sein werde, wäre mit 96 Proz. Wahrscheinlichkeit für den Winter in zwei, für den Frühling in vier, für den Herbst in drei Fällen möglich gewesen, in allen übrigen Jahren hätte wenigstens eines von beiden Extremen für Winter, Frühjahr und Herbst als mit mindestens 96 Proz. Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen bezeichnet werden können. Im Sommer konnte in 43 Fällen eines der beiden Extreme als nicht eintretend mit mindestens 96 Proz. Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden. Die Ausschließung eines Extrems mit mindestens 98 Proz. Wahrscheinlichkeit wäre für den Winter 31 mal, für den Frühling 37 mal, für den Sommer 32 mal, für den Herbst 40 mal möglich gewesen. Alle diese Vorhersagen wären — wenn man als sehr kalte bzw. sehr warme Jahreszeiten solche bezeichnet, deren Abweichung größer als $1,5\sigma$ ist — mit einer einzigen Ausnahme (Herbst 1915) eingetroffen.

Es wären ferner — immer unter der Voraussetzung, daß die Beziehungsgleichungen schon aus einem früheren Beobachtungszeitraum bekannt gewesen wären — mit mindestens 84 Proz. (in manchen Fällen mit einer erheblich größeren) Eintreffwahrscheinlichkeit folgende Vorhersagen möglich gewesen:

Winter	zu mild oder ziemlich normal:	1898/99, 1901/02, 1913/14, 1918/19, 1920/21, 1922/23,
"	" kalt " " " :	1874/75, 1888/89, 1893/94, 1895/96, 1896/97, 1900/01, 1909/10,
"	" mild:	1914/15, 1915/16, 1919/20,
"	" kalt:	1892/93, 1917/18;
Frühling	" warm oder ziemlich normal:	1897, 1898, 1906,
"	" kalt " " " :	1879, 1888, 1901, 1902, 1917,
"	" warm:	1882, 1894, 1903, 1916, 1920,
"	" kalt:	1875, 1881, 1885, 1892, 1895, 1900;
Sommer	" warm oder ziemlich normal:	1881, 1893, 1896, 1901, 1905, 1910, 1911, 1912, 1917,
"	" kühl " " " :	1876, 1880, 1890, 1898, 1903, 1916, 1921,
"	" warm:	1877, 1887,
"	" kühl:	1882, 1913, 1923;
Herbst	" warm oder ziemlich normal:	1888, 1889, 1891, 1895, 1916, 1917,
"	" kalt " " " :	1881, 1883, 1885, 1899, 1902, 1905, 1908, 1910, 1912, 1918, 1920, 1922,
"	" warm:	1878, 1882, 1903, 1906, 1913,
"	" kalt:	1875, 1879, 1887.

Von diesen 84 Vorhersagen wären nur acht, also kaum 10 Proz., nicht eingetroffen, und zwar die Vorhersagen für Winter 1909/10 und 1917/18, Sommer 1876 und 1921 und Herbst 1883, 1888, 1889 und 1899.

Ein Beweis für die Richtigkeit der gemachten Voraussetzung, daß die den Beziehungsgleichungen zugrunde liegenden Beziehungen nicht nur für den untersuchten Zeitraum, sondern von dauernder Gültigkeit seien, kann heute noch nicht erbracht werden. Zwar spricht wohl die Gleichmäßigkeit der Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung während des ganzen Zeitraumes 1875 bis 1922 (1924) dafür, daß die verwendeten Beziehungen wohl auch vorher bestanden haben und noch weiterhin bestehen werden; ein Beweis für diese Annahme kann darin jedoch nicht erblickt werden. Die Untersuchungen des Abschnittes I haben ja auch gezeigt, daß sehr wahrscheinlich manche der Beziehungen auf periodische Schwankungen zurückzuführen sind. Da die kürzeren Perioden vielfach in großen Perioden Phase und Amplitude verändern, so ist es leicht möglich, daß wenigstens ein Teil der Beziehungen in einem früheren oder in einem späteren 50 jährigen Zeitraum durch andere abgelöst wird. Es wäre daher verfehlt, es als sicher zu betrachten, daß die gefundenen Beziehungsgleichungen auch für die nächsten 50 Jahre Gültigkeit hätten. Da den Beziehungen aber dennoch eine physikalische Bedeutung zukommt, so ist wenigstens die Annahme zulässig, daß Zusammenhänge, welche die Witterungsschwankungen eines 50 jährigen Zeitraumes beherrscht haben, auch noch in den darauffolgenden 3 bis 5 Jahren bestehen werden. Daraus läßt sich die Berechtigung ableiten, die gewonnenen Beziehungsgleichungen für die nächsten Jahre zu Vorhersagen des Temperaturcharakters zu benutzen. Späterhin ist so zu verfahren, daß die Beziehungsgleichungen unter Hinzunahme der jüngsten Beobachtungen alljährlich neu berechnet werden, bis einmal mindestens 60 jährige homogene Beobachtungen vorliegen. Dann können die Beziehungen für die beiden Hälften des ganzen Zeitraumes getrennt berechnet und zur Aufstellung der Beziehungsgleichungen nur jene Korrelationen verwendet werden, die in beiden Zeiträumen annähernd gleich stark in die Erscheinung treten.

An einigen bereits verflossenen Jahreszeiten, die aber bei der Aufstellung der Beziehungsgleichungen nicht mehr Verwendung fanden, können wir aus der Erfahrung heraus nachprüfen, ob die oben gezogene Schlußfolgerung, daß die Gleichungen für die auf den grundlegenden Beobachtungszeitraum unmittelbar folgenden Jahre zur Vorhersage verwendet werden können, richtig ist. Leider sind mir jedoch einige Daten bis zum Abschluß der Arbeit nicht bekannt geworden, so daß der Vergleich zwischen Vorhersage und Erfahrung nur mit fünf Jahreszeitvorhersagen durchgeführt werden kann.

1. Voraussage des Temperaturcharakters des Frühlings 1923.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	X/XI 1922	vom 48 jähr. Mittel: $-1,80^{\circ}$ C,
" " " von Alten u. Vardö	I/III 1922	" " " $+0,23^{\circ}$ C,
" " " Westgrönlands	VIII/X 1922	" " " $-0,07^{\circ}$ C,
" " Luftdruckmittels von Bombay	X/XII 1922	" " " 0,000 engl. Zoll Hg,
" " Temperaturmittels Westgrönlands	XII/II 1922/23	" " " $+1,43^{\circ}$ C,
" der Luftdruckdifferenz P.D.-Island	XII/II 1922/23	" " " $+5,3$ mm Hg.

Daher nach (15) $y = +0,47^{\circ}$ C.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Frühlingstemperatur 1923 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $+1,63^{\circ}$ C und $-0,69^{\circ}$ C; Frühling mit 99 Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr kalt, mit $83\frac{1}{2}$ Proz. Wahrscheinlichkeit zu warm oder ziemlich normal.

Wirkliche Abweichung: $+0,2^{\circ}$ C. Vorhersage vollkommen eingetroffen.

2. Voraussage des Temperaturcharakters des Herbstes 1923.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	IX/X 1922	vom 48 jähr. Mittel: $-2,20^{\circ}$ C,
" " " von Alten u. Vardö	IX/X 1922	" " " $+2,07^{\circ}$ C,
" " " östl. Nordamerikas	XI/I 1922/23	" " " $+3,17^{\circ}$ F,
" der Luftdruckdifferenz P.D.-Island	V/VII 1923	" " " $+2,0$ mm Hg.

Daher nach (17) $y = +0,20^{\circ}$ C.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Herbsttemperatur 1923 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $+1,23^{\circ}\text{C}$ und $-0,83^{\circ}\text{C}$; Herbst mit 98 Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr kalt, mit 92 Proz. Wahrscheinlichkeit weder sehr kalt noch sehr warm, mit 75 Proz. Wahrscheinlichkeit zu warm oder ziemlich normal.

Wirkliche Abweichung: $+0,9^{\circ}\text{C}$. Vorhersage vollkommen eingetroffen.

3. Voraussage des Temperaturcharakters des Herbstes 1924.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	IX/X 1923	vom 48 jähr. Mittel:	$+1,40^{\circ}\text{C}$,
" " " von Alten u. Vardö	IX/X 1923	" " "	$+1,02^{\circ}\text{C}$,
" " " östl. Nordamerikas	XI/I 1923/24	" " "	$+1,57^{\circ}\text{F}$,
" der Luftdruckdifferenz P. D.-Island } (nach den Wetterkarten der Deutschen Seewarte)	V/VII 1924	" " "	$+0,73\text{ mm Hg.}$

Daher nach (17) $y = -0,55^{\circ}\text{C}$.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Herbsttemperatur 1924 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $+0,48^{\circ}\text{C}$ und $-1,58^{\circ}\text{C}$; Herbst mit $99\frac{1}{2}$ Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr warm, mit $87\frac{1}{2}$ Proz. Wahrscheinlichkeit zu kalt oder ziemlich normal.

Wirkliche Abweichung: $+0,6^{\circ}\text{C}$. Vorhersage bezüglich des nicht sehr warmen Herbstes eingetroffen, im übrigen nicht eingetroffen.

4. Voraussage des Temperaturcharakters des Sommers 1925.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	VIII/X 1924	vom 50 jähr. Mittel:	$+0,23^{\circ}\text{C}$,
" " " östl. Nordam.	XI/XII 1924	" " "	$-1,30^{\circ}\text{F}$,
" " Luftdruckmittels Argentiniens	XII/V 1924/25	" " "	$-0,45\text{ mm Hg}$,
" " " von Bombay	IV/V 1925	" " "	$-0,016\text{ engl. Zoll Hg.}$

Daher nach (16) $y = -0,28^{\circ}\text{C}$.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Sommertemperatur 1925 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $+0,69^{\circ}\text{C}$ und $-1,24^{\circ}\text{C}$; Sommer mit 98 Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr warm, mit 89 Proz. Wahrscheinlichkeit weder sehr warm noch sehr kühl.

Wirkliche Abweichung: $+0,1^{\circ}\text{C}$. Vorhersage vollkommen eingetroffen.

5. Voraussage des Temperaturcharakters des Herbstes 1925.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	IX/X 1924	vom 48 jähr. Mittel:	$+1,05^{\circ}\text{C}$,
" " " von Alten u. Vardö	IX/X 1924	" " "	$+2,62^{\circ}\text{C}$,
" " " östl. Nordamerikas	XI/I 1924/25	" " "	$-0,90^{\circ}\text{F}$,
" der Luftdruckdifferenz P. D.-Island } (nach den Wetterkarten der Deutschen Seewarte)	V/VII 1925	" " "	$+3,5\text{ mm Hg.}$

Daher nach (17) $y = -1,18^{\circ}\text{C}$.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Herbsttemperatur 1925 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $-0,15^{\circ}\text{C}$ und $-2,21^{\circ}\text{C}$; Herbst mit 99,9 Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr warm, mit $94\frac{1}{2}$ Proz. Wahrscheinlichkeit zu kalt.

Die wirkliche Abweichung der Herbsttemperatur 1925 kann noch nicht genau angegeben werden, da bei Abschluß der Arbeit der vom Preußischen Meteorologischen Institut herausgegebene Witterungsbericht für Oktober und November 1925 noch nicht veröffentlicht war. Nach den täglichen Wetterberichten der Deutschen Seewarte und den Wetterkarten der übrigen Wetterdienststellen ist es jedoch sicher, daß die Durchschnittstemperatur des Herbstes 1925 in Deutschland um mehr als $0,15^{\circ}\text{C}$ unter der normalen lag, infolge der ausgiebigen Wärmerückfälle Anfang Oktober und im letzten Oktoberdrittel aber auch nicht um mehr als $2,0^{\circ}\text{C}$ darunter lag. In Berlin-Außenstadt betrug die Temperaturabweichung des Herbstes 1925 $-0,9^{\circ}\text{C}$. Die Vorhersage ist also vollkommen eingetroffen.

Tabelle 9.
Vergleich der berechneten und der wirklich beobachteten Temperaturabweichungen.

Jahr	Winter		Jahr	Frühling		Sommer		Herbst	
	berechnet	beobachtet		berechnet	beobachtet	berechnet	beobachtet	berechnet	beobachtet
1874/75	-1,125	-1,6	1875	-1,243	-1,0	+0,084	+1,3	-1,308	-1,0
1875/76	-0,663	-1,6	1876	+0,027	-0,5	-0,539	+0,9	+0,116	-0,3
1876/77	+0,092	+1,9	1877	-0,389	-1,7	+0,921	+1,0	-0,405	-0,4
1877/78	-0,188	+0,9	1878	+0,348	+0,6	+0,124	-0,2	+0,911	+0,9
1878/79	+0,608	-1,0	1879	-0,783	-1,6	-0,160	-0,3	-0,898	-0,6
1879/80	-0,273	-3,5	1880	+0,057	+0,3	-0,645	+0,2	+0,251	+0,4
1880/81	+0,026	-0,7	1881	-1,206	-1,3	+0,483	+0,2	-0,451	-0,7
1881/82	+0,133	+1,0	1882	+0,959	+1,0	-0,876	-0,9	+0,792	+0,4
1882/83	+0,751	+0,7	1883	-0,316	-2,1	-0,363	0,0	-0,495	+0,6
1883/84	+0,372	+2,2	1884	-0,115	-0,1	-0,041	-0,4	-0,030	-0,4
1884/85	+0,564	+0,5	1885	-0,990	-0,4	+0,219	-0,3	-0,520	-0,6
1885/86	-0,550	-1,6	1886	-0,261	-0,4	-0,407	-0,5	+0,413	+1,5
1886/87	-0,185	-1,2	1887	-0,154	-1,5	+0,696	0,0	-0,747	-1,1
1887/88	-0,114	-1,8	1888	-0,579	-1,5	-0,149	-1,1	+0,700	-0,7
1888/89	-1,107	-1,6	1889	+0,364	+0,1	-0,119	+0,6	+0,578	-0,8
1889/90	+0,003	-0,6	1890	+0,439	+0,9	-0,611	-0,8	+0,108	-0,3
1890/91	-0,152	-3,5	1891	-0,480	-0,6	-0,072	-0,9	+0,630	+0,6
1891/92	-0,074	+0,1	1892	-0,942	-1,0	-0,092	+0,1	+0,003	-0,2
1892/93	-2,491	-2,7	1893	+0,094	+0,7	+0,521	+0,4	+0,211	+0,1
1893/94	-0,978	+0,1	1894	+1,139	+1,2	+0,221	+0,6	+0,095	-0,3
1894/95	-0,740	-3,1	1895	-1,031	-0,1	+0,208	+0,4	+0,658	+0,9
1895/96	-1,037	-0,4	1896	+0,049	-0,2	+0,483	0,0	-0,195	-0,4
1896/97	-1,380	-0,8	1897	+0,679	+0,3	-0,170	+0,7	+0,181	-0,7
1897/98	+0,755	+1,6	1898	+0,580	-0,1	-0,529	-0,5	+0,270	+0,8
1898/99	+1,371	+2,6	1899	+0,115	-0,3	-0,004	0,0	-0,493	+1,0
1899/00	+0,585	-0,5	1900	-0,922	-1,5	+0,248	+0,8	+0,283	+1,3
1900/01	-1,062	-1,6	1901	-0,526	+0,3	+0,459	+0,8	-0,246	+0,4
1901/02	+0,950	+1,1	1902	-0,651	-0,9	+0,158	-0,9	-0,607	-1,2
1902/03	+0,153	+0,6	1903	+1,024	+0,4	-0,472	-0,5	+1,000	+1,2
1903/04	+0,115	-0,1	1904	+0,103	+0,4	+0,254	+0,6	-0,176	-0,2
1904/05	-0,314	+0,7	1905	-0,392	+0,2	+0,630	+1,4	-0,616	-1,1
1905/06	+0,773	+1,1	1906	+0,646	+0,7	-0,085	+0,1	+0,888	+1,4
1906/07	-0,066	-1,2	1907	+0,114	-0,1	+0,359	-1,0	-0,253	+1,2
1907/08	-0,595	+0,2	1908	+0,338	-0,3	+0,381	+0,2	-0,643	-1,0
1908/09	-0,671	-1,6	1909	+0,444	-0,7	-0,056	-0,9	+0,182	+0,4
1909/10	-1,048	+2,3	1910	+0,399	+0,6	+0,443	-0,1	-0,599	-0,2
1910/11	-0,620	+1,1	1911	+0,413	+0,9	+0,446	+1,7	-0,087	+1,3
1911/12	-0,298	+1,0	1912	-0,443	+0,8	+0,442	-0,1	-0,490	-2,0
1912/13	-0,001	+1,5	1913	+0,353	+1,5	-0,895	-1,9	+1,115	+1,5
1913/14	+1,125	+0,9	1914	-0,380	+1,1	+0,264	+0,5	-0,044	-0,2
1914/15	+1,952	+1,7	1915	+0,183	-0,4	+0,075	+0,1	+0,165	-1,4
1915/16	+1,561	+2,8	1916	+1,235	+1,1	-0,554	-1,2	+0,710	+0,3
1916/17	-0,072	-1,4	1917	-0,573	-1,2	+0,461	+1,5	+0,553	+1,0
1917/18	-1,823	+0,2	1918	+0,106	+1,7	-0,250	-1,0	-0,536	+0,1
1918/19	+1,035	+1,4	1919	-0,037	-0,7	-0,237	-0,9	-0,195	-0,9
1919/20	+2,023	+2,0	1920	+1,674	+2,6	+0,198	-0,1	-0,558	-1,0
1920/21	+1,390	+2,0	1921	+0,286	+1,9	-0,491	+0,8	-0,152	+0,1
1921/22	+0,688	-1,2	1922	+0,219	0,0	+0,153	-0,4	-0,673	-1,7
1922/23	+1,052	+1,5	1923	—	—	-0,721	-1,1	—	—
1923/24	-0,438	-2,6	1924	—	—	-0,364	-0,6	—	—

