Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung
Neue Folge. Heft 51
1941

Kalendermäßige Bindungen der täglichen Temperaturschwankung

Von

August Schmauß

in München

Mit 33 Abbildungen

Vorgelegt in der Sitzung vom 7. Juni 1941

München 1941
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

Druck der C. H. Beck'schen Buchdruckerei
in Nördlingen

INHALTSÜBERSICHT

Vorwort 5

Einleitung 7

Der jährliche Gang der täglichen Temperaturschwankung von Bamberg nach Monatswerten 11

Häufigkeitsverteilung an den einzelnen Tagen 22

Verlagerung und Aufspaltung der Häufigkeitsgipfel 24

Verlauf der Häufigkeit bestimmter Amplitudenwerte 27

Verlagerung von Singularitäten 29

Chronologie der Maxima und Minima der Häufigkeit bestimmter Tagesamplituden der Temperatur 32

Überprüfung an Mittelwerten 38

Vergleich der Singularitäten der täglichen Temperaturschwankung mit denen des Druckgradienten St. Mathieu – Lerwick 43

Zusammenfassung der Ergebnisse 45

Ausblick 47

VORWORT

Die vorliegende Untersuchung ist ein Teilstück einer größeren Zahl von Arbeiten,[1] in denen ich mir vorgenommen hatte, der lange bekannten Tatsache nachzugehen, daß im jährlichen Gang der meteorologischen Elemente auch bei Mittelbildungen über 50 und 100 Jahre kein kontinuierlicher Verlauf zu erzielen ist. Daß es sich dabei nicht um Zufallsergebnisse handelt, wie man früher glaubte, kann heute als gesichert gelten. Die Zähne und Zacken, mit denen die meteorologischen Jahreskurven durchsetzt sind, sind ein Ergebnis einer kalendermäßigen Bindung der Großwetterlagen, aus deren Ablösung das jährliche Wettergeschehen zu verstehen ist. Man erinnert sich eines Erfahrungsgutes unserer Vorfahren, der sog. „Lostage", die zwar im einzelnen mancher Kritik unterliegen, aber als Gedächtnisleistung Anerkennung verdienen.[2] Wenn sie heute nicht mehr richtig sind, liegt das weniger an einer falschen Auffassung als an den Klimaschwankungen und Klimaverschiebungen, die im Laufe der Zeit eingetreten sind.

Über die Ergebnisse einiger früherer Untersuchungen an anderen meteorologischen Elementen wurde gelegentlich in den Sitzungsberichten Mitteilung gemacht.[3] Auch die vorliegende Arbeit bestätigt die Grundvorstellung kollektiver Wetterlagen, die der Leitgedanke aller bisherigen Bearbeitungen der sog. „Singularitäten" gewesen ist.

---

[1] Literaturangabe auf S. 8 Anm. 1.

[2] Auch aus anderen Klimagebieten ist die Erkenntnis einer gewissen jahreszeitlichen Bindung der Witterung bekannt; über die Leistungen der Griechen in dieser Frage unterrichtet A. Rehm in dem Abschnitt über Episemasiai in der Real-Encyclopädie d. klass. Altertumswissenschaften (Verlag Metzler-Stuttgart) auf S. 175 ff.

[3] Vgl. Sitzungsberichte 1935 vom 4. Mai; 1936 vom 11. Januar; 1937 vom 9. Januar; 1938 vom 5. November; 1940 vom 13. Januar.

EINLEITUNG

Um das Wetter eines Tages ziffernmäßig zu erfassen, bedarf es einer Reihe von Angaben über die einzelnen meteorologischen Elemente. Es ist daher ein oft erörterter Wunsch, eine Zusammenfassung womöglich durch eine Zahl vorzunehmen, jeden Tag durch eine Zahl zu charakterisieren. Aber alle Versuche nach dieser Richtung haben wenig befriedigt. Das „Wetter" ist etwas so Vielgestaltiges, daß man eine ganze Anzahl von Kombinationen finden kann, die zu derselben „Klassenzahl" führen würden.

Man hat daher Klassifikationen nach bestimmten „Wettertypen" vorgenommen; wenn man gehofft hatte, mit einer bescheidenen Anzahl solcher Typen auszukommen, so zeigte eine genauere Untersuchung, daß man kaum weniger Typen benötigte, um das Wetter eines Tages zu charakterisieren, als Zahlenangaben der einzelnen meteorologischen Elemente.

Dem Bedürfnisse der Biologen Rechnung tragend hat F. Linke den Begriff des „Luftkörpers" eingeführt, der nachweislich das Verhalten von Tier und Mensch beeinflußt. Von den Kranken wußte man schon lange, daß sie „wetterfühlig" sind; aber auch Gesunde verfügen über ein verschiedenes Ausmaß von Arbeitskraft und Arbeitsfreude je nach der Wetterlage, die man durch Worte wie maritim, polar, subtropisch usw. charakterisieren kann. Dank der Beweglichkeit unserer Atmosphäre vollführen wir gewissermaßen dauernd Reisen in andere Klimagebiete, mit deren physiologischen Ansprüchen wir uns abzufinden haben. Wie der Chemiker die Zusammensetzung einer Substanz durch einige Buchstaben zum Ausdruck bringen kann, kann der Meteorologe den Witterungscharakter eines Tages durch einige Buchstaben wenigstens näherungsweise festhalten und für spätere Untersuchungen tabellarisch als sog. Luftkörperkalender zur Verfügung stellen. Es geschieht das mit demselben Rechte, aber auch mit ähnlichen Einschränkungen, wie W. Köppen die Klimate der Erde durch einige wenige Buchstaben festgehalten hat.