Die Übereinstimmung zwischen Voraussagen und wirklich eingetretener Temperaturabweichung ist befriedigend. Die eine Fehlvorhersage (für Herbst 1924) steht im Einklang mit den angegebenen Eintreffwahrscheinlichkeiten. Es ist also tatsächlich möglich, auf Grund von Beziehungsgleichungen, die nach der Methode der kleinsten Quadrate aus ein halbes Jahrhundert umfassenden Beobachtungen des Weltwetters gewonnen sind, den Temperaturcharakter der Jahreszeiten in Deutschland in den dem Beobachtungszeitraum folgenden Jahren wenigstens in großen Zügen aus der Witterungsvorgeschichte vorauszuberechnen.

Es fragt sich jetzt nur noch, ob für die Praxis solche den Temperaturcharakter immerhin nur ungefähr kennzeichnende Vorhersagen überhaupt einen Wert haben. Es ist selbstverständlich, daß wir als Ziel der langfristigen Wettervorhersage wesentlich mehr im Auge haben als die Vorhersagen, die auf Grund der vorliegenden Untersuchung möglich sind. Man kann ja auch von einem ersten Versuch, das bedeutungsvolle Problem in systematischer Weise zu bearbeiten, nicht seine Lösung erwarten. Bedenkt man aber, daß bisher **gar kein** Anhaltspunkt bestand, um irgend etwas über den Temperaturcharakter kommender Jahreszeiten vorauszusagen, daß bei jeder Jahreszeit — wie aus Tabelle 9 hervorgeht — mit einer Wahrscheinlichkeit von $12\frac{1}{2}$ Proz. damit gerechnet werden mußte, daß sie sehr kalt oder sehr warm sein werde, ohne daß aber irgend eine Möglichkeit bestanden hätte, den Eintritt des einen Extrems für wahrscheinlicher zu halten als den des anderen, so muß es doch als ein gar nicht so unbedeutender Fortschritt anerkannt werden, daß es auf Grund der vorliegenden Untersuchung — unter der Voraussetzung, daß die nötigen Nachrichten rechtzeitig eingehen — für den Sommer meistens, für die übrigen Jahreszeiten immer möglich ist, das Nichteintreten eines von beiden Extremen mit so hoher Eintreffwahrscheinlichkeit vorauszusagen, daß unter nahezu 200 derartigen Voraussagen eine einzige Fehlvorhersage zu erwarten ist. Ebenso ist es ein Fortschritt, wenn in mehr als einem Drittel der Fälle die Temperaturabweichung, soweit sie die Grenze der „ziemlich normalen“ Temperatur überschreitet, wenigstens dem Sinne nach im voraus angegeben werden kann und wenn von diesen Vorhersagen nicht einmal 10 Proz. — also weniger als bei der täglichen Wettervorhersage — nicht eintreffen. Daß in den Übergangsjahreszeiten, besonders im Frühjahr, eine Vorhersage des Temperaturcharakters der Monate für die Praxis wertvoller wäre als eine solche für die ganze Jahreszeit, ist sicher. Man muß aber eben auch in dieser Hinsicht im Auge behalten, daß es sich bei vorliegender Arbeit nur um einen Anfang in der systematischen Bearbeitung des Problems der langfristigen Wettervorhersage handelt. Für einen solchen war es aber richtiger, die Grundlagen zur Vorhersage des Temperaturcharakters noch größerer Zeiträume, als es die Monate sind, zu schaffen.

V. Zusammenfassung und Ausblick.

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung läßt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Der Temperaturcharakter der Jahreszeiten in Deutschland ist in hohem Maße von der Gesamtwitterungsvorgeschichte abhängig.

2. Mittels der Methode der kleinsten Quadrate gelingt es, Beziehungsgleichungen aufzustellen, die es gestatten, in den dem grundlegenden Beobachtungszeitraum folgenden Jahren den Temperaturcharakter der Jahreszeiten wenigstens insoweit anzugeben, daß mit ziemlicher Sicherheit das Nichteintreten eines von beiden Temperaturextremen, in vielen Fällen auch noch mit befriedigender Eintreffwahrscheinlichkeit der Sinn der Temperaturabweichung vorausgesagt werden kann. Die Voraussage ist — im Gegensatz zur bisher geübten täglichen Wettervorhersage — unabhängig von der subjektiven Auffassung und Verfassung des Prognosenstellers, ihre Methode ist lehrbar.

Der systematischen Fortführung dieser Untersuchungen erwachsen als nächste Aufgaben:

1. Die Schaffung ähnlicher Grundlagen für die Vorhersage des Niederschlagscharakters der Jahreszeiten (wegen der räumlichen Veränderlichkeit desselben aber für mehrere Teilgebiete Deutschlands),
2. die physikalische Erklärung der aufgefundenen Beziehungen,
3. die Schaffung von Grundlagen für die Vorhersage des Witterungscharakters der Monate.

Anhang.

Schriftennachweis.

Tabellen der Abweichungen der Monatsmittel
vom 50jährigen Mittelwert.

Schriftennachweis.

1. Aufsess, O. Frhr. von u. zu: Kosmische Einflüsse auf die Luftdruckverteilung über Mitteleuropa (Deutsches Meteorol. Jahrbuch für Bayern 1924, Anhang H).
2. Baur, F.: Witterungsperioden I (Mitteilungen der Wetter- und Sonnenwarte St. Blasien, Heft 3. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges., 1924).
3. Baur, F.: Statistische Untersuchungen über Auswirkungen und Bedingungen der großen Störungen der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation (Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1925, Heft 1 und 8).
4. Baur, F.: Die Verwendung der Korrelationsmethode in der Meteorologie (Meteorol. Zeitschrift 1925, S. 247 bis 250).
5. Baur, F.: Ein Beitrag zur praktischen Anwendung der Korrelationsmethode (Meteorol. Zeitschrift 1921, S. 279).
6. Baur, F.: Mehrjährige periodische Schwankungen des Niederschlags und des Luftdrucks im rechtsrheinischen Bayern (Deutsches Meteorol. Jahrbuch für Bayern 1922, Anhang D).
7. Bruns, H.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmaßlehre. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1906.
8. Czuber, E.: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Bd. 1. 4. Aufl. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1924.
9. Defant, A.: Die Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation über dem Nordatlantischen Ozean im 25jährigen Zeitraum 1881 bis 1905 (Geografiska Annaler 1924, Heft 1).
10. Humphreys, W. J.: Physics of the air. Philadelphia, J. B. Lipincott Co., 1920.
11. Meinardus, W.: Der mitteleuropäische Winter und seine Beziehungen zum Golfstrom (Das Wetter 1899, Heft 1).
12. Okada, T.: On the possibility of forecasting the summer temperature and the approximate yield of rice-crops for northern Japan (Bulletin of the Centr. Meteorolog. Observatory of Japan, Vol. III, Nr. 1, p. 19—32).
13. Pearson, Ch. und L. N. G. Filon: Mathematical Contributions to the Theory of Evolution (Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A, Vol. 191. London 1898).
14. Schmauss, A.: Gegen die langfristigen Wetterprognosen (Meteorol. Zeitschrift 1923, S. 184 bis 185).
15. Schmauss, A.: Die Temperaturwirkung von Niederschlägen (Meteorol. Zeitschrift 1922, S. 17 bis 18).
16. Walker, G. T.: Correlation in seasonal variations of weather VII (Memoirs of the Indian Met. Dep., Vol. 23, Part II).
17. Walker, G. T.: Correlation in seasonal variations of weather VIII (Memoirs of the Indian Met. Dep., Vol. 24, Part IV).
18. Werner, F.: Beiträge zur Kollektivmaßlehre (Wundt, Philosophische Studien, Bd. 14).

1890/91, 1894/95, 1909/10, 1917/18 und 1923/24), im Frühling in sieben Fällen (1877, 1883, 1887, 1912, 1914, 1918 und 1921), im Sommer in acht Fällen (1875, 1876, 1902, 1907, 1911, 1913, 1917 und 1921), im Herbst in acht Fällen (1883, 1886, 1888, 1889, 1911, 1912 und 1915) nicht innerhalb der Grenzen lag, zwischen denen sie mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zu erwarten war. Da jedoch bei einer solchen Eintreffwahrscheinlichkeit bei 196 Vorhersagen 31 Fehlvorhersagen zulässig sind, so ist die Zahl von im ganzen 29 außerhalb der vorausgesagten Grenzen fallenden Abweichungen ganz entsprechend. Im Winter, Frühling und Herbst fallen auf die erste und zweite Hälfte des ganzen Beobachtungszeitraumes fast genau gleich viel derartiger Nichttreffer, im Sommer dagegen fallen in die erste Hälfte (1875 bis 1899) zwei, in die zweite Hälfte (1900 bis 1924) sechs Nichttreffer. Vergleicht man aber die Vorzeichen der berechneten und beobachteten Abweichungen, so finden sich im Sommer in der ersten Hälfte sieben, in der zweiten acht Nichtübereinstimmungen. Es läßt sich also die gegenüber der ersten Hälfte größere Zahl von Fällen, in denen im Sommer die für 84 Proz. Wahrscheinlichkeit angegebenen Grenzen in der zweiten Hälfte überschritten wurden, nicht so deuten, als ob die der Rechnung zugrunde liegenden Beziehungen sich geändert hätten, vielmehr erscheint die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung als befriedigend gleichmäßig über den ganzen Zeitraum verteilt.

Die Vorhersage, daß die Jahreszeit weder sehr kalt noch sehr warm sein werde, wäre mit 96 Proz. Wahrscheinlichkeit für den Winter in zwei, für den Frühling in vier, für den Herbst in drei Fällen möglich gewesen, in allen übrigen Jahren hätte wenigstens eines von beiden Extremen für Winter, Frühjahr und Herbst als mit mindestens 96 Proz. Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen bezeichnet werden können. Im Sommer konnte in 43 Fällen eines der beiden Extreme als nicht eintretend mit mindestens 96 Proz. Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden. Die Ausschließung eines Extrems mit mindestens 98 Proz. Wahrscheinlichkeit wäre für den Winter 31 mal, für den Frühling 37 mal, für den Sommer 32 mal, für den Herbst 40 mal möglich gewesen. Alle diese Vorhersagen wären — wenn man als sehr kalte bzw. sehr warme Jahreszeiten solche bezeichnet, deren Abweichung größer als 1,5 σ ist — mit einer einzigen Ausnahme (Herbst 1915) eingetroffen.

Es wären ferner — immer unter der Voraussetzung, daß die Beziehungsgleichungen schon aus einem früheren Beobachtungszeitraum bekannt gewesen wären — mit mindestens 84 Proz. (in manchen Fällen mit einer erheblich größeren) Eintreffwahrscheinlichkeit folgende Vorhersagen möglich gewesen:

Winter	zu mild oder ziemlich normal:	1898/99, 1901/02, 1913/14, 1918/19, 1920/21, 1922/23,
"	" kalt " " " :	1874/75, 1888/89, 1893/94, 1895/96, 1896/97, 1900/01, 1909/10,
"	" mild:	1914/15, 1915/16, 1919/20,
"	" kalt:	1892/93, 1917/18;
Frühling	" warm oder ziemlich normal:	1897, 1898, 1906,
"	" kalt " " " :	1879, 1888, 1901, 1902, 1917,
"	" warm:	1882, 1894, 1903, 1916, 1920,
"	" kalt:	1875, 1881, 1885, 1892, 1895, 1900;
Sommer	" warm oder ziemlich normal:	1881, 1893, 1896, 1901, 1905, 1910, 1911, 1912, 1917,
"	" kühl " " " :	1876, 1880, 1890, 1898, 1903, 1916, 1921,
"	" warm:	1877, 1887,
"	" kühl:	1882, 1913, 1923;
Herbst	" warm oder ziemlich normal:	1888, 1889, 1891, 1895, 1916, 1917,
"	" kalt " " " :	1881, 1883, 1885, 1899, 1902, 1905, 1908, 1910, 1912, 1918, 1920, 1922,
"	" warm:	1878, 1882, 1903, 1906, 1913,
"	" kalt:	1875, 1879, 1887.

Von diesen 84 Vorhersagen wären nur acht, also kaum 10 Proz., nicht eingetroffen, und zwar die Vorhersagen für Winter 1909/10 und 1917/18, Sommer 1876 und 1921 und Herbst 1883, 1888, 1889 und 1899.