Bei den Erörterungen über die Brauchbarkeit solcher Luftkörperkalender, die nicht etwa Angaben über die Zukunft machen, sondern eine Rückschau auf die Vergangenheit ermöglichen sollen, wurde mit Recht darauf hingewiesen, daß wir uns oft am Erdboden in einem ganz seichten „Luftkörper" befinden, der durch einen anderen Buchstaben zu charakterisieren ist als der darüber befindliche, von dem das Wetter des betreffenden Tages mehr abhängt als von der „bodengestörten Schicht". Wir brauchen z. B. nur an Wintertage zu denken, an denen in der schneebedeckten Ebene tiefe Frostgrade herrschen, während schon wenige hundert Meter darüber Zufuhr von milder Maritimluft bestehen kann. Daraus ergab sich das Bedürfnis, für jeden Tag den „wetterwirksamen" Luftkörper festzuhalten, wie er durch die Wetterkartenanalyse der Bjerknes-Schule nahegelegt wurde. Da die Bestimmung der einzelnen Luftmassen, an deren Grenze sich vornehmlich die Wettervorgänge abspielen, mit den Hilfsmitteln der direkten und indirekten Aerologie zu jedem Wetterkartentermin erfolgt, lag es nahe, „Luftmassenkalender" für die Bedürfnisse der Synoptik anzulegen, wie man „Luftkörperkalender" in erster Linie für die medizinischen Belange aufgestellt hatte.

Als brauchbares Hilfsmittel zur Klassifizierung der Luftmassen hat sich die äquivalentpotentielle Temperatur erwiesen, dieser wichtige Begriff aus der Thermodynamik der Atmosphäre, der Temperatur und Feuchte zu vereinigen gestattet. Normalerweise hat die Troposphäre in jeder Luftmasse einen charakteristischen und wiederkehrenden vertikalen Aufbau der äquivalentpotentiellen Temperatur, die von G. SCHINZE in den im heutigen Wetterdienst unentbehrlichen „Typ-Homologen" für unsere Breiten berechnet wurden. Wenn auch die Typhomologe eines Tages noch keine eindeutige Auskunft über das „Wetter" gibt, das an ihm geherrscht hatte, ist sie doch eine erwünschte Charakteristik.

In einer Reihe vorangegangener Arbeiten[1] wurde untersucht, ob im Laufe vieler Jahre an jedem Tage des Jahres alle für die betr. Jahreszeit charakteristischen Wetterlagen mit gleicher Häufigkeit sich eingestellt hatten. Den Anlaß zu dieser Frage bot die Tatsache, daß im jährlichen Temperaturverlauf auch bei Mittelbildungen über 50 und 100 Jahre kein kontinuierlicher An- und Abstieg erzielt wird, wie er dem kontinuierlichen Anwachsen und Abnehmen der Deklination der Sonne entsprechen würde. Es bleiben immer Zacken und Zähne erhalten, die mit den „singulären" Punkten mathematischer Kurven manche Ähnlichkeit haben und darum zunächst auch „Singularitäten" genannt wurden. Es liegt schon eine große Anzahl von meteorologischen Elementen in langjährigen Mitteln für jeden Tag des Jahres vor, aus denen man die Etappen des jährlichen Witterungsablaufs über Mitteleuropa entnehmen kann.

Wie sich das Wetter eines Tages aus der Kombination seiner Temperatur, seiner Bewölkung, seines Niederschlags usw. zusammenfügt, kann man auch die langjährigen Mittel der einzelnen meteorologischen Faktoren zu einem „kollektiven Wetter" sich vereinigt denken. Es kommt demnach manchen Tagen des Jahres ein bestimmtes Wetter zu — nicht in einem Einzeljahre, sondern in der Zusammenfassung vieler Jahre. Man hat diese Zacken und Zähne in den meteorologischen Jahreskurven früher als „Zufälligkeiten" angesehen, zurückzuführen auf einige zufällig hohe oder niedere Werte der Temperatur, der Feuchte usw., die in der Mittelbildung noch lange „nachwirken". Es konnte aber gezeigt werden, daß die „Singularitäten" den Anspruch auf höhere Bewertung erheben können. In unseren Breiten erlebt man nur selten ein selbständiges Wetter. Im allgemeinen sind wir Zuschauer, Nutznießer und Opfer des fortwährenden Kampfes der sich ablösenden und verdrängenden Luftmassen, der sich aber doch nicht so willkürlich abspielt, wie man dem Eindruck des „launischen" Wetters entnehmen möchte. Je tiefer man in die Struktur des jährlichen Witterungsablaufs eindringt, desto mehr erfährt man über kalendermäßige Bindungen desselben, die ihren Ausdruck in den Singularitäten finden. Man könnte sie daher als wiederkehrende Wetterwendepunkte verdeutschen.[2]

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, daß in den Singularitäten eine „Tendenz" zu bestimmten Wettervorgängen an bestimmten Tagen des Jahres erblickt werden darf, daß aber die „Ausführung" mit so veränderlicher Amplitude erfolgt, daß die pro-

[1] Bayer. Meteorol. Jahrbuch 1928, Anhang B; 1929, Anhang F; 1930, Anhang B; 1931, Anhang B; 1932, Anhang B; Reichsamt für Wetterdienst, Wissenschaftl. Abh. II Nr. 1, 1936; III, Nr. 6, 1937; Meteorol Zeitschrift 1938, S. 385; 1940, S. 89.