Ein Beweis für die Richtigkeit der gemachten Voraussetzung, daß die den Beziehungsgleichungen zugrunde liegenden Beziehungen nicht nur für den untersuchten Zeitraum, sondern von dauernder Gültigkeit seien, kann heute noch nicht erbracht werden. Zwar spricht wohl die Gleichmäßigkeit der Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung während des ganzen Zeitraumes 1875 bis 1922 (1924) dafür, daß die verwendeten Beziehungen wohl auch vorher bestanden haben und noch weiterhin bestehen werden; ein Beweis für diese Annahme kann darin jedoch nicht erblickt werden. Die Untersuchungen des Abschnittes I haben ja auch gezeigt, daß sehr wahrscheinlich manche der Beziehungen auf periodische Schwankungen zurückzuführen sind. Da die kürzeren Perioden vielfach in großen Perioden Phase und Amplitude verändern, so ist es leicht möglich, daß wenigstens ein Teil der Beziehungen in einem früheren oder in einem späteren 50 jährigen Zeitraum durch andere abgelöst wird. Es wäre daher verfehlt, es als sicher zu betrachten, daß die gefundenen Beziehungsgleichungen auch für die nächsten 50 Jahre Gültigkeit hätten. Da den Beziehungen aber dennoch eine physikalische Bedeutung zukommt, so ist wenigstens die Annahme zulässig, daß Zusammenhänge, welche die Witterungsschwankungen eines 50 jährigen Zeitraumes beherrscht haben, auch noch in den darauffolgenden 3 bis 5 Jahren bestehen werden. Daraus läßt sich die Berechtigung ableiten, die gewonnenen Beziehungsgleichungen für die nächsten Jahre zu Vorhersagen des Temperaturcharakters zu benutzen. Späterhin ist so zu verfahren, daß die Beziehungsgleichungen unter Hinzunahme der jüngsten Beobachtungen alljährlich neu berechnet werden, bis einmal mindestens 60 jährige homogene Beobachtungen vorliegen. Dann können die Beziehungen für die beiden Hälften des ganzen Zeitraumes getrennt berechnet und zur Aufstellung der Beziehungsgleichungen nur jene Korrelationen verwendet werden, die in beiden Zeiträumen annähernd gleich stark in die Erscheinung treten.

An einigen bereits verflossenen Jahreszeiten, die aber bei der Aufstellung der Beziehungsgleichungen nicht mehr Verwendung fanden, können wir aus der Erfahrung heraus nachprüfen, ob die oben gezogene Schlußfolgerung, daß die Gleichungen für die auf den grundlegenden Beobachtungszeitraum unmittelbar folgenden Jahre zur Vorhersage verwendet werden können, richtig ist. Leider sind mir jedoch einige Daten bis zum Abschluß der Arbeit nicht bekannt geworden, so daß der Vergleich zwischen Vorhersage und Erfahrung nur mit fünf Jahreszeitvorhersagen durchgeführt werden kann.

1. Voraussage des Temperaturcharakters des Frühlings 1923.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	X/XI 1922	vom 48 jähr. Mittel: $-1,80^{\circ}\text{C}$,
„ „ „ von Alten u. Vardö	I/III 1922	„ „ „ $+0,23^{\circ}\text{C}$,
„ „ „ Westgrönlands	VIII/X 1922	„ „ „ $-0,07^{\circ}\text{C}$,
„ „ Luftdruckmittels von Bombay	X/XII 1922	„ „ „ $0,000\text{ engl. Zoll Hg}$,
„ „ Temperaturmittels Westgrönlands	XII/II 1922/23	„ „ „ $+1,43^{\circ}\text{C}$,
„ der Luftdruckdifferenz P. D.-Island	XII/II 1922/23	„ „ „ $+5,3\text{ mm Hg}$.

Daher nach (15) $y = +0,47^{\circ}\text{C}$.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Frühlingstemperatur 1923 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $+1,63^{\circ}\text{C}$ und $-0,69^{\circ}\text{C}$; Frühling mit 99 Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr kalt, mit $83\frac{1}{2}$ Proz. Wahrscheinlichkeit zu warm oder ziemlich normal.

Wirkliche Abweichung: $+0,2^{\circ}\text{C}$. Vorhersage vollkommen eingetroffen.

2. Voraussage des Temperaturcharakters des Herbstes 1923.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	IX/X 1922	vom 48 jähr. Mittel: $-2,20^{\circ}\text{C}$,
„ „ „ von Alten u. Vardö	IX/X 1922	„ „ „ $+2,07^{\circ}\text{C}$,
„ „ „ östl. Nordamerikas	XI/I 1922/23	„ „ „ $+3,17^{\circ}\text{F}$,
„ der Luftdruckdifferenz P. D.-Island	V/VII 1923	„ „ „ $+2,0\text{ mm Hg}$.

Daher nach (17) $y = +0,20^{\circ}\text{C}$.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Herbsttemperatur 1923 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $+1,23^{\circ}\text{C}$ und $-0,83^{\circ}\text{C}$; Herbst mit 98 Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr kalt, mit 92 Proz. Wahrscheinlichkeit weder sehr kalt noch sehr warm, mit 75 Proz. Wahrscheinlichkeit zu warm oder ziemlich normal.

Wirkliche Abweichung: $+0,9^{\circ}\text{C}$. Vorhersage vollkommen eingetroffen.

3. Voraussage des Temperaturcharakters des Herbstes 1924.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	IX/X 1923	vom 48 jähr. Mittel:	$+1,40^{\circ}\text{C}$,
" " "	von Alten u. Vardö	IX/X 1923	" " " $+1,02^{\circ}\text{C}$,
" " "	östl. Nordamerikas	XI/I 1923/24	" " " $+1,57^{\circ}\text{F}$,
" der Luftdruckdifferenz P. D.-Island } (nach den Wetterkarten der Deutschen Seewarte)	V/VII 1924	" " "	$+0,73\text{ mm Hg.}$

Daher nach (17) $y = -0,55^{\circ}\text{C}$.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Herbsttemperatur 1924 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $+0,48^{\circ}\text{C}$ und $-1,58^{\circ}\text{C}$; Herbst mit $99\frac{1}{2}$ Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr warm, mit $87\frac{1}{2}$ Proz. Wahrscheinlichkeit zu kalt oder ziemlich normal.

Wirkliche Abweichung: $+0,6^{\circ}\text{C}$. Vorhersage bezüglich des nicht sehr warmen Herbstes eingetroffen, im übrigen nicht eingetroffen.

4. Voraussage des Temperaturcharakters des Sommers 1925.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	VIII/X 1924	vom 50 jähr. Mittel:	$+0,23^{\circ}\text{C}$,
" " "	östl. Nordam.	XI/XII 1924	" " " $-1,30^{\circ}\text{F}$,
" " Luftdruckmittels Argentiniens	XII/V 1924/25	" " "	$-0,45\text{ mm Hg}$,
" " " von Bombay	IV/V 1925	" " "	$-0,016\text{ engl. Zoll Hg.}$

Daher nach (16) $y = -0,28^{\circ}\text{C}$.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Sommertemperatur 1925 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $+0,69^{\circ}\text{C}$ und $-1,24^{\circ}\text{C}$; Sommer mit 98 Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr warm, mit 89 Proz. Wahrscheinlichkeit weder sehr warm noch sehr kühl.

Wirkliche Abweichung: $+0,1^{\circ}\text{C}$. Vorhersage vollkommen eingetroffen.

5. Voraussage des Temperaturcharakters des Herbstes 1925.

Abweichung des Temperaturmittels Deutschlands	IX/X 1924	vom 48 jähr. Mittel:	$+1,05^{\circ}\text{C}$,
" " "	von Alten u. Vardö	IX/X 1924	" " " $+2,62^{\circ}\text{C}$,
" " "	östl. Nordamerikas	XI/I 1924/25	" " " $-0,90^{\circ}\text{F}$,
" der Luftdruckdifferenz P. D.-Island } (nach den Wetterkarten der Deutschen Seewarte)	V/VII 1925	" " "	$+3,5\text{ mm Hg.}$

Daher nach (17) $y = -1,18^{\circ}\text{C}$.

Vorhersage: Abweichung der mittleren Herbsttemperatur 1925 mit 84 Proz. Wahrscheinlichkeit zwischen $-0,15^{\circ}\text{C}$ und $-2,21^{\circ}\text{C}$; Herbst mit 99,9 Proz. Wahrscheinlichkeit nicht sehr warm, mit $94\frac{1}{2}$ Proz. Wahrscheinlichkeit zu kalt.

Die wirkliche Abweichung der Herbsttemperatur 1925 kann noch nicht genau angegeben werden, da bei Abschluß der Arbeit der vom Preußischen Meteorologischen Institut herausgegebene Witterungsbericht für Oktober und November 1925 noch nicht veröffentlicht war. Nach den täglichen Wetterberichten der Deutschen Seewarte und den Wetterkarten der übrigen Wetterdienststellen ist es jedoch sicher, daß die Durchschnittstemperatur des Herbstes 1925 in Deutschland um mehr als $0,15^{\circ}\text{C}$ unter der normalen lag, infolge der ausgiebigen Wärmerückfälle Anfang Oktober und im letzten Oktoberdrittel aber auch nicht um mehr als $2,0^{\circ}\text{C}$ darunter lag. In Berlin-Außenstadt betrug die Temperaturabweichung des Herbstes 1925 $-0,9^{\circ}\text{C}$. Die Vorhersage ist also vollkommen eingetroffen.

Tabelle 9.
Vergleich der berechneten und der wirklich beobachteten Temperaturabweichungen.

Jahr	Winter		Jahr	Frühling		Sommer		Herbst	
	berechnet	beobachtet		berechnet	beobachtet	berechnet	beobachtet	berechnet	beobachtet
1874/75	- 1,125	- 1,6	1875	- 1,243	- 1,0	+ 0,084	+ 1,3	- 1,308	- 1,0
1875/76	- 0,663	- 1,6	1876	+ 0,027	- 0,5	- 0,539	+ 0,9	+ 0,116	- 0,3
1876/77	+ 0,092	+ 1,9	1877	- 0,389	- 1,7	+ 0,921	+ 1,0	- 0,405	- 0,4
1877/78	- 0,188	+ 0,9	1878	+ 0,348	+ 0,6	+ 0,124	- 0,2	+ 0,911	+ 0,9
1878/79	+ 0,608	- 1,0	1879	- 0,783	- 1,6	- 0,160	- 0,3	- 0,898	- 0,6
1879/80	- 0,273	- 3,5	1880	+ 0,057	+ 0,3	- 0,645	+ 0,2	+ 0,251	+ 0,4
1880/81	+ 0,026	- 0,7	1881	- 1,206	- 1,3	+ 0,483	+ 0,2	- 0,451	- 0,7
1881/82	+ 0,133	+ 1,0	1882	+ 0,959	+ 1,0	- 0,876	- 0,9	+ 0,792	+ 0,4
1882/83	+ 0,751	+ 0,7	1883	- 0,316	- 2,1	- 0,363	0,0	- 0,495	+ 0,6
1883/84	+ 0,372	+ 2,2	1884	- 0,115	- 0,1	- 0,041	- 0,4	- 0,030	- 0,4
1884/85	+ 0,564	+ 0,5	1885	- 0,990	- 0,4	+ 0,219	- 0,3	- 0,520	- 0,6
1885/86	- 0,550	- 1,6	1886	- 0,261	- 0,4	- 0,407	- 0,5	+ 0,413	+ 1,5
1886/87	- 0,185	- 1,2	1887	- 0,154	- 1,5	+ 0,696	0,0	- 0,747	- 1,1
1887/88	- 0,114	- 1,8	1888	- 0,579	- 1,5	- 0,149	- 1,1	+ 0,700	- 0,7
1888/89	- 1,107	- 1,6	1889	+ 0,364	+ 0,1	- 0,119	+ 0,6	+ 0,578	- 0,8
1889/90	+ 0,003	- 0,6	1890	+ 0,439	+ 0,9	- 0,611	- 0,8	+ 0,108	- 0,3
1890/91	- 0,152	- 3,5	1891	- 0,480	- 0,6	- 0,072	- 0,9	+ 0,630	+ 0,6
1891/92	- 0,074	+ 0,1	1892	- 0,942	- 1,0	- 0,092	+ 0,1	+ 0,003	- 0,2
1892/93	- 2,491	- 2,7	1893	+ 0,094	+ 0,7	+ 0,521	+ 0,4	+ 0,211	+ 0,1
1893/94	- 0,978	+ 0,1	1894	+ 1,139	+ 1,2	+ 0,221	+ 0,6	+ 0,095	- 0,3
1894/95	- 0,740	- 3,1	1895	- 1,031	- 0,1	+ 0,208	+ 0,4	+ 0,658	+ 0,9
1895/96	- 1,037	- 0,4	1896	+ 0,049	- 0,2	+ 0,483	0,0	- 0,195	- 0,4
1896/97	- 1,380	- 0,8	1897	+ 0,679	+ 0,3	- 0,170	+ 0,7	+ 0,181	- 0,7
1897/98	+ 0,755	+ 1,6	1898	+ 0,580	- 0,1	- 0,529	- 0,5	+ 0,270	+ 0,8
1898/99	+ 1,371	+ 2,6	1899	+ 0,115	- 0,3	- 0,004	0,0	- 0,493	+ 1,0
1899/00	+ 0,585	- 0,5	1900	- 0,922	- 1,5	+ 0,248	+ 0,8	+ 0,283	+ 1,3
1900/01	- 1,062	- 1,6	1901	- 0,526	+ 0,3	+ 0,459	+ 0,8	- 0,246	+ 0,4
1901/02	+ 0,950	+ 1,1	1902	- 0,651	- 0,9	+ 0,158	- 0,9	- 0,607	- 1,2
1902/03	+ 0,153	+ 0,6	1903	+ 1,024	+ 0,4	- 0,472	- 0,5	+ 1,000	+ 1,2
1903/04	+ 0,115	- 0,1	1904	+ 0,103	+ 0,4	+ 0,254	+ 0,6	- 0,176	- 0,2
1904/05	- 0,314	+ 0,7	1905	- 0,392	+ 0,2	+ 0,630	+ 1,4	- 0,616	- 1,1
1905/06	+ 0,773	+ 1,1	1906	+ 0,646	+ 0,7	- 0,085	+ 0,1	+ 0,888	+ 1,4
1906/07	- 0,066	- 1,2	1907	+ 0,114	- 0,1	+ 0,359	- 1,0	- 0,253	+ 1,2
1907/08	- 0,595	+ 0,2	1908	+ 0,338	- 0,3	+ 0,381	+ 0,2	- 0,643	- 1,0
1908/09	- 0,671	- 1,6	1909	+ 0,444	- 0,7	- 0,056	- 0,9	+ 0,182	+ 0,4
1909/10	- 1,048	+ 2,3	1910	+ 0,399	+ 0,6	+ 0,443	- 0,1	- 0,599	- 0,2
1910/11	- 0,620	+ 1,1	1911	+ 0,413	+ 0,9	+ 0,446	+ 1,7	- 0,087	+ 1,3
1911/12	- 0,298	+ 1,0	1912	- 0,443	+ 0,8	+ 0,442	- 0,1	- 0,490	- 2,0
1912/13	- 0,001	+ 1,5	1913	+ 0,353	+ 1,5	- 0,895	- 1,9	+ 1,115	+ 1,5
1913/14	+ 1,125	+ 0,9	1914	- 0,380	+ 1,1	+ 0,264	+ 0,5	- 0,044	- 0,2
1914/15	+ 1,952	+ 1,7	1915	+ 0,183	- 0,4	+ 0,075	+ 0,1	+ 0,165	- 1,4
1915/16	+ 1,561	+ 2,8	1916	+ 1,235	+ 1,1	- 0,554	- 1,2	+ 0,710	+ 0,3
1916/17	- 0,072	- 1,4	1917	- 0,573	- 1,2	+ 0,461	+ 1,5	+ 0,553	+ 1,0
1917/18	- 1,823	+ 0,2	1918	+ 0,106	+ 1,7	- 0,250	- 1,0	- 0,536	+ 0,1
1918/19	+ 1,035	+ 1,4	1919	- 0,037	- 0,7	- 0,237	- 0,9	- 0,195	- 0,9
1919/20	+ 2,023	+ 2,0	1920	+ 1,674	+ 2,6	+ 0,198	- 0,1	- 0,558	- 1,0
1920/21	+ 1,390	+ 2,0	1921	+ 0,286	+ 1,9	- 0,491	+ 0,8	- 0,152	+ 0,1
1921/22	+ 0,688	- 1,2	1922	+ 0,219	0,0	+ 0,153	- 0,4	- 0,673	- 1,7
1922/23	+ 1,052	+ 1,5	1923	—	—	- 0,721	- 1,1	—	—
1923/24	- 0,438	- 2,6	1924	—	—	- 0,364	- 0,6	—	—

Die Übereinstimmung zwischen Voraussagen und wirklich eingetretener Temperaturabweichung ist befriedigend. Die eine Fehlvorhersage (für Herbst 1924) steht im Einklang mit den angegebenen Eintreffwahrscheinlichkeiten. Es ist also tatsächlich möglich, auf Grund von Beziehungsgleichungen, die nach der Methode der kleinsten Quadrate aus ein halbes Jahrhundert umfassenden Beobachtungen des Weltwetters gewonnen sind, den Temperaturcharakter der Jahreszeiten in Deutschland in den dem Beobachtungszeitraum folgenden Jahren wenigstens in großen Zügen aus der Witterungsvorgeschichte vorauszuberechnen.

Es fragt sich jetzt nur noch, ob für die Praxis solche den Temperaturcharakter immerhin nur ungefähr kennzeichnende Vorhersagen überhaupt einen Wert haben. Es ist selbstverständlich, daß wir als Ziel der langfristigen Wettervorhersage wesentlich mehr im Auge haben als die Vorhersagen, die auf Grund der vorliegenden Untersuchung möglich sind. Man kann ja auch von einem ersten Versuch, das bedeutungsvolle Problem in systematischer Weise zu bearbeiten, nicht seine Lösung erwarten. Bedenkt man aber, daß bisher **gar kein** Anhaltspunkt bestand, um irgend etwas über den Temperaturcharakter kommender Jahreszeiten vorauszusagen, daß bei jeder Jahreszeit — wie aus Tabelle 9 hervorgeht — mit einer Wahrscheinlichkeit von $12\frac{1}{2}$ Proz. damit gerechnet werden mußte, daß sie sehr kalt oder sehr warm sein werde, ohne daß aber irgend eine Möglichkeit bestanden hätte, den Eintritt des einen Extrems für wahrscheinlicher zu halten als den des anderen, so muß es doch als ein gar nicht so unbedeutender Fortschritt anerkannt werden, daß es auf Grund der vorliegenden Untersuchung — unter der Voraussetzung, daß die nötigen Nachrichten rechtzeitig eingehen — für den Sommer meistens, für die übrigen Jahreszeiten immer möglich ist, das Nichteintreten eines von beiden Extremen mit so hoher Eintreffwahrscheinlichkeit vorauszusagen, daß unter nahezu 200 derartigen Voraussagen eine einzige Fehlvorhersage zu erwarten ist. Ebenso ist es ein Fortschritt, wenn in mehr als einem Drittel der Fälle die Temperaturabweichung, soweit sie die Grenze der „ziemlich normalen“ Temperatur überschreitet, wenigstens dem Sinne nach im voraus angegeben werden kann und wenn von diesen Vorhersagen nicht einmal 10 Proz. — also weniger als bei der täglichen Wettervorhersage — nicht eintreffen. Daß in den Übergangsjahreszeiten, besonders im Frühjahr, eine Vorhersage des Temperaturcharakters der Monate für die Praxis wertvoller wäre als eine solche für die ganze Jahreszeit, ist sicher. Man muß aber eben auch in dieser Hinsicht im Auge behalten, daß es sich bei vorliegender Arbeit nur um einen Anfang in der systematischen Bearbeitung des Problems der langfristigen Wettervorhersage handelt. Für einen solchen war es aber richtiger, die Grundlagen zur Vorhersage des Temperaturcharakters noch größerer Zeiträume, als es die Monate sind, zu schaffen.

V. Zusammenfassung und Ausblick.

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung läßt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Der Temperaturcharakter der Jahreszeiten in Deutschland ist in hohem Maße von der Gesamtwitterungsvorgeschichte abhängig.

2. Mittels der Methode der kleinsten Quadrate gelingt es, Beziehungsgleichungen aufzustellen, die es gestatten, in den dem grundlegenden Beobachtungszeitraum folgenden Jahren den Temperaturcharakter der Jahreszeiten wenigstens insoweit anzugeben, daß mit ziemlicher Sicherheit das Nichteintreten eines von beiden Temperaturextremen, in vielen Fällen auch noch mit befriedigender Eintreffwahrscheinlichkeit der Sinn der Temperaturabweichung vorausgesagt werden kann. Die Voraussage ist — im Gegensatz zur bisher geübten täglichen Wettervorhersage — unabhängig von der subjektiven Auffassung und Verfassung des Prognosenstellers, ihre Methode ist lehrbar.

Der systematischen Fortführung dieser Untersuchungen erwachsen als nächste Aufgaben:

1. Die Schaffung ähnlicher Grundlagen für die Vorhersage des Niederschlagscharakters der Jahreszeiten (wegen der räumlichen Veränderlichkeit desselben aber für mehrere Teilgebiete Deutschlands),
2. die physikalische Erklärung der aufgefundenen Beziehungen,
3. die Schaffung von Grundlagen für die Vorhersage des Witterungscharakters der Monate.

Anhang.

Schriftennachweis.

Tabellen der Abweichungen der Monatsmittel
vom 50jährigen Mittelwert.

Schriftennachweis.

1. Aufsess, O. Frhr. von u. zu: Kosmische Einflüsse auf die Luftdruckverteilung über Mitteleuropa (Deutsches Meteorol. Jahrbuch für Bayern 1924, Anhang H).
2. Baur, F.: Witterungsperioden I (Mitteilungen der Wetter- und Sonnenwarte St. Blasien, Heft 3. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges., 1924).
3. Baur, F.: Statistische Untersuchungen über Auswirkungen und Bedingungen der großen Störungen der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation (Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1925, Heft 1 und 8).
4. Baur, F.: Die Verwendung der Korrelationsmethode in der Meteorologie (Meteorol. Zeitschrift 1925, S. 247 bis 250).
5. Baur, F.: Ein Beitrag zur praktischen Anwendung der Korrelationsmethode (Meteorol. Zeitschrift 1921, S. 279).
6. Baur, F.: Mehrjährige periodische Schwankungen des Niederschlags und des Luftdrucks im rechtsrheinischen Bayern (Deutsches Meteorol. Jahrbuch für Bayern 1922, Anhang D).
7. Bruns, H.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmaßlehre. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1906.
8. Czuber, E.: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Bd. 1. 4. Aufl. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1924.
9. Defant, A.: Die Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation über dem Nordatlantischen Ozean im 25jährigen Zeitraum 1881 bis 1905 (Geografiska Annaler 1924, Heft 1).
10. Humphreys, W. J.: Physics of the air. Philadelphia, J. B. Lipincott Co., 1920.
11. Meinardus, W.: Der mitteleuropäische Winter und seine Beziehungen zum Golfstrom (Das Wetter 1899, Heft 1).
12. Okada, T.: On the possibility of forecasting the summer temperature and the approximate yield of rice-crops for northern Japan (Bulletin of the Centr. Meteorolog. Observatory of Japan, Vol. III, Nr. 1, p. 19—32).
13. Pearson, Ch. und L. N. G. Filon: Mathematical Contributions to the Theory of Evolution (Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A, Vol. 191. London 1898).
14. Schmauss, A.: Gegen die langfristigen Wetterprognosen (Meteorol. Zeitschrift 1923, S. 184 bis 185).
15. Schmauss, A.: Die Temperaturwirkung von Niederschlägen (Meteorol. Zeitschrift 1922, S. 17 bis 18).
16. Walker, G. T.: Correlation in seasonal variations of weather VII (Memoirs of the Indian Met. Dep., Vol. 23, Part II).
17. Walker, G. T.: Correlation in seasonal variations of weather VIII (Memoirs of the Indian Met. Dep., Vol. 24, Part IV).
18. Werner, F.: Beiträge zur Kollektivmaßlehre (Wundt, Philosophische Studien, Bd. 14).

Tabelle 10. Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur Deutschlands (10 Stationen) in °C
vom 54jährigen Mittel 1870 bis 1923.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1870	+ 0,4	- 5,8	- 2,4	+ 0,2	+ 0,4	- 0,4	+ 1,0	- 0,8	- 1,2	- 0,2	+ 0,9	- 5,5
1871	- 4,8	- 2,2	+ 1,7	- 0,8	- 2,9	- 2,6	+ 0,2	+ 0,8	+ 0,3	- 2,6	- 2,4	- 4,3
1872	+ 1,0	+ 0,4	+ 1,6	+ 1,8	+ 0,9	0	+ 0,9	- 0,7	+ 1,2	+ 1,8	+ 2,9	+ 1,8
1873	+ 3,6	- 0,9	+ 1,3	- 1,0	- 2,3	+ 0,5	+ 1,5	+ 1,3	- 0,6	+ 1,6	+ 1,0	+ 1,3
1874	+ 2,4	0	0	+ 1,4	- 3,2	0	+ 2,1	- 1,2	+ 1,9	+ 1,5	- 2,0	- 1,7
1875	+ 1,6	- 4,5	- 3,0	- 0,7	+ 0,8	+ 1,7	+ 0,1	+ 2,0	+ 0,2	- 2,0	- 1,3	- 2,7
1876	- 2,8	+ 0,9	+ 0,8	+ 1,2	- 3,5	+ 1,1	+ 0,6	+ 1,1	- 0,6	+ 2,0	- 2,3	+ 0,6
1877	+ 3,1	+ 2,3	- 1,5	- 1,4	- 2,3	+ 2,2	- 0,2	+ 0,9	- 2,8	- 1,1	+ 2,8	+ 0,4
1878	+ 0,6	+ 2,0	- 0,2	+ 1,5	+ 0,6	+ 0,1	- 1,3	+ 0,6	+ 1,1	+ 1,5	+ 0,1	- 1,2
1879	- 1,8	+ 0,3	- 1,8	- 1,2	- 1,8	+ 0,3	- 2,1	+ 0,8	+ 0,9	- 0,4	- 2,3	- 7,8
1880	- 2,2	- 0,2	+ 0,4	+ 1,4	- 1,0	- 0,3	+ 0,6	+ 0,3	+ 1,0	- 0,6	+ 0,7	+ 3,3
1881	- 4,7	- 0,5	- 0,8	- 3,1	- 0,1	- 0,4	+ 1,4	- 0,5	- 1,1	- 3,2	+ 2,2	+ 0,6
1882	+ 1,3	+ 1,4	+ 2,9	+ 0,4	- 0,2	- 1,2	- 0,1	- 1,4	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,6	+ 0,2
1883	+ 0,3	+ 1,8	- 4,8	- 1,6	+ 0,1	+ 0,8	- 0,4	- 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 1,0	+ 0,6
1884	+ 3,7	+ 2,5	+ 1,2	- 1,7	+ 0,2	- 2,3	+ 1,0	+ 0,1	+ 1,1	- 0,3	- 1,9	+ 1,6
1885	- 2,2	+ 2,5	- 0,6	+ 1,7	- 2,2	+ 1,1	+ 0,1	- 2,1	- 0,5	- 0,6	- 0,8	- 0,6
1886	- 0,5	- 3,3	- 3,2	+ 1,4	+ 0,5	- 1,3	- 0,6	+ 0,4	+ 1,9	+ 0,8	+ 1,8	+ 0,7
1887	- 2,9	- 1,0	- 2,2	- 0,2	- 2,0	- 0,6	+ 1,5	- 0,8	- 0,6	- 2,5	- 0,1	- 0,9
1888	- 1,5	- 2,8	- 2,7	- 1,6	- 0,1	+ 0,2	- 2,3	- 1,3	- 0,4	- 1,6	- 0,1	- 0,1
1889	- 1,9	- 2,5	- 3,2	- 0,3	+ 3,9	+ 3,6	- 0,8	- 1,1	- 2,0	0	- 0,5	- 1,8
1890	+ 2,9	- 2,5	+ 1,1	- 0,1	+ 1,8	- 1,6	- 1,4	+ 0,6	+ 0,1	- 0,9	- 0,2	- 5,7
1891	- 3,5	- 1,0	- 0,4	- 2,1	+ 0,7	- 0,9	- 0,7	- 1,2	+ 0,7	+ 1,7	- 0,7	+ 1,4
1892	- 1,0	+ 0,3	- 2,5	- 0,4	0	- 0,4	- 1,1	+ 1,9	+ 0,9	- 0,8	- 0,7	- 2,1
1893	- 7,1	+ 1,4	+ 1,0	+ 1,1	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,5	- 0,6	+ 1,8	- 1,0	+ 0,1
1894	- 1,2	+ 1,7	+ 1,6	+ 2,7	- 0,6	+ 1,6	+ 0,9	- 0,8	- 2,1	- 0,2	+ 1,4	+ 0,4
1895	- 2,9	- 6,8	- 1,9	+ 1,2	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,5	+ 0,3	+ 2,1	- 0,8	+ 1,4	- 0,5
1896	0	- 0,3	+ 2,2	- 1,5	- 1,3	+ 1,4	+ 0,2	- 1,7	- 0,2	+ 0,9	- 2,0	- 0,9
1897	- 2,1	+ 0,8	+ 1,9	- 0,1	- 1,0	+ 1,5	- 0,4	+ 1,0	- 0,6	- 0,7	- 0,7	+ 0,8
1898	+ 2,9	+ 1,3	0	- 0,1	- 0,3	- 0,4	- 2,6	+ 1,6	+ 0,4	+ 0,6	+ 1,5	+ 2,9
1899	+ 3,2	+ 1,9	- 0,3	+ 0,2	- 0,8	- 1,0	+ 0,5	+ 0,4	- 0,2	- 0,2	+ 3,3	- 3,5
1900	+ 1,4	+ 1,0	- 2,5	- 0,7	- 1,2	+ 0,6	+ 1,4	+ 0,3	+ 0,7	+ 1,8	+ 1,5	+ 2,5
1901	- 3,0	- 4,1	- 1,0	+ 0,8	+ 1,0	+ 0,4	+ 1,6	+ 0,4	+ 0,4	+ 1,1	- 0,3	+ 0,9
1902	+ 3,9	- 1,1	+ 0,3	+ 0,3	- 3,2	- 0,1	- 1,2	- 1,5	- 0,8	- 1,1	- 1,8	- 2,5
1903	+ 1,1	+ 3,6	+ 2,8	- 2,8	+ 0,7	- 0,2	- 0,6	- 0,7	+ 0,7	+ 1,4	+ 1,4	- 0,9
1904	- 0,4	+ 1,2	- 0,3	+ 1,5	0	- 0,2	+ 1,7	+ 0,3	- 0,9	+ 0,3	0	+ 2,1
1905	- 1,0	+ 1,4	+ 1,5	- 1,2	+ 0,3	+ 2,0	+ 1,7	+ 0,5	- 0,1	- 3,3	+ 0,2	+ 1,0
1906	+ 2,0	+ 0,6	- 0,7	+ 1,3	+ 1,5	- 0,6	+ 0,5	+ 0,3	- 0,4	+ 1,5	+ 3,2	- 2,2
1907	+ 0,4	- 1,6	- 0,4	- 1,0	+ 1,2	- 0,4	- 2,2	- 0,4	+ 0,2	+ 3,6	- 0,1	+ 0,9
1908	- 1,3	+ 1,3	- 0,5	- 1,7	+ 1,2	+ 1,6	+ 0,5	- 1,6	- 0,9	- 0,2	- 1,9	- 0,9
1909	- 0,8	- 2,8	- 1,4	+ 0,4	- 1,2	- 1,1	- 1,8	+ 0,1	+ 0,1	+ 2,2	- 1,1	+ 1,9
1910	+ 2,5	+ 2,7	+ 0,8	+ 0,4	+ 0,7	+ 1,4	- 1,4	- 0,3	- 0,8	+ 1,0	- 0,7	+ 2,5
1911	+ 0,1	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,3	+ 1,3	- 0,3	+ 2,1	+ 3,4	+ 1,6	+ 0,5	+ 1,7	+ 2,6
1912	- 1,2	+ 1,9	+ 3,1	- 0,4	- 0,2	+ 0,4	+ 1,3	- 1,9	- 3,8	- 1,6	- 0,6	+ 2,9
1913	+ 0,4	+ 1,4	+ 3,0	+ 0,9	+ 0,5	- 0,5	- 2,2	- 1,1	- 0,2	+ 1,2	+ 3,6	+ 2,0
1914	- 2,0	+ 2,9	+ 1,7	+ 2,5	- 0,8	- 0,5	+ 1,0	+ 1,0	- 0,5	- 0,1	0	+ 3,5
1915	+ 1,1	+ 0,8	- 1,8	- 0,3	+ 1,0	+ 2,0	- 0,6	- 1,0	- 1,0	- 1,7	- 1,5	+ 3,2
1916	+ 4,6	+ 0,8	+ 1,1	+ 1,2	+ 1,1	- 2,4	- 0,9	- 0,4	- 1,0	+ 0,4	+ 1,4	+ 1,7
1917	- 1,7	- 4,0	- 3,5	- 2,8	+ 2,7	+ 3,6	+ 0,3	+ 0,6	+ 1,5	- 0,4	+ 2,0	- 1,9
1918	+ 1,5	+ 1,4	+ 0,8	+ 2,5	+ 1,8	- 2,4	- 0,3	- 0,3	+ 0,2	+ 0,2	- 0,2	+ 3,3
1919	+ 1,7	- 0,5	0	- 1,6	- 0,6	- 0,2	- 2,3	- 0,1	+ 2,2	- 1,8	- 3,0	+ 0,4
1920	+ 3,1	+ 2,9	+ 3,1	+ 2,6	+ 2,1	- 0,4	+ 0,9	- 0,8	+ 0,2	- 1,3	- 2,0	+ 0,1
1921	+ 5,2	+ 1,0	+ 2,7	+ 0,9	+ 2,0	- 0,8	+ 1,8	+ 1,4	+ 0,7	+ 2,9	- 3,4	- 0,1
1922	- 1,9	- 1,4	+ 0,3	- 1,4	+ 1,2	+ 0,6	- 1,0	- 0,7	- 1,6	- 2,8	- 0,8	+ 1,8
1923	+ 2,5	+ 0,5	+ 1,7	- 0,5	- 0,6	- 4,3	+ 1,5	- 0,4	+ 0,3	+ 2,5	- 0,2	- 2,0