[2] Vgl. die Erörterungen über die Wortbildung bei F. BAUR, Met. Zeitschr. 1940 S. 390; A. SCHMAUSS, Met. Zeitschr. 1941 S. 31.

gnostische Bedeutung der Wetterwendepunkte keinesfalls überschätzt werden darf. Es bleibt nur anzumerken, daß in unseren Volkswetterregeln, die viel Wahres, aber auch viel Fragwürdiges enthalten, auch der Gedanke einer kalendermäßigen Bindung des Wetters seinen Niederschlag gefunden hat. Es ist das um so erstaunlicher, als alle derartigen Regeln nur für das Kollektiv gelten, dem Einzelfalle aber oft nur in Andeutungen Rechnung tragen. Wie wir die spezifische Beobachtungsgabe unserer Bauern usw. für Wettervorgänge bestaunen, müssen wir auch bewundern, daß sie das Skelett des jährlichen Witterungsablaufs gedächtnismäßig festgehalten haben, dessen exakter Nachweis noch heute Schwierigkeiten bereitet.

Es wäre sehr schön, wenn man weit zurückreichende „Luftkörper- oder Luftmassen-Kalender" besitzen würde, um an ihnen den Nachweis führen zu können, daß nicht nur die einzelnen meteorologischen Elemente Singularitäten im jährlichen Verlaufe zeigen, sondern auch Bestimmungsstücke höherer Ordnung, wie es die Luftkörper und Luftmassen sind. Für die Luftkörper",, wäre die nachträgliche Ermittelung an Hand der Wetterkarten und meteorologischen Tagebücher wohl zu leisten; für die wettermäßig wichtigeren „Luftmassen" sind bald Grenzen gesetzt, da wir erst seit kurzer Zeit eine direkte tägliche Aerologie (Wetterflugzeuge, Radiosonden) haben. Nach einigen Versuchen, in dieser Richtung vorzudringen, mußte ich daher wieder zu einfacheren Bestimmungsstücken zurückkehren, um schließlich in Synthese das zu erreichen, was mit nur einem Bestimmungsstück des Wetters doch nicht zu erhalten war.

In der vorliegenden Untersuchung wurde daher eine andere meteorologische Größe herangezogen, in der sich besonders viel „Wettermäßiges" ablagert, die tägliche (aperiodische) Temperaturamplitude.

Wir wissen aus einer Bearbeitung von W. Trabert,[1] daß sie in einer genügend exakten Abhängigkeit von dem Bewölkungsgrade steht. Seine Formel wurde von R. Meinander[2] an weiterem Materiale geprüft und vereinfacht: $A_w = A_0\ (1-0.073\,w)$, worin A_w die Amplitude bei der Bewölkung w in der zehnteiligen Skala, A_0 diejenige bei der Bewölkung o bedeutet.

$M-m$, die Differenz zwischen der höchsten und tiefsten Temperatur eines Tages hängt außerdem ab von der Windgeschwindigkeit: Sie nimmt ab, wenn diese wächst. Es ist das eine Folge des erhöhten „Austausches"; daher ist $M-m$ auch abhängig vom vertikalen Temperaturgradienten, von dem die Höhe der täglichen Konvektionsströme und damit das Ausmaß der am Austausch beteiligten Luftmassen mitbestimmt wird.

Man kann daher sagen, daß $M-m$ unter sonst gleichen Umständen, z. B. gleicher Deklination der Sonne an unmittelbar aufeinanderfolgenden Tagen im allgemeinen bei „schönem Wetter" höhere, bei „schlechtem Wetter" niedrigere Werte haben muß, demnach eine für eine statistische Veranlagung brauchbare Aussage über das Wetter eines Tages enthält.

Leider ist sie keine eindeutige Charakteristik des Wetters eines Tages, da sich in ihr sowohl „eigenbürtige" wie „fremdbürtige" Anteile geltend machen, wie H. Flohn die

[1] W. Trabert, Met. Zeitschr. Hann-Band 1906 S. 446.
[2] R. Meinander, Met. Zeitschr. 1936, S. 390.