Tabelle 11.

Abweichungen der Monatsmittel der Lufttemperatur von Alten und Vardö in °C
vom 50 jährigen Mittel 1874 bis 1923.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1874	+ 2,2	+ 1,9	+ 0,9	+ 0,8	- 1,4	- 1,9	- 1,2	+ 0,7	+ 0,1	+ 2,8	- 1,0	- 1,6
1875	- 3,1	- 1,0	+ 0,5	- 1,7	+ 1,5	- 0,2	+ 0,5	- 0,4	- 0,9	+ 0,1	- 1,4	- 2,4
1876	+ 2,1	+ 0,6	- 1,6	- 1,7	- 2,2	+ 1,6	+ 2,4	+ 0,5	0	+ 0,5	- 2,1	- 1,9
1877	- 1,0	- 3,4	- 2,2	- 2,9	- 1,1	- 0,2	+ 0,1	- 2,1	- 2,4	- 1,0	+ 2,8	+ 2,9
1878	+ 2,2	+ 1,9	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,8	+ 0,8	- 1,2	- 1,9	+ 1,6	+ 1,9	0	+ 1,1
1879	+ 2,8	- 3,8	+ 1,4	+ 0,3	+ 0,8	- 2,1	- 1,0	+ 1,8	+ 1,8	+ 0,2	- 1,6	+ 1,0
1880	+ 3,2	+ 1,7	- 0,4	- 0,7	- 0,6	- 1,1	- 1,3	+ 1,4	+ 0,9	- 3,6	- 3,3	- 2,5
1881	- 3,8	- 4,4	- 4,0	- 2,9	- 3,3	- 2,6	- 1,2	- 0,1	- 1,1	+ 0,8	- 0,9	+ 1,9
1882	+ 1,8	+ 0,6	- 0,2	0	- 0,3	- 1,5	+ 1,3	+ 2,2	+ 1,6	+ 2,5	- 3,0	- 2,7
1883	+ 1,4	+ 2,7	+ 1,0	+ 2,8	+ 1,7	+ 2,8	- 0,4	- 0,1	- 0,7	- 0,3	+ 2,6	+ 1,8
1884	- 1,0	+ 3,2	+ 3,1	- 2,3	- 2,0	+ 0,1	- 0,6	+ 0,4	+ 0,8	+ 1,0	+ 1,0	- 1,6
1885	- 1,8	+ 1,8	+ 0,8	0	- 2,5	- 1,8	+ 0,2	0	- 1,1	- 3,3	- 1,5	- 1,7
1886	- 4,3	+ 0,8	+ 3,5	- 0,2	- 0,2	+ 0,2	+ 1,1	+ 1,5	- 0,7	+ 2,5	+ 2,1	- 2,1
1887	+ 3,6	+ 4,5	+ 0,3	+ 0,6	+ 1,9	- 1,0	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,9	- 2,2	- 1,6	- 2,9
1888	- 1,4	- 1,9	- 3,8	- 2,4	- 0,7	- 1,2	- 0,9	+ 0,1	- 1,3	- 0,8	+ 0,3	+ 0,5
1889	+ 1,7	- 2,0	+ 0,2	+ 0,6	+ 2,0	+ 1,8	- 0,7	+ 0,6	+ 0,8	+ 2,5	+ 2,9	+ 4,2
1890	+ 0,4	+ 2,9	+ 2,0	+ 0,1	+ 0,5	+ 0,7	+ 0,2	+ 1,2	+ 1,7	- 1,2	- 0,6	+ 4,5
1891	- 0,4	+ 5,0	- 1,1	+ 0,5	- 1,4	- 2,1	- 0,4	- 1,9	- 1,6	+ 0,7	- 0,4	+ 1,1
1892	- 3,7	- 1,6	+ 3,3	- 1,5	- 1,6	- 2,1	- 2,0	- 1,6	- 0,1	- 2,9	+ 1,9	- 4,7
1893	- 4,8	- 3,8	- 2,8	- 1,4	- 0,2	- 0,9	- 2,1	- 1,0	- 3,3	+ 0,4	- 2,6	+ 1,2
1894	+ 2,2	+ 0,9	+ 0,8	+ 3,4	+ 1,8	+ 3,5	+ 0,6	+ 1,5	- 2,2	- 2,0	+ 0,4	+ 0,2
1895	- 2,0	- 1,7	- 2,5	+ 0,1	+ 2,1	+ 1,7	- 0,8	- 1,0	- 0,3	- 0,6	+ 1,1	+ 2,8
1896	- 0,4	+ 2,9	+ 0,9	+ 1,5	+ 1,2	+ 0,4	+ 1,4	- 0,1	+ 0,4	- 0,8	- 1,2	+ 0,5
1897	+ 1,7	- 1,4	- 2,8	+ 3,3	+ 4,6	- 0,4	- 0,5	0	+ 0,8	+ 2,4	- 0,1	0
1898	+ 1,9	- 1,5	- 1,4	+ 1,6	+ 1,7	+ 0,9	+ 1,0	+ 0,8	+ 1,5	+ 0,6	+ 0,3	- 2,3
1899	- 3,4	+ 0,4	- 4,5	- 3,1	- 2,7	- 0,7	+ 0,7	- 1,5	+ 0,7	- 1,0	+ 1,9	- 0,6
1900	- 0,7	- 5,6	+ 0,2	- 0,7	- 1,0	- 1,8	- 3,4	- 0,7	- 1,0	- 0,4	+ 2,6	- 2,6
1901	+ 4,6	- 2,3	+ 0,2	+ 0,9	- 0,4	+ 1,3	+ 0,8	- 0,4	+ 1,6	+ 4,4	- 1,1	- 3,0
1902	- 2,2	- 1,2	- 3,8	- 1,6	- 1,7	- 2,9	- 2,2	- 0,9	- 1,6	- 3,1	+ 0,6	+ 3,8
1903	+ 0,6	+ 2,3	+ 3,5	- 0,2	+ 0,1	- 0,2	- 2,0	- 0,3	- 0,9	- 3,3	+ 0,5	+ 2,3
1904	+ 3,4	- 4,0	+ 1,2	+ 2,4	- 0,3	0	- 0,9	- 0,3	+ 1,1	+ 2,8	- 3,0	- 3,1
1905	+ 0,7	+ 0,6	+ 1,5	0	+ 1,4	+ 0,4	+ 1,0	+ 0,8	+ 0,3	- 2,0	- 1,7	+ 3,3
1906	+ 2,6	0	- 2,7	+ 0,9	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,5	- 2,3	- 0,4	+ 0,6	- 0,1	+ 0,9
1907	- 2,9	+ 1,6	+ 3,8	+ 2,1	- 1,0	+ 2,5	- 0,3	- 0,7	- 1,3	+ 1,8	+ 3,6	- 0,8
1908	+ 0,2	- 0,6	+ 1,3	+ 0,8	- 0,5	- 0,2	- 0,4	+ 0,1	- 0,4	+ 2,1	- 1,6	+ 2,2
1909	+ 3,1	+ 2,0	- 1,2	- 1,7	- 1,3	- 1,3	+ 0,1	+ 1,3	+ 0,5	+ 0,9	- 1,7	+ 0,1
1910	- 0,1	+ 4,4	+ 2,5	- 0,3	+ 1,0	- 0,6	- 2,0	- 1,5	- 0,5	- 0,7	- 1,1	+ 0,8
1911	+ 2,3	- 0,3	+ 1,8	- 0,5	+ 1,3	- 0,7	- 0,2	+ 0,6	+ 1,4	- 1,5	+ 1,8	+ 3,7
1912	- 2,2	- 5,3	+ 0,1	- 1,5	- 0,7	- 0,3	- 0,5	+ 0,1	- 1,4	- 1,8	+ 0,1	- 0,4
1913	+ 0,8	+ 1,3	+ 0,8	+ 1,1	- 0,2	- 1,1	+ 2,1	+ 1,0	+ 0,6	- 1,8	+ 1,1	- 0,4
1914	- 0,6	+ 0,8	+ 0,4	+ 0,8	+ 1,0	+ 1,1	+ 0,1	+ 1,0	+ 0,1	+ 1,4	+ 1,6	+ 1,2
1915	- 1,5	- 1,8	- 2,6	+ 1,0	- 1,2	- 1,1	+ 2,7	+ 0,8	- 1,3	+ 0,7	- 2,6	- 5,6
1916	- 0,3	+ 0,8	- 1,3	- 0,4	- 2,3	+ 0,2	+ 2,5	- 0,3	- 0,5	- 1,7	+ 2,2	- 0,6
1917	0	- 3,7	- 3,6	- 3,0	- 3,0	+ 0,7	- 1,0	+ 0,7	- 1,0	+ 0,5	- 1,5	- 0,2
1918	- 5,8	+ 0,3	+ 2,6	+ 1,3	- 0,8	+ 0,7	+ 1,1	- 1,2	+ 0,4	+ 1,3	+ 3,7	+ 0,4
1919	+ 1,1	- 2,0	- 0,3	- 1,9	+ 1,7	+ 2,9	+ 0,6	+ 0,4	+ 0,6	- 1,0	- 1,9	- 1,6
1920	- 1,1	+ 2,4	+ 5,2	+ 1,6	+ 2,8	+ 1,0	+ 2,2	+ 1,7	+ 1,9	+ 0,8	+ 2,5	+ 3,5
1921	- 1,5	+ 1,4	+ 1,9	+ 3,4	+ 2,5	+ 2,1	- 0,3	+ 0,8	- 0,1	- 1,7	- 0,2	+ 1,1
1922	+ 0,6	+ 1,1	- 1,0	+ 0,1	+ 2,5	+ 2,7	+ 2,9	+ 1,0	+ 2,5	+ 1,5	+ 0,9	- 0,4
1923	+ 2,9	+ 0,8	+ 2,2	- 0,6	- 0,4	- 0,9	+ 0,8	- 1,1	+ 0,4	+ 1,5	0	+ 0,9

Tabelle 12.

Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur Westgrönlands (Upernivik und Jacobshavn) in °C
vom 50 jährigen Mittel 1874 bis 1923.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1874	- 6,7	+ 3,6	+ 1,4	+ 2,6	+ 3,5	+ 0,9	+ 0,6	+ 0,1	- 0,6	- 3,7	+ 1,7	+ 7,4
1875	+ 7,1	+ 5,0	- 4,2	+ 1,8	- 5,3	- 2,2	- 0,3	- 1,5	- 0,3	+ 1,0	+ 4,1	+ 3,6
1876	- 1,1	+ 2,6	+ 1,6	- 0,6	- 1,7	- 0,7	- 1,1	- 1,6	+ 2,4	- 1,0	+ 1,1	+ 4,2
1877	+ 1,4	- 0,7	+ 4,0	+ 3,0	+ 2,2	+ 0,7	- 0,3	+ 0,4	+ 2,4	+ 1,4	- 1,0	- 1,7
1878	+ 0,8	- 0,8	+ 2,4	+ 2,2	- 1,3	+ 0,2	- 0,9	0	- 1,7	+ 0,1	+ 7,7	+ 11,6
1879	+ 8,5	0	- 0,4	+ 1,9	+ 0,8	- 1,2	0	+ 0,6	- 2,2	- 1,1	+ 1,9	- 0,4
1880	- 0,5	- 6,6	- 2,2	+ 2,6	+ 0,7	+ 0,2	+ 0,5	- 2,0	- 0,4	+ 3,3	- 1,1	+ 1,0
1881	+ 9,1	+ 3,2	- 4,1	+ 3,0	+ 1,7	- 0,6	+ 0,3	- 1,0	- 0,5	+ 1,9	+ 1,0	- 1,7
1882	- 6,6	- 3,4	- 3,8	0	+ 0,5	+ 1,0	- 1,5	- 1,0	+ 0,1	- 2,1	- 2,0	- 0,1
1883	+ 2,1	+ 0,4	+ 8,5	+ 1,9	+ 1,6	+ 0,6	+ 0,7	- 1,0	+ 1,5	- 1,1	+ 0,5	- 5,4
1884	- 6,3	- 3,4	- 4,0	+ 0,4	- 2,4	- 0,3	- 0,2	- 1,9	- 2,6	- 1,8	- 2,3	- 4,0
1885	+ 5,7	+ 3,8	+ 0,5	+ 1,8	+ 1,6	- 2,1	- 0,1	+ 0,2	- 1,7	- 0,9	- 2,9	- 0,6
1886	- 2,3	- 2,7	- 3,4	- 5,5	+ 0,6	- 0,6	0	- 1,0	+ 0,2	- 1,3	- 1,1	- 1,1
1887	- 2,3	- 5,8	- 7,0	- 7,0	- 3,6	- 0,8	- 0,2	- 0,8	- 0,9	+ 0,7	- 1,3	- 1,5
1888	+ 3,1	+ 1,6	- 0,5	+ 0,1	- 2,1	+ 1,4	+ 1,7	+ 1,8	- 0,5	- 0,4	- 0,1	- 4,2
1889	- 5,1	+ 4,7	- 1,0	+ 1,5	- 0,1	- 0,8	+ 0,3	- 1,7	+ 0,3	+ 0,3	- 3,3	- 4,1
1890	- 0,8	- 2,1	- 4,2	- 1,5	+ 1,3	0	- 0,2	- 1,0	- 1,5	- 0,7	- 1,4	+ 1,6
1891	+ 0,8	- 8,6	- 1,4	- 3,4	+ 1,0	+ 1,6	- 1,3	+ 0,4	- 1,7	- 2,7	- 0,9	- 2,8
1892	+ 1,7	+ 4,4	- 2,2	- 1,0	- 0,4	+ 2,2	- 0,1	- 0,1	- 1,1	+ 3,6	+ 0,5	+ 2,8
1893	+ 4,9	+ 1,5	+ 0,6	- 1,2	- 2,5	+ 0,4	+ 0,5	+ 1,2	+ 1,9	+ 0,5	+ 2,4	- 1,6
1894	- 2,6	- 7,4	- 6,8	- 4,5	+ 0,3	- 2,7	+ 0,3	0	- 0,7	+ 0,7	- 2,3	- 3,0
1895	+ 6,5	+ 10,4	+ 2,4	- 0,2	- 2,1	- 0,9	+ 0,3	- 0,4	- 1,9	+ 1,4	- 0,6	+ 0,4
1896	- 4,1	- 7,6	- 5,4	- 6,8	- 4,1	0	+ 0,5	+ 1,3	+ 1,3	+ 2,6	- 1,2	+ 0,8
1897	- 0,9	- 6,8	+ 1,3	- 2,6	- 1,8	+ 0,2	+ 0,7	- 0,4	- 0,3	+ 0,8	- 1,1	- 0,2
1898	- 3,5	- 8,4	- 1,2	- 3,3	- 0,4	+ 0,8	- 1,6	- 1,4	- 0,3	+ 1,6	- 4,1	- 9,0
1899	+ 0,1	- 2,7	+ 1,0	+ 3,7	+ 0,9	+ 0,6	- 0,3	+ 0,2	+ 0,5	- 1,7	- 2,5	- 0,4
1900	+ 0,9	+ 11,2	+ 7,6	- 0,8	+ 2,1	+ 2,7	+ 1,5	+ 0,8	- 0,8	+ 0,1	- 0,8	- 4,0
1901	- 1,5	+ 9,8	+ 3,0	- 0,9	- 1,4	- 1,0	- 0,7	- 0,8	+ 0,3	- 1,5	+ 2,9	+ 1,8
1902	- 0,4	+ 3,8	- 2,6	+ 2,5	+ 0,8	+ 1,6	+ 1,3	+ 2,0	+ 0,5	+ 1,7	+ 0,9	- 1,8
1903	+ 2,8	- 1,4	- 3,6	+ 1,6	- 0,3	0	+ 0,2	- 1,4	+ 1,1	+ 2,5	+ 0,8	+ 6,6
1904	- 2,1	- 0,2	- 0,8	- 3,0	+ 1,6	+ 0,3	+ 0,4	+ 2,5	+ 0,1	- 3,9	- 0,4	+ 3,0
1905	- 2,5	- 0,2	+ 5,8	+ 8,4	+ 1,2	- 0,2	+ 0,5	+ 0,5	- 1,3	+ 1,3	+ 2,9	- 1,8
1906	- 3,5	- 3,6	- 1,8	- 2,2	+ 1,1	- 0,2	+ 0,7	+ 3,4	+ 1,3	- 0,7	- 1,9	+ 0,6
1907	- 3,2	- 1,8	- 4,8	- 3,5	- 1,9	+ 0,1	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,4	+ 3,1	- 1,6	+ 2,6
1908	+ 1,4	- 1,0	+ 5,4	+ 5,4	+ 0,3	+ 0,4	+ 3,3	- 0,4	+ 2,3	- 1,2	+ 0,3	- 0,4
1909	- 5,9	+ 3,6	+ 7,0	+ 2,5	+ 2,5	+ 1,7	+ 0,2	- 0,3	+ 1,6	- 2,3	+ 2,1	- 5,3
1910	- 6,6	- 5,1	- 2,8	+ 0,7	+ 0,5	- 1,0	- 0,3	+ 3,0	+ 0,2	+ 0,1	- 0,5	0
1911	- 0,9	- 6,2	+ 1,2	+ 3,3	0	+ 0,4	+ 0,8	+ 0,2	+ 0,2	+ 2,3	+ 1,5	- 1,2
1912	+ 5,7	+ 8,6	+ 1,5	+ 4,6	+ 1,0	+ 2,4	- 0,3	+ 0,8	+ 1,2	- 1,5	+ 1,3	+ 2,0
1913	+ 3,9	+ 7,3	- 2,2	- 1,5	- 0,3	+ 1,6	- 0,5	- 1,2	+ 0,6	+ 1,5	- 4,3	- 1,9
1914	- 1,7	- 4,9	- 1,6	- 1,8	- 2,5	- 2,8	- 0,7	- 0,7	- 0,9	+ 0,5	0	- 2,9
1915	- 1,9	- 2,4	- 1,8	- 1,9	+ 2,7	+ 0,8	- 0,8	+ 0,1	+ 3,5	+ 1,5	+ 3,7	+ 4,4
1916	+ 2,8	+ 4,2	+ 13,4	- 2,6	+ 3,8	- 0,6	- 1,5	+ 1,6	+ 1,5	- 1,8	+ 1,0	+ 1,5
1917	+ 13,9	+ 11,0	+ 5,0	+ 0,2	- 2,9	- 1,3	+ 1,0	+ 0,8	- 0,3	- 3,9	- 4,3	- 3,8
1918	- 6,3	- 0,9	- 0,2	- 3,3	+ 0,7	- 2,6	- 0,9	- 0,2	+ 0,8	- 1,5	- 4,8	- 2,4
1919	- 0,7	- 1,8	+ 3,0	- 6,2	+ 2,0	- 2,0	- 1,1	- 1,2	- 0,4	+ 3,1	+ 4,3	+ 3,6
1920	- 2,7	- 0,3	- 2,0	+ 4,1	- 0,5	+ 0,8	- 0,3	- 0,8	- 0,1	- 1,3	- 3,4	- 0,3
1921	+ 0,4	- 1,7	- 2,2	- 2,0	+ 0,9	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,6	- 0,5	- 1,1	+ 3,7	- 0,3
1922	+ 0,5	- 7,3	+ 0,2	+ 2,5	- 2,1	- 1,2	- 0,9	- 1,7	- 1,0	+ 2,5	+ 1,1	+ 4,0
1923	- 3,1	+ 3,2	+ 0,1	+ 7,2	+ 1,7	+ 1,0	+ 0,9	+ 0,9	+ 0,3	+ 0,5	+ 3,5	+ 4,7

Tabelle 13.

Abweichungen der Monatsmittel des Luftdruckgefälles Ponta Delgada-Inland in mm Hg
vom 49 jährigen Mittel 1874 bis 1922.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1874	+ 8,5	+ 2,7	+ 1,9	+ 6,9	- 3,9	+ 0,1	+ 2,7	+ 3,2	+ 5,2	+ 10,1	- 1,1	- 4,5
1875	- 4,8	- 9,1	- 7,0	- 6,3	+ 8,2	+ 8,2	- 1,6	- 1,7	- 2,8	+ 2,2	- 13,0	- 2,2
1876	+ 1,8	- 6,2	+ 1,0	- 3,3	+ 0,5	+ 8,2	+ 6,1	+ 1,6	- 9,6	- 4,4	- 17,2	- 9,4
1877	+ 3,8	+ 4,4	- 1,5	- 10,8	- 7,1	+ 0,8	+ 3,9	- 10,0	- 7,8	+ 3,0	+ 10,5	+ 7,9
1878	- 0,8	- 3,0	- 2,2	- 8,8	- 0,4	- 2,7	+ 1,4	- 5,9	+ 4,3	- 1,0	- 14,1	- 24,9
1879	- 8,8	+ 2,8	+ 2,6	- 2,0	+ 3,8	- 1,8	- 0,5	- 0,3	+ 9,2	- 0,5	- 16,2	- 5,8
1880	- 10,1	+ 5,8	- 5,1	+ 4,2	- 1,1	- 0,3	- 5,6	- 0,2	- 1,2	- 19,8	+ 3,4	- 10,4
1881	- 32,3	- 9,7	- 11,2	- 7,7	+ 1,3	+ 3,1	+ 4,6	- 0,4	- 5,8	- 3,4	+ 7,9	+ 10,3
1882	+ 3,6	+ 0,2	+ 15,3	- 5,9	- 3,2	- 0,4	+ 5,3	+ 2,7	+ 4,0	+ 2,0	+ 6,2	- 7,7
1883	+ 3,5	+ 12,3	- 13,9	+ 3,7	+ 4,0	- 4,3	- 4,1	+ 4,0	- 2,0	+ 11,3	+ 9,2	+ 1,6
1884	+ 2,8	+ 3,8	+ 4,2	- 6,4	+ 2,1	+ 2,8	- 4,9	+ 3,4	+ 5,1	+ 6,4	- 5,6	+ 8,4
1885	- 3,4	- 8,3	+ 1,3	+ 3,7	- 3,4	+ 4,6	+ 1,5	- 9,3	+ 5,8	+ 1,4	- 4,0	- 6,5
1886	+ 0,3	- 3,8	- 6,0	- 3,9	- 3,2	+ 3,3	+ 2,5	+ 8,3	- 1,4	+ 3,6	+ 6,3	- 2,3
1887	+ 9,3	+ 4,3	- 11,0	- 10,5	+ 1,6	- 4,2	+ 1,1	- 3,7	- 1,6	- 8,7	- 5,3	- 11,2
1888	- 10,8	- 12,1	- 8,3	- 3,9	- 3,0	- 4,3	- 3,3	- 0,4	- 6,3	- 8,2	+ 8,4	+ 6,2
1889	+ 4,2	- 2,3	- 3,4	+ 4,7	+ 2,0	+ 4,6	- 5,4	+ 5,0	- 3,1	+ 4,5	+ 6,0	+ 11,0
1890	+ 14,1	- 7,5	+ 8,8	+ 4,7	- 1,2	+ 4,6	+ 3,6	+ 3,3	+ 4,4	+ 2,4	+ 10,8	- 6,4
1891	- 1,3	+ 1,6	- 5,8	- 6,5	- 2,2	- 9,5	- 2,8	+ 1,2	+ 5,3	+ 8,2	+ 0,4	+ 7,3
1892	+ 1,3	- 12,5	- 9,0	- 3,5	- 5,9	- 3,6	+ 0,2	- 0,4	+ 7,3	- 9,1	+ 1,8	- 7,5
1893	- 14,1	+ 2,8	- 3,1	- 1,7	- 3,0	- 5,2	- 0,2	- 4,7	+ 2,2	+ 2,3	- 9,9	+ 9,9
1894	+ 3,8	+ 17,7	+ 7,1	+ 4,1	- 3,2	+ 5,7	+ 0,9	+ 0,4	- 11,5	- 9,0	+ 9,9	+ 1,9
1895	- 11,5	- 28,7	+ 2,6	- 2,7	+ 0,4	- 1,3	+ 0,6	- 0,6	+ 0,8	- 6,6	- 0,7	- 2,0
1896	- 6,9	+ 3,2	+ 11,1	+ 7,1	+ 1,7	- 1,7	+ 3,9	- 0,8	+ 1,9	- 7,2	- 4,3	+ 7,0
1897	- 10,7	+ 5,0	+ 2,8	+ 11,0	+ 1,4	- 6,1	- 1,0	+ 3,7	+ 1,5	- 5,8	- 3,9	+ 2,5
1898	+ 6,3	+ 6,5	- 4,4	+ 7,0	- 1,9	- 2,4	- 2,3	+ 3,8	- 0,9	- 1,7	+ 4,3	+ 3,5
1899	- 6,4	- 9,1	- 12,0	- 1,3	- 4,8	+ 2,5	+ 4,0	- 5,5	+ 3,3	- 3,2	+ 3,2	- 4,1
1900	+ 8,5	- 17,8	- 13,2	+ 2,4	+ 1,3	- 1,9	- 2,0	+ 0,7	+ 5,7	- 0,1	+ 6,8	+ 6,5
1901	- 0,1	- 18,8	- 4,8	+ 4,2	- 4,3	+ 4,3	+ 2,0	+ 2,3	+ 2,8	+ 7,7	- 10,5	+ 0,6
1902	- 2,2	- 15,5	+ 1,9	- 6,3	+ 1,3	- 9,7	- 4,7	- 2,6	- 5,8	+ 3,0	+ 0,5	+ 2,2
1903	+ 2,1	+ 11,2	+ 17,7	- 0,5	+ 3,4	- 8,2	- 0,9	+ 3,2	- 1,7	- 1,3	+ 2,9	+ 1,8
1904	+ 10,8	+ 4,1	+ 1,4	+ 14,4	+ 2,8	- 1,1	- 1,3	- 3,5	+ 2,1	+ 3,9	- 1,9	- 4,6
1905	+ 2,5	+ 6,0	+ 7,5	- 5,8	+ 3,4	- 1,4	+ 2,3	+ 1,5	+ 3,3	- 6,4	+ 2,8	+ 0,2
1906	+ 11,3	+ 8,8	- 3,4	+ 8,3	- 7,1	- 3,5	+ 6,0	- 3,9	+ 1,1	+ 7,5	- 0,2	+ 4,5
1907	+ 1,9	+ 8,8	+ 13,1	+ 4,5	- 7,2	+ 2,4	- 5,8	- 0,1	0	+ 1,9	+ 6,9	+ 2,4
1908	+ 4,2	+ 9,2	+ 8,5	- 5,8	+ 3,2	+ 2,2	- 1,6	- 0,2	+ 0,7	- 1,2	- 1,9	+ 6,9
1909	+ 7,5	- 3,2	- 10,6	+ 0,4	- 5,6	- 3,0	+ 6,3	+ 6,3	- 5,0	+ 10,1	- 6,7	- 7,9
1910	+ 10,9	+ 19,9	+ 6,2	- 2,4	+ 6,6	+ 0,7	- 1,8	- 3,4	- 3,8	- 2,5	- 8,9	- 0,7
1911	+ 2,3	+ 3,6	- 2,1	- 2,8	+ 8,5	- 0,6	- 3,7	- 1,2	+ 1,3	- 2,7	+ 2,5	+ 6,5
1912	- 7,5	- 11,4	+ 7,8	+ 1,4	+ 1,7	- 0,5	- 1,6	- 2,2	- 7,7	+ 6,2	+ 3,6	+ 10,5
1913	+ 3,3	0	+ 14,3	+ 9,2	+ 3,5	+ 3,1	- 1,2	+ 2,1	- 4,8	- 3,4	+ 16,4	+ 1,1
1914	- 1,3	+ 10,4	+ 5,5	+ 5,0	+ 7,3	+ 5,3	- 1,0	+ 1,7	- 0,1	- 0,5	+ 1,5	+ 6,8
1915	+ 3,5	+ 4,7	- 15,5	+ 10,2	- 6,7	- 6,2	+ 0,5	- 4,9	- 7,5	+ 3,6	- 11,8	- 12,1
1916	+ 11,7	+ 10,7	- 15,5	+ 4,2	- 0,9	- 4,2	+ 0,3	- 2,1	- 3,0	+ 9,7	- 0,5	- 12,2
1917	- 14,6	- 8,6	- 3,2	- 7,5	- 6,5	+ 2,0	- 3,9	+ 0,3	+ 5,9	+ 8,6	+ 6,9	- 9,2
1918	- 21,4	+ 13,9	+ 1,8	- 2,6	+ 0,5	+ 4,2	- 5,3	+ 2,4	+ 2,2	+ 8,5	+ 2,5	+ 3,0
1919	- 0,2	- 14,7	- 4,5	+ 3,5	- 0,6	+ 8,0	- 1,5	+ 3,3	+ 3,4	- 9,0	- 7,4	+ 11,4
1920	+ 12,9	+ 5,1	+ 16,1	- 4,9	+ 6,5	- 0,7	+ 6,2	- 1,7	+ 3,1	- 0,2	+ 8,2	- 3,2
1921	+ 8,0	- 0,6	+ 14,9	- 2,1	+ 7,6	- 1,7	- 1,5	+ 2,6	- 0,5	- 1,0	- 4,6	+ 11,2
1922	+ 2,5	+ 14,7	- 0,2	- 1,2	+ 3,9	+ 7,7	+ 3,4	+ 3,4	+ 2,4	- 11,8	- 1,6	+ 3,7