Unterschiede benennt, die sich ergeben, wenn eine Luftmasse schon längere Zeit zur Verfügung hatte, sich den lokalen Verhältnissen „anzupassen", oder wenn sie noch vor kurzer Zeit in einem anders gearteten Klimagebiet gelegen hatte.[1]

Nehmen wir als Beispiel einen Sommertag: Er kann es auf eine hohe Temperaturamplitude bringen bei wolkenlosem Wetter, das einen starken Tagesgang der Strahlung ermöglichte; man kann aber auch hohe Werte von $M-m$ bei einem Witterungsumschlag, also einem aufgedrängten Witterungsereignis bekommen. Im allgemeinen wird aber gelten, daß große Amplituden sog. schönem Wetter, geringe $M-m$ bedecktem Himmel entsprechen. Große Amplituden im Winter sind dagegen stets Begleiterscheinungen von Luftmassenablösungen; geringe Werte von $M-m$ verraten bedeckten Himmel, aber auch Nebel; ersterer kann auf zyklonalen Einfluß hinweisen, letzterer kann auch antizyklonaler Herkunft sein. An Hand eines Vergleichs mit dem Absolutwerte der Temperatur wird man aber eine brauchbare Auskunft über „das Wetter" des betreffenden Tages erhalten.

Die Größe $M-m$ trägt in gewissem Sinne den beiden Begriffen Rechnung: dem Luftkörper sowohl wie der Luftmasse und dem durch keinen von ihnen erschöpfend erfaßten „Wetter". Sie gibt zwar exakt nur Auskunft über den bodennahen, für den Menschen allerdings die meteorologische Umwelt bedeutenden Raum; was sich darin ereignet, ist aber nicht unabhängig von den physikalischen Bedingungen der darüber gelegenen Troposphäre; unter sonst gleichen Bedingungen im untersten Raume wird $M-m$ davon abhängen, welches der Feuchtegrad der darüber gelegenen Schichten ist, wie es mit der darüber gelegten Bewölkung aussieht usw. Da M wie auch m für sich an jedem Tage andere Bedingungen vorfinden, M im allgemeinen Auskunft über die Tageszeit, m über die Nachtzeit gibt, stellt $M-m$ in gewissem Sinne eine Variable höherer Ordnung dar, die einen Tag besser zu charakterisieren vermag als eine der beiden Größen für sich. Sie ist in ihrer Art ein Index für die Wärmebilanz des Erdbodens, deren volle Erfassung eine Menge von einzelnen Bestimmungsstücken erfordert, wie vor kurzem B. H.-Chr. Brunner[2] sehr eindrucksvoll gezeigt hat.

$M-m$ ist auch eine für die subjektive Anteilnahme am „Wetter" wichtige Größe. Wenn man von anregendem, von stumpfem, von erholendem oder lähmendem Wetter spricht, ist stets auch die Temperaturamplitude des betr. Tages miteinbezogen. So steht zu hoffen, daß eine eingehendere Untersuchung des Verhaltens dieser meteorologischen Größe sowohl Meteorologen wie Biologen zu interessieren vermag.

Da in den vorausgegangenen Veröffentlichungen einzelne meteorologische Elemente von München und der Zugspitze bearbeitet worden waren, wollte ich für diese Untersuchung einen Ort aus einem anderen Klimagebiet nehmen, um damit auch einen Beitrag zur geographischen Anordnung von Singularitäten zu liefern. Es ist zwar heute schon durch eine Reihe verwandter Arbeiten anderer Forscher erwiesen, daß die Singularitäten für größere Räume Geltung haben, doch kann es nichts schaden, wenn im Laufe der Zeit eine größere Dichte der hiefür verfügbaren Stationen erzielt werden kann.

---

[1] H. Flohn, Met. Zeitschr. 1940, S. 134.

[2] B. H. – Chr. Brunner, Beitr. z. Geophysik **56** S. 113, 1940.

Von München abzugehen, wurde mir auch dadurch nahegelegt, daß sich auf der oberbayerischen Ebene recht oft „bodengestörte" Luftkörper finden. Es wurden daher die Beobachtungen an der Sternwarte Bamberg genommen, die außerhalb der Stadt am Rande der das linke Ufer der Pegnitz begleitenden Höhen gelegen ist. Mit Rücksicht auf die vom Deutschen Reichswetterdienst angenommene „Normalperiode 1881–1930" für klimatologische Berechnungen mußten leider für das Jahrzehnt 1881–90 die Beobachtungen der damals noch unten in der Stadt gelegenen meteorologischen Station einbezogen werden. Da es sich in der vorliegenden Arbeit aber nicht um die Ableitung von Normalwerten handelt, sondern um das Studium des Jahresablaufs der Witterung, darf von dieser Zusammenlegung dennoch Gebrauch gemacht werden. Eine für die Ableitung langjähriger Mittel gebotene Reduktion der in verschiedenen Aufstellungen gewonnenen Beobachtungen erübrigte sich daher; sie wäre auch nicht ausführbar gewesen, da die dafür notwendigen gleichzeitigen Beobachtungen an beiden Aufstellungen nicht zur Verfügung standen.

Wenn auch das Ziel dieser Arbeit die Herausarbeitung der am Jahresgange beteiligten Vorgänge, ein Thema der sog. dynamischen Klimatologie war, war es doch nötig, in einem ersten Teile das Verhalten dieses meteorologischen Bestimmungsstückes $M - m$ im Sinne der sog. klassischen Klimatologie voranzustellen.