Tabelle 14.

Abweichungen der Monatsmittel des Luftdrucks in Argentinien (Cordoba und Buenos-Aires) in mm Hg
vom 50 jährigen Mittel 1874 bis 1923.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1874	+ 2,26	+ 0,91	- 0,14	+ 1,76	+ 1,94	+ 0,14	+ 1,96	+ 0,56	- 1,09	- 0,28	+ 1,17	+ 1,25
1875	- 0,58	- 1,02	+ 1,62	- 0,22	- 0,57	+ 1,47	+ 1,22	+ 1,64	+ 0,48	+ 0,43	+ 0,78	- 0,08
1876	- 0,08	- 0,75	- 1,72	+ 0,24	- 0,49	+ 1,08	- 0,36	- 0,18	- 1,12	+ 0,75	+ 0,70	+ 1,61
1877	+ 1,04	+ 0,55	- 0,83	- 2,60	+ 0,06	+ 1,16	- 2,54	+ 0,62	- 1,26	- 1,83	+ 0,52	- 1,46
1878	+ 1,10	+ 0,42	- 0,77	- 0,92	+ 0,54	- 0,49	+ 0,29	+ 2,82	- 0,48	- 1,36	- 0,36	- 0,68
1879	+ 0,22	- 1,20	+ 1,64	+ 0,60	+ 0,56	- 0,96	- 1,23	- 0,61	+ 2,20	+ 0,70	- 1,52	- 2,81
1880	- 2,55	- 0,52	- 0,46	+ 0,50	- 0,17	- 1,28	- 1,92	- 2,60	+ 2,47	+ 0,04	- 0,10	- 0,85
1881	- 0,02	+ 0,22	+ 0,02	+ 0,14	- 1,52	+ 0,86	- 0,22	+ 0,63	- 1,52	- 2,18	- 1,98	- 2,00
1882	- 1,44	- 0,20	+ 0,48	+ 0,73	- 1,07	+ 1,45	+ 1,01	- 0,72	+ 0,31	- 1,34	- 1,50	- 0,14
1883	- 0,28	- 0,30	- 1,89	+ 0,32	+ 0,02	- 2,34	+ 0,76	+ 1,26	+ 0,88	- 0,92	- 1,40	- 0,66
1884	+ 0,44	- 0,91	- 0,74	- 1,10	+ 0,97	+ 0,39	+ 0,36	- 3,49	+ 0,10	+ 0,44	- 0,16	- 0,98
1885	- 0,44	- 1,00	+ 0,20	- 0,53	- 0,73	+ 1,88	- 1,18	- 1,01	0	- 1,14	- 0,08	+ 0,18
1886	- 1,17	+ 0,56	- 0,47	+ 0,72	+ 0,06	+ 0,19	+ 0,90	+ 1,36	+ 0,14	+ 0,84	- 0,12	- 0,46
1887	- 0,14	+ 0,14	+ 0,32	- 0,46	+ 2,28	- 3,38	+ 3,24	- 4,20	- 0,66	+ 0,43	- 0,10	- 0,22
1888	+ 0,74	- 0,26	+ 0,88	- 0,60	- 1,72	+ 1,12	- 0,10	- 2,76	- 1,22	- 2,34	+ 0,32	+ 0,10
1889	- 0,64	+ 1,18	+ 0,16	- 0,66	- 0,30	+ 1,89	- 1,81	+ 0,74	+ 1,26	+ 0,48	- 0,56	- 0,49
1890	- 0,08	- 0,88	+ 0,97	- 0,62	+ 1,24	+ 1,12	+ 0,32	+ 0,88	+ 0,56	+ 0,28	- 0,24	- 0,28
1891	- 0,41	- 1,54	+ 0,21	+ 1,04	- 0,30	- 2,05	- 0,66	+ 0,06	+ 1,06	- 1,47	+ 0,73	+ 1,92
1892	- 0,34	- 1,46	- 0,48	+ 1,20	+ 2,78	+ 3,08	+ 0,86	+ 1,31	+ 0,87	- 2,19	- 0,34	+ 1,03
1893	- 0,18	+ 2,09	- 0,02	+ 0,88	+ 0,60	+ 0,58	- 1,05	+ 1,69	+ 2,89	+ 1,98	+ 1,73	- 0,53
1894	- 0,94	- 0,18	+ 0,83	+ 1,50	+ 0,14	+ 2,75	+ 0,48	+ 0,09	- 0,46	+ 0,52	- 0,12	+ 0,90
1895	+ 0,42	+ 0,59	- 1,20	+ 0,31	+ 1,40	+ 0,62	- 0,16	- 1,20	- 0,15	- 0,42	+ 0,88	- 1,14
1896	+ 1,44	+ 1,42	- 0,06	+ 0,89	+ 1,83	+ 1,63	+ 0,66	- 1,18	- 2,67	+ 0,38	- 1,14	+ 0,43
1897	- 0,05	+ 0,68	- 1,12	- 0,38	- 0,55	+ 0,38	+ 2,68	+ 1,96	+ 3,44	+ 1,00	+ 0,12	+ 0,05
1898	- 0,50	- 2,21	- 0,45	- 0,72	- 0,68	- 1,28	+ 0,66	+ 1,44	+ 0,60	+ 2,28	- 0,01	- 0,24
1899	- 0,88	+ 0,90	- 0,54	- 0,85	- 1,75	+ 0,92	- 4,16	- 4,50	+ 2,10	+ 0,32	- 0,60	+ 0,32
1900	- 1,02	- 0,48	- 2,10	+ 1,50	- 0,08	+ 0,64	- 3,58	+ 0,26	+ 0,56	- 1,28	- 0,62	+ 0,19
1901	+ 1,75	+ 1,26	+ 1,19	+ 0,72	- 1,12	- 1,88	- 1,28	+ 0,56	- 0,34	- 0,45	+ 0,07	+ 0,02
1902	+ 0,70	- 1,54	+ 0,18	- 0,47	- 2,32	- 2,00	- 1,38	+ 1,91	- 0,62	+ 0,56	- 1,00	- 0,11
1903	- 0,22	- 0,44	- 2,03	+ 0,41	+ 1,26	- 2,32	+ 1,22	+ 0,44	+ 0,10	- 0,25	+ 0,70	+ 0,60
1904	+ 1,62	- 1,02	- 0,80	- 0,25	+ 0,82	- 0,11	- 2,86	- 0,12	- 1,33	- 0,42	+ 0,86	+ 1,70
1905	+ 1,20	- 0,03	+ 0,42	- 0,38	- 0,10	- 2,37	- 0,70	- 0,37	- 1,26	- 1,60	+ 1,73	+ 1,00
1906	+ 1,08	+ 1,25	- 0,09	- 0,41	- 2,12	+ 0,70	+ 0,29	- 0,23	- 0,09	- 0,50	+ 0,16	- 0,54
1907	+ 0,02	+ 0,48	- 0,30	+ 0,82	+ 1,57	- 1,50	+ 1,01	+ 1,98	- 0,34	- 0,28	+ 0,32	- 0,52
1908	+ 0,40	+ 0,44	+ 0,37	- 0,34	+ 1,22	+ 1,38	+ 1,46	+ 1,78	+ 0,56	- 0,36	+ 0,12	+ 0,68
1909	- 0,34	+ 0,92	- 0,21	+ 1,50	+ 1,68	+ 0,81	+ 2,64	- 0,25	- 0,62	+ 1,15	- 0,07	- 0,01
1910	- 0,46	- 0,30	+ 1,36	+ 0,38	+ 2,00	- 1,48	+ 0,28	- 1,21	+ 0,12	+ 1,50	+ 0,31	+ 1,70
1911	- 1,64	+ 0,07	+ 2,38	- 1,25	- 0,21	+ 2,28	+ 0,74	- 0,08	+ 0,58	+ 1,51	- 0,70	- 1,27
1912	+ 0,35	- 1,29	- 0,38	+ 0,98	- 0,20	- 0,14	+ 2,30	+ 0,04	+ 1,58	+ 0,06	- 0,03	- 0,58
1913	+ 1,34	- 0,42	+ 0,08	- 1,88	- 0,51	+ 0,62	- 2,14	- 0,98	- 0,71	+ 0,46	+ 1,20	+ 1,98
1914	+ 0,06	+ 1,04	+ 0,84	- 0,40	- 0,48	- 3,72	- 2,93	- 0,12	- 1,56	+ 0,07	- 0,66	+ 1,07
1915	+ 0,66	+ 0,49	+ 1,24	- 2,06	- 3,06	+ 0,92	- 0,74	- 2,02	+ 0,18	- 0,86	+ 0,20	+ 0,25
1916	- 0,67	+ 0,56	- 0,19	- 0,64	- 0,37	+ 1,52	+ 1,81	+ 0,90	- 1,96	+ 1,09	- 1,66	- 0,78
1917	- 0,47	+ 0,10	+ 1,18	+ 0,22	+ 3,66	- 0,18	+ 2,02	+ 2,15	- 0,12	+ 1,14	+ 1,84	- 1,63
1918	- 0,20	+ 0,92	- 0,34	- 1,14	- 0,03	- 1,46	- 1,68	- 0,22	- 1,11	+ 0,12	- 1,14	+ 0,84
1919	- 0,28	+ 0,85	+ 1,72	- 1,91	- 3,13	- 0,91	- 0,64	+ 1,58	- 1,06	+ 0,25	- 1,18	+ 0,40
1920	- 0,02	+ 0,45	- 0,86	+ 0,78	- 2,10	+ 0,63	+ 1,49	+ 1,01	- 0,38	+ 0,37	- 0,61	- 1,57
1921	- 0,08	+ 0,01	+ 0,90	+ 0,86	- 1,88	+ 0,12	+ 2,64	0	+ 0,37	+ 1,40	+ 2,53	- 0,51
1922	- 0,30	+ 0,13	+ 0,63	+ 2,31	- 0,40	- 1,36	- 0,17	- 0,20	+ 0,18	+ 1,08	+ 0,86	+ 1,72
1923	- 0,50	- 0,52	- 1,56	- 0,58	+ 1,42	- 0,99	+ 0,26	- 1,54	- 1,39	+ 0,06	- 0,04	+ 0,82

Tabelle 15.

Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur der Osthälfte der Vereinigten Staaten von Nordamerika (5 Stationen)
in °F vom 50 jährigen Mittel 1874 bis 1923.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1874	+ 2,9	+ 2,1	+ 0,1	- 6,7	+ 1,0	+ 2,8	+ 0,6	+ 0,3	+ 1,3	- 0,8	- 0,9	+ 1,7
1875	- 6,8	- 8,2	- 3,9	- 4,4	- 0,7	- 1,8	- 1,4	- 3,1	- 3,6	- 4,4	- 2,6	+ 5,3
1876	+ 6,5	+ 3,6	- 3,6	- 0,6	- 0,1	+ 0,1	+ 1,3	+ 0,7	- 2,6	- 4,8	- 1,9	- 10,0
1877	+ 1,6	+ 4,0	- 3,1	- 0,2	- 1,3	- 0,4	+ 0,4	+ 0,9	- 1,6	- 1,5	- 1,5	- 1,2
1878	+ 1,8	+ 5,0	+ 6,9	+ 4,8	- 1,4	- 2,0	+ 2,3	+ 1,6	- 0,4	- 0,6	+ 1,1	- 4,8
1879	- 2,4	- 1,0	+ 2,0	- 1,2	+ 1,0	- 1,1	+ 1,1	- 1,7	- 4,0	+ 4,3	+ 1,2	+ 1,8
1880	+ 12,3	+ 5,8	0	+ 1,8	+ 4,3	+ 1,0	- 0,9	+ 0,2	- 1,9	+ 3,4	- 8,1	- 5,7
1881	- 5,7	+ 9,3	- 3,0	- 3,0	+ 3,5	- 0,8	+ 1,6	+ 2,9	+ 4,4	+ 3,5	+ 0,3	+ 6,7
1882	+ 3,6	+ 9,1	+ 3,5	+ 0,5	- 4,4	- 0,7	- 2,4	- 0,9	- 0,3	+ 3,7	+ 0,5	- 1,7
1883	- 3,7	+ 1,1	- 3,4	+ 0,5	- 2,2	- 0,4	- 0,7	- 1,7	- 2,7	- 0,1	+ 2,3	+ 2,6
1884	- 6,4	+ 3,5	- 0,2	- 1,4	- 0,5	- 1,0	- 1,5	- 1,5	+ 3,1	+ 3,0	- 0,9	- 0,2
1885	- 5,5	- 8,4	- 6,6	- 0,4	- 2,5	- 1,3	+ 0,6	- 2,3	- 1,8	- 3,5	+ 0,1	+ 0,6
1886	- 6,0	- 1,8	- 1,4	+ 0,9	+ 0,3	- 1,9	- 0,8	- 0,2	+ 0,1	+ 0,8	- 1,5	- 5,8
1887	- 3,2	+ 5,1	- 1,6	+ 0,3	+ 3,2	- 0,2	+ 2,7	- 0,3	- 1,5	- 3,4	- 0,7	- 1,1
1888	- 4,8	- 0,1	- 4,5	+ 0,7	- 2,4	0	- 0,5	- 1,1	- 3,4	- 3,8	+ 0,9	+ 1,4
1889	+ 3,5	- 3,9	+ 1,7	+ 1,5	- 0,9	- 3,0	- 1,2	- 1,6	- 2,0	- 3,6	- 1,5	+ 10,7
1890	+ 8,1	+ 7,5	- 3,5	+ 1,5	- 1,5	+ 2,8	0	- 2,1	- 2,6	- 1,3	+ 4,4	+ 0,5
1891	+ 3,4	+ 4,4	- 3,6	+ 1,8	- 2,1	+ 0,2	- 3,8	- 1,3	+ 2,3	- 1,8	- 2,7	+ 5,9
1892	- 3,9	+ 4,7	- 3,8	- 0,9	- 2,2	+ 0,8	- 0,8	+ 0,1	- 2,6	- 0,5	- 3,3	- 2,9
1893	- 8,3	- 1,1	- 1,8	+ 0,1	- 1,7	+ 0,3	+ 0,9	- 0,2	+ 0,3	- 0,4	- 1,6	+ 0,3
1894	+ 3,8	- 1,6	+ 4,8	+ 1,4	- 0,2	+ 1,8	+ 0,2	+ 0,2	+ 1,6	+ 0,2	- 3,1	+ 3,0
1895	- 4,3	- 9,0	- 1,7	+ 1,1	- 0,2	+ 1,7	- 2,1	+ 1,1	+ 3,3	- 4,9	- 1,1	+ 1,1
1896	+ 0,1	+ 1,2	- 2,9	+ 4,4	+ 4,9	- 0,2	0	+ 1,0	- 2,3	- 2,1	+ 1,5	+ 4,3
1897	- 2,0	+ 2,4	+ 2,2	- 0,5	- 1,9	- 1,0	+ 1,0	- 1,0	+ 2,7	+ 4,4	+ 0,4	- 0,5
1898	+ 4,0	+ 3,8	+ 4,1	- 2,0	- 0,2	+ 1,5	+ 0,1	+ 0,8	+ 2,6	- 1,4	- 2,1	- 3,1
1899	+ 1,4	- 7,6	- 3,3	+ 1,4	+ 2,2	+ 1,8	- 0,4	+ 2,2	- 1,1	+ 3,4	+ 3,8	- 0,7
1900	+ 2,8	- 3,3	- 3,4	+ 1,7	+ 1,8	+ 0,1	- 0,1	+ 4,3	+ 3,6	+ 5,9	- 2,5	+ 1,2
1901	+ 1,9	- 5,0	- 0,3	- 1,0	- 0,8	+ 2,6	+ 4,4	+ 1,8	+ 0,5	+ 1,2	- 2,7	- 3,4
1902	- 0,3	- 5,4	+ 2,9	+ 0,3	+ 2,7	- 0,6	+ 0,5	- 0,6	- 2,2	+ 1,3	+ 6,6	- 1,6
1903	- 0,4	+ 0,7	+ 5,6	+ 1,1	+ 1,8	- 4,2	+ 0,5	- 1,1	- 0,6	+ 0,3	- 3,2	- 5,9
1904	- 5,3	- 4,0	+ 0,5	- 4,0	+ 0,2	- 0,9	- 1,5	- 1,4	+ 0,5	- 0,2	+ 0,6	- 2,7
1905	- 5,8	- 8,3	+ 3,6	+ 0,4	+ 1,1	+ 2,5	- 1,2	+ 0,6	+ 1,2	- 0,9	+ 0,6	+ 0,5
1906	+ 4,8	- 1,7	- 6,5	+ 2,8	+ 0,7	+ 0,4	- 0,7	+ 2,3	+ 3,3	- 1,2	+ 0,9	+ 1,3
1907	+ 4,2	- 1,0	+ 6,6	- 5,9	- 4,9	- 2,3	+ 0,2	- 0,8	- 0,3	- 2,4	- 1,0	+ 1,7
1908	+ 1,2	- 1,3	+ 4,4	+ 1,9	+ 0,9	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,6	+ 2,5	+ 0,1	+ 2,0	+ 2,2
1909	+ 2,6	+ 4,5	+ 0,1	- 0,9	- 1,5	+ 0,4	- 1,0	+ 1,4	- 1,1	- 2,4	+ 6,7	- 6,4
1910	+ 0,4	- 3,2	+ 9,2	+ 1,9	- 2,9	- 1,1	+ 0,6	- 0,1	+ 0,6	+ 2,3	- 3,2	- 3,9
1911	+ 4,2	+ 4,6	+ 1,6	- 0,6	+ 4,1	+ 2,6	+ 0,4	- 0,5	+ 2,3	+ 0,1	- 4,3	+ 4,3
1912	- 10,0	- 5,4	- 4,9	+ 1,7	+ 1,2	- 2,4	- 0,4	- 1,2	+ 1,2	+ 2,0	+ 1,0	+ 2,7
1913	+ 5,5	- 2,0	+ 0,4	+ 0,7	+ 0,5	+ 1,2	+ 0,9	+ 2,2	- 0,8	- 0,8	+ 4,6	+ 4,5
1914	+ 4,6	- 6,1	- 2,5	- 0,4	+ 2,6	+ 2,3	+ 1,2	+ 1,0	- 0,3	+ 2,6	+ 1,7	- 5,1
1915	- 1,0	+ 4,7	- 4,5	+ 4,8	- 2,1	- 2,2	- 1,8	- 4,0	+ 1,6	+ 1,8	+ 3,2	- 0,4
1916	+ 4,2	- 2,5	- 2,3	- 1,2	+ 0,9	- 3,5	+ 2,4	+ 1,7	- 1,7	- 0,2	+ 1,3	- 1,9
1917	+ 1,3	- 3,8	+ 1,4	- 2,0	- 5,4	- 2,2	- 0,6	- 0,6	- 2,4	- 6,8	- 0,9	- 8,5
1918	- 11,3	+ 1,2	+ 5,4	- 2,0	+ 3,4	- 0,4	- 1,6	+ 2,8	- 5,4	+ 2,7	+ 0,8	+ 5,7
1919	+ 3,1	+ 2,1	+ 2,0	0	- 1,8	+ 2,0	+ 1,2	- 0,5	+ 1,6	+ 3,7	- 0,1	- 5,1
1920	- 4,4	- 1,3	+ 1,0	- 3,1	- 0,9	- 0,5	- 1,8	- 1,7	+ 1,7	+ 4,1	- 1,6	+ 1,5
1921	+ 5,1	+ 5,1	+ 8,6	+ 3,3	+ 1,1	+ 2,6	+ 3,6	- 0,3	+ 4,2	+ 1,0	+ 1,4	+ 2,1
1922	- 1,1	+ 2,8	+ 1,7	+ 2,3	+ 3,0	+ 1,9	- 0,8	+ 0,3	+ 2,3	+ 1,9	+ 3,0	+ 1,6
1923	+ 4,5	- 3,5	- 2,9	- 4,2	- 1,7	+ 0,8	- 0,6	- 0,7	0	- 1,8	+ 0,8	+ 7,9

Tabelle 16.

Abweichungen der Monatsmittel des Luftdrucks in Bombay in $\frac{1}{1000}$ engl. Zoll Hg
vom 50 jährigen Mittel 1874 bis 1923.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1874	+ 37	+ 12	- 5	+ 26	- 41	- 33	+ 1	+ 12	- 32	- 27	+ 35	+ 21
1875	- 17	- 8	- 12	- 20	+ 11	- 9	+ 2	+ 16	- 18	+ 7	+ 36	+ 4
1876	- 16	- 6	+ 5	- 41	+ 4	+ 20	- 24	+ 21	+ 31	+ 49	+ 12	+ 24
1877	+ 38	+ 24	+ 24	+ 26	+ 28	+ 49	+ 95	+ 56	+ 34	+ 36	+ 35	- 14
1878	+ 15	+ 27	+ 42	+ 17	+ 23	+ 20	- 2	- 47	- 86	- 50	- 49	- 48
1879	- 14	- 16	- 2	- 3	- 86	+ 16	+ 25	- 24	+ 26	+ 9	+ 8	- 32
1880	- 21	- 5	- 20	- 9	- 14	+ 7	+ 32	+ 47	+ 5	+ 20	+ 26	+ 44
1881	+ 27	+ 32	+ 33	+ 18	- 4	+ 41	+ 42	- 11	+ 5	+ 6	- 22	- 19
1882	+ 27	+ 4	+ 12	- 21	+ 6	- 10	- 23	+ 22	- 2	- 26	- 16	+ 4
1883	- 8	- 13	+ 20	- 8	- 22	- 23	+ 17	+ 11	+ 15	+ 17	- 17	+ 59
1884	+ 57	+ 26	- 7	+ 24	+ 17	+ 42	- 4	- 14	- 13	+ 48	+ 14	+ 20
1885	+ 48	- 11	+ 15	+ 20	+ 40	- 9	+ 13	- 12	+ 32	+ 16	+ 42	- 7
1886	+ 5	+ 12	+ 4	+ 7	- 39	- 6	- 1	+ 10	+ 19	- 40	+ 9	+ 15
1887	- 39	+ 22	- 10	- 1	+ 19	+ 2	+ 33	+ 20	+ 31	+ 10	+ 18	- 5
1888	+ 37	+ 37	+ 27	+ 12	0	+ 5	+ 31	+ 11	+ 60	+ 39	0	+ 29
1889	+ 27	+ 38	+ 55	+ 7	+ 15	0	- 12	- 17	- 28	- 33	- 9	- 6
1890	- 35	- 15	- 27	- 11	- 10	- 32	+ 6	+ 41	+ 5	+ 26	+ 20	+ 8
1891	+ 7	+ 17	0	+ 29	+ 2	+ 72	- 9	+ 31	+ 7	+ 29	+ 8	+ 24
1892	- 17	- 52	- 61	- 40	- 13	0	- 50	- 22	- 38	- 40	+ 1	+ 29
1893	- 37	+ 13	- 3	- 15	- 12	- 10	+ 29	+ 14	- 6	- 6	+ 4	+ 22
1894	- 19	+ 1	- 14	- 16	+ 16	- 28	- 4	- 23	- 21	- 31	+ 43	+ 6
1895	- 12	+ 9	- 25	+ 2	+ 24	- 4	+ 29	- 13	+ 21	- 14	+ 40	+ 2
1896	- 1	+ 26	- 18	- 27	+ 32	- 43	+ 8	+ 17	+ 46	+ 48	- 28	+ 13
1897	+ 3	- 19	- 4	+ 17	+ 7	+ 12	- 32	- 44	- 17	+ 4	+ 7	+ 14
1898	+ 20	- 57	- 29	- 22	- 5	- 11	- 31	+ 26	- 17	- 22	- 35	- 24
1899	+ 5	- 25	- 8	- 5	- 8	- 5	+ 70	+ 41	+ 73	+ 15	+ 44	+ 19
1900	- 4	+ 6	+ 25	+ 18	+ 57	+ 26	+ 1	- 38	+ 21	+ 42	- 14	- 4
1901	+ 7	+ 21	+ 21	- 28	+ 17	+ 20	- 5	- 14	+ 68	- 1	- 21	+ 10
1902	- 23	+ 64	- 23	- 4	+ 17	+ 40	- 39	+ 3	- 16	+ 48	+ 32	- 35
1903	+ 12	+ 62	+ 9	+ 4	- 9	+ 17	- 61	- 14	- 21	- 41	- 4	- 18
1904	- 4	- 19	- 19	- 21	- 16	+ 16	- 1	+ 15	+ 37	- 5	+ 66	+ 18
1905	+ 27	+ 30	+ 23	+ 52	- 1	+ 47	+ 12	+ 20	0	- 12	+ 48	+ 2
1906	+ 4	- 20	+ 31	+ 5	+ 2	+ 12	- 38	0	- 4	+ 20	+ 30	- 20
1907	- 17	- 3	+ 7	0	+ 28	- 2	- 15	- 20	+ 41	- 11	- 32	- 16
1908	+ 10	- 36	+ 10	- 15	+ 27	+ 20	- 4	- 24	- 6	- 4	+ 8	+ 9
1909	- 33	- 16	- 27	- 6	- 10	- 23	- 13	+ 33	- 18	+ 2	- 11	- 24
1910	- 47	- 50	- 32	- 21	+ 32	- 48	+ 33	- 35	- 65	- 17	- 13	+ 21
1911	- 37	+ 34	+ 4	+ 22	- 7	+ 27	+ 41	+ 7	+ 10	+ 36	- 22	- 14
1912	+ 30	- 10	+ 4	+ 29	+ 12	- 15	- 47	- 19	+ 10	+ 12	- 14	+ 12
1913	+ 22	- 18	- 9	- 21	- 13	- 39	- 5	+ 17	+ 28	+ 12	+ 25	+ 20
1914	+ 51	+ 13	+ 22	+ 42	+ 10	- 12	- 53	- 8	- 23	+ 49	- 19	- 23
1915	+ 20	- 5	+ 50	+ 26	- 19	- 4	+ 20	+ 2	- 28	- 46	- 53	+ 11
1916	+ 18	- 21	- 26	- 2	- 26	- 82	- 2	- 20	- 93	- 59	- 45	- 33
1917	- 7	- 42	- 23	- 5	+ 31	- 38	- 10	- 20	- 83	- 94	- 22	- 39
1918	- 34	+ 26	- 15	+ 11	- 89	+ 33	+ 73	- 2	+ 52	+ 30	- 47	+ 1
1919	- 7	+ 12	+ 38	+ 17	+ 3	- 4	- 17	- 11	- 1	- 103	- 62	- 28
1920	- 22	+ 10	- 28	- 1	+ 14	- 31	- 17	+ 35	+ 4	0	- 50	- 28
1921	- 29	- 37	- 47	- 8	- 33	- 13	- 27	- 22	- 11	+ 14	+ 42	0
1922	- 29	- 32	- 12	- 19	- 6	- 17	- 12	- 19	- 26	+ 18	- 30	+ 13
1923	- 20	- 28	+ 15	- 34	- 10	+ 25	- 45	- 37	- 21	+ 22	- 6	- 32