DER JÄHRLICHE GANG DER TÄGLICHEN TEMPERATURSCHWANKUNG VON BAMBERG NACH MONATSWERTEN

Zur Prüfung und Verteidigung von Singularitäten eignet sich besonders die Unterteilung eines Beobachtungszeitraumes; soweit es sich um zufällige Spitzen und Senken in den meteorologischen Kurven handelt, werden ihre Plätze wechseln; soweit kalendermäßig gebundene Vorgänge in Betracht kommen, müssen wir sie ungefähr bei demselben Datum finden. Wir werden in dieser Untersuchung daher alle Betrachtungen auf die Zeitabschnitte I und II, die je 25 Jahre umfassenden Abschnitte 1881–1905 und 1906–1930 gesondert durchführen, gelegentlich auch weitergehende Unterteilungen vornehmen.

50 Jahre sind eine lange Zeit, in der sich schon eine Menge kleinerer, manchmal auch größerer Klimaschwankungen bemerklich macht. Um für die spätere Beurteilung von zeitlichen Verschiebungen usw. vorbereitet zu sein, erscheint es daher angebracht, zunächst die mittleren Temperaturen von Bamberg für die 5 Jahrzehnte einander gegenüberzustellen.

Tabelle 1

Mittlere Temperaturen von Bamberg 1881–1930

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
1881–90 ...	—2.1	—0.5	2.3	7.6	13.2	16.3	17.8	16.5	13.2	7.3	3.1	—0.7	7.8
1891–1900 .	—2.9	—1.0	3.1	7.5	11.8	15.7	17.1	16.7	13.2	8.1	3.2	—0.7	7.7
1901–10 ...	—1.0	0.2	3.6	7.7	12.8	16.2	17.4	16.4	13.0	8.6	2.9	0.3	8.2
1911–20 ...	—0.3	1.0	4.6	8.0	13.5	15.8	17.2	16.4	12.9	7.5	3.2	1.8	8.5
1921–30 ...	—0.2	0.3	4.1	7.9	13.1	15.5	18.1	16.6	13.5	8.8	3.4	—0.0	8.4

Daß die Reihe nicht homogen ist, wurde schon berichtet; für den vorliegenden Zweck haben die Mittel aber nur die Größenordnung anzugeben; es konnte daher darauf ver-

zichtet werden, eine Reduktion der Reihe 1881–90 von Bamberg-Stadt auf Bamberg-Vorstadt vorzunehmen. Die Zahlen geben Aufschluß, wie weit sich in Bamberg die bekannte Milderung des Winters im angegebenen Zeitraum ausgewirkt hat, zeigen aber auch, daß sie nicht in einer gleichmäßigen Hebung der Temperatur aller Wintermonate bestand. Wenn gelegentlich versucht wird, Aussagen über einen kommenden Winter zu machen, muß dazu bemerkt werden, daß nur selten alle Monate dieselben Abweichungen im gleichen Sinne und gleicher Größenordnung aufzuweisen pflegen. Da es aber für die Praxis nicht gleichgültig ist, ob der Dezember oder der Januar oder der Februar kalt oder mild ausfällt, sind die Aussichten von Jahreszeitenprognosen nicht sehr erfreulich.

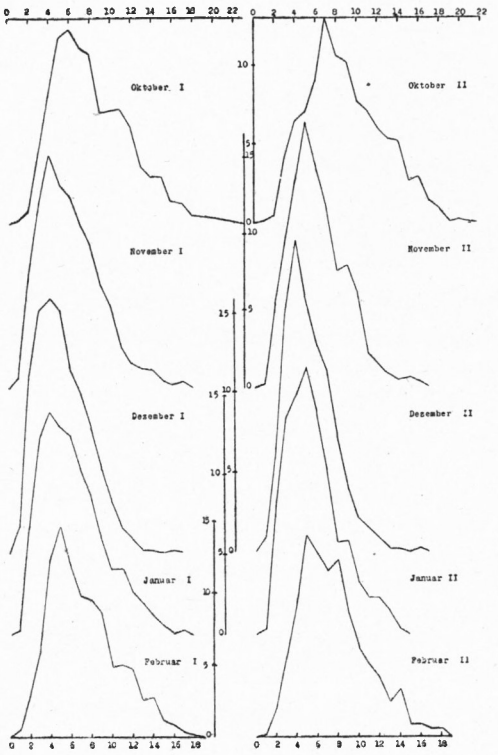

Abb. 1

Verteilung der Häufigkeiten bestimmter Tagesschwankungen der Temperatur von Oktober bis Februar (Abszissenachse *M–m*, Ordinatenachse Häufigkeiten in Prozenten)

Da es sich für die vorliegende Arbeit darum handelt, den Aufbau des jahreszeitlichen Geschehens zu erfassen, wurden keine Monatsmittel der täglichen Temperaturschwankung berechnet, sondern die Häufigkeiten, mit denen die einzelnen Tagesamplituden vertreten waren. Es lassen sich drei Gruppen zusammenfassen, die wir an Hand der Abbildungen 1–3 besprechen wollen. Die Veranlagung wurde nur nach ganzen Graden (12.6 z. B. gleich 13 gezählt) vorgenommen.

Alle Wintermonate weisen einen Scheitelwert der täglichen Temperaturamplitude auf, der um so präziser wird, je weiter der Winter voranschreitet. Daß auch schon der Oktober zu dieser Gruppe gehört, ist beachtlich und erinnert an frühere Ergebnisse der Singularitätenforschung,[1] wonach man für Mitteleuropa den Beginn des „dynamischen Wetterjahres" auf das kollektive Datum vom 29. September ansetzen kann. Es ist das der mittlere Tag der geringsten zonalen Zirkulation, das kollektive Ende des „Altweibersommers".

Wie bei allen meteorologischen Elementen ist auch für die Tagesamplitude der Temperatur zu sagen, daß die Häufigkeiten auch der präzisesten Maxima absolut genommen gering sind, wie die beigeschriebenen Prozentwerte erkennen lassen. Daß die Amplituden mit der abnehmenden Temperatur ebenfalls zu kleineren Werten absinken, ist verständlich, ebenso wie die daraus sich ergebende Hebung der Präzision. Beachtlich ist aber die Tatsache, daß die Bewegung nicht sklavisch mitgemacht wird, wie sich an Hand der Zusammenstellung Tabelle 2 erkennen läßt.

[1] A. Schmauss, Met. Zeitschr. 1938, S. 385.

Tabelle 2

Lage der Scheitelwerte der täglichen Temperaturamplituden und Häufigkeit ihres Vorkommens in Prozenten in den Abschnitten I und II

	I (1881–1905)		II (1906–30)	
	Scheitelwert	Häufigkeit	Scheitelwert	Häufigkeit
Oktober	6 Grad	12.3%	7 Grad	12.8%
November	4 Grad	15.2%	5 Grad	17.2%
Dezember	4 Grad	**16.0%**	4 Grad	**19.6%**
Januar	4 Grad	14.1%	5 Grad	16.8%
Februar	5 Grad	14.7%	5 Grad	14.0%

Nicht der Januar, der, wie Tabelle 1 zeigt, in allen fünf Dezennien der kälteste Monat gewesen ist, hat den tiefsten Scheitelwert und den damit zwangsläufig gegebenen Höchstwert der Häufigkeit, sondern schon der Dezember, übereinstimmend in den beiden Abschnitten I und II. Wir wollen diese offensichtliche Symmetrie des Verhaltens der täglichen Temperaturamplitude zum Monat des Tiefstandes der Sonne vermerken, da sich bei manchen Untersuchungen von Spiegelungspunkten durch WEICKMANN und seine Schüler eine gewisse Bindung an die Solstitien ergeben hat.

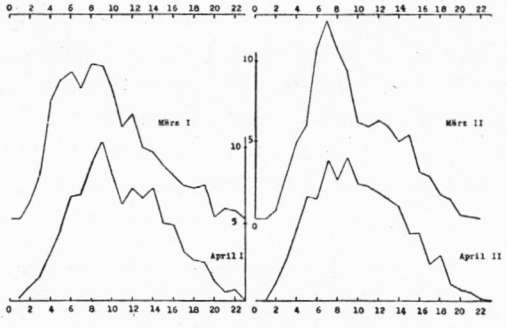

Abb. 2
Verteilung der Häufigkeiten im März und April

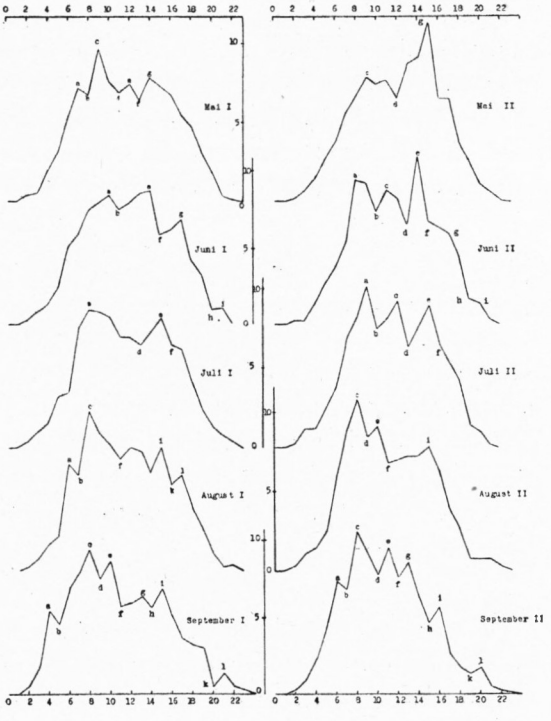

Abb. 3
Verteilung der Häufigkeiten von Mai bis September

März und April erscheinen als Übergangsmonate vom Winter- zum Sommertyp. Wir finden im Abschnitt I den März, im Abschnitt II den April bereits mit beginnender Aufspaltung des Scheitelwertes, während April I und März II noch winterliche Züge zeigen.

In den Sommermonaten erfolgt mit der Verbreiterung der Streuung und dementsprechenden Absenkung der Gipfel auch eine Aufspaltung der Scheitel in mehrere Spitzenwerte, so daß der eigentliche Scheitelwert eine mehr zufällige Lage zu haben scheint.

Weniger zufällig erscheint die **Anordnung** der Gipfel und Senken, wie sich aus dem Vergleich der Abschnitte I und II ergibt. Es wurde versucht, einander entsprechende Punkte in den beiden nebeneinander gestellten Diagrammen durch die gleichen Buchstaben hervorzuheben; für die übereinanderstehenden Monate haben diese Buchstaben natürlich keine Beziehung. Am besten ist die Übereinstimmung der linken und rechten Bilder im September, den wir auch aus den früheren Untersuchungen als einen Ausnahmemonat kennen. Man hat durchaus den Eindruck, daß die Zacken nicht einfache Zufälligkeiten der statistischen Veranlagung darstellen, sondern der Ausdruck einer gewissen gesetzmäßigen Gruppierung sind. Man könnte als Arbeitshypothese für solche geregelte Gruppierungen die Vorstellung verfolgen, daß die einzelnen Luftmassen, aus deren Ablösung sich das Wetter eines Monats aufbaut, charakteristische Verteilungen der Häufigkeit der täglichen Temperaturschwankungen besitzen. Aus der Überschneidung der einzelnen Häufigkeitskurven ergeben sich dann die Bilder der mehrzackigen Scheitel.

In den Wintermonaten rücken die Partialgipfel näher zusammen, so daß sie die auf nur ganze Grade von $M-m$ durchgeführte Veranlagung nicht mehr aufzuspalten vermag. Man müßte daher für den Winter die Werte von $M-m$ etwa nach halben Graden gruppieren, um auch für ihn die sekundären Maxima hervortreten zu lassen; es lohnte aber nicht, eine derartige Neuveranlagung vorzunehmen, da sich im Laufe der Arbeit Gelegenheit ergab, auch für das Winterhalbjahr Gesetzmäßigkeiten im Aufbau nachzuweisen.

Wir wollen nicht versäumen, nochmal auf den Unterschied der September- und Oktober-Diagramme hinzuweisen und die überaus markante Klimascheide um den 30. September/1. Oktober. Wenn wir nach einem „natürlichen" Neujahrsanfang für das atmosphärische Geschehen fragen, möchten wir auch an Hand dieser Untersuchung den 30. September in Erinnerung bringen, den wir früher auf ganz anderer Grundlage als einen besonderen Tag des klimatischen Jahres gefunden hatten. Es trifft sich gut, daß mit diesem Datum auch die Hydrologen ein neues „Wasserjahr" anzusetzen pflegen, was sicher kein Zufall ist. Daß die Wende September/Oktober den Abschluß des biologischen Jahres bedeutet, paßt auch dazu.

Nachdem das individuelle Verhalten der einzelnen Monate klar gestellt war, ergab sich das Bedürfnis, den jährlichen Verlauf der auf die verschiedenen Temperaturamplituden entfallenden Häufigkeiten in kontinuierlicher Linienführung kennen zu lernen.

Da wir die Grundveranlagung der Häufigkeiten nur für ganze Grade vorgenommen haben, so daß sich x. 5 bzw. x. 6 Grad um einen ganzen Grad entfernten, empfahl es sich, die Häufigkeiten (die Ordinatenwerte) jedes Monats erst nach der Formel $a + 2b + c$ auszugleichen.

Wir schalten damit auch die bekannten Fehler bei der Ablesung der Thermometer aus,

die zwar auf Zehntel Grade erfolgt, aber der persönlichen Bevorzugung der Beobachter für einige der zehn Zehntel unterworfen ist.[1]

Zur Bewertung der Häufigkeitsziffern darf beigefügt werden, daß die Summen einer Vertikalreihe jeweils 775 für die Monate mit 31 Tagen, 750 für die Monate mit 30 Tagen

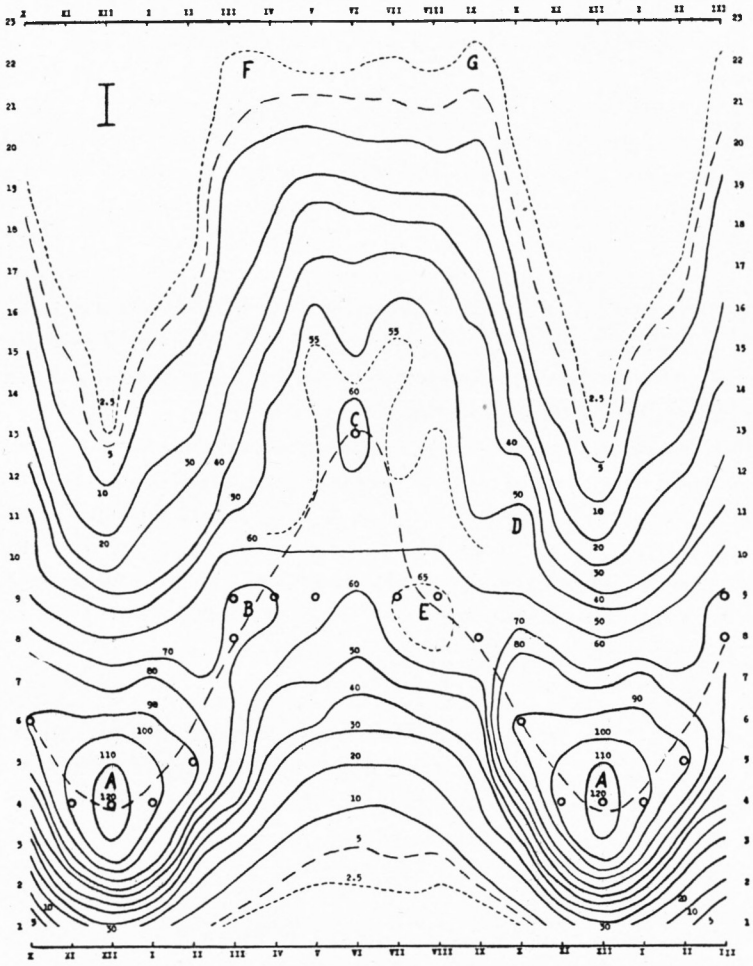

Abb. 4. Isoplethäre Darstellung des jährlichen Gangs der Häufigkeit der auf der Ordinate angegebenen täglichen Temperaturschwankungen im Abschnitte I

und 700 für den Februar erreichen. Von der Reduktion der Zahlen auf gleiche Monatslänge wurde abgesehen.

Bei der Besprechung gehen wir am besten vom Dezember aus, der die Höchstwerte der Häufigkeit bei den kleinen Amplituden aufweist. Zur Erleichterung des Überblicks sind die Maxima jeder Vertikalreihe (jedes Monats) durch o hervorgehoben. Wir bemerken einen Aufstieg zu höheren Amplituden, der wohl durch die Kurve *A B C* dargestellt werden

[1] G. Hellmann, Sitz.Ber. Preußische Akademie der Wissenschaften 1913 S. 283.

kann. Dem Stop im Aufstieg bei *B* entspricht ein Voraneilen des Abstiegs vor E. Die kleine sommerliche Erinnerung bei *D* ist durch genügende Schärfe der Werte sichergestellt. Das Gleiche gilt für die Hebungen bei *F* und *G*, die im Zusammenhang mit der Kurvenführung 50 ein sekundäres Minimum der Häufigkeiten der ganz großen Tagesschwankungen im Juni verraten.

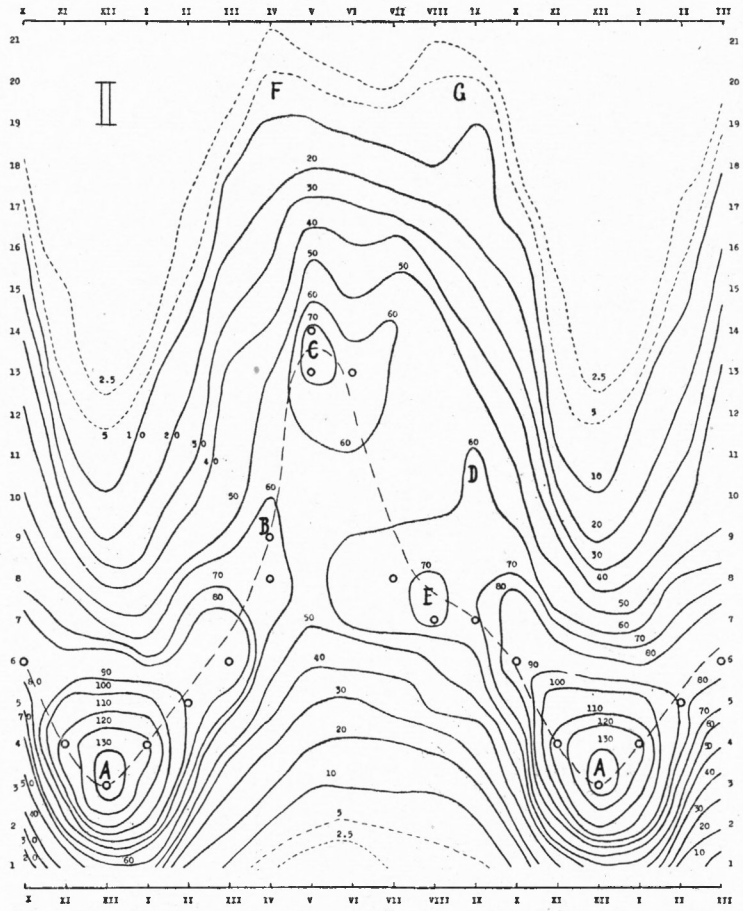

Abb. 5
Isoplethäre Darstellung des jährlichen Gangs der Häufigkeit der auf der Ordinate angegebenen täglichen Temperaturschwankung im Abschnitte II

Auch im Abschnitte II finden wir eine ähnliche Anordnung aller Besonderheiten, die mit den gleichen Buchstaben bezeichnet wurden. Sie liegen zum Teil bei etwas anderen Amplitudenwerten, worin sich die Klimaunterschiede von I und II zu erkennen geben. Es fällt vor allem auf, daß $M - m$ seinen Sommerhöchstwert schon im Mai erreichte.

Da es nicht leicht ist, aus den Bildern 4 und 5 die zwischen den Abschnitten I und II bestehenden Unterschiede herauszulesen, wurde im Bilde 6 für jeden Monat und für jeden Amplitudenwert die Differenz II—I isoplethär dargestellt.

Daraus kann für jeden Amplitudenwert, der in einem Monat auftrat, die zusätzliche oder verminderte Häufigkeit entnommen werden, mit der er im Abschnitte II gegenüber I vorgekommen ist. Eine Vermehrung in einem Amplitudenintervall muß in einem anderen Bereich derselben Vertikalreihe eine entsprechende Verarmung im Gefolge haben. Diese Kompensationsstellen können irgendwo liegen, wenn es sich um zufällige Vorgänge han-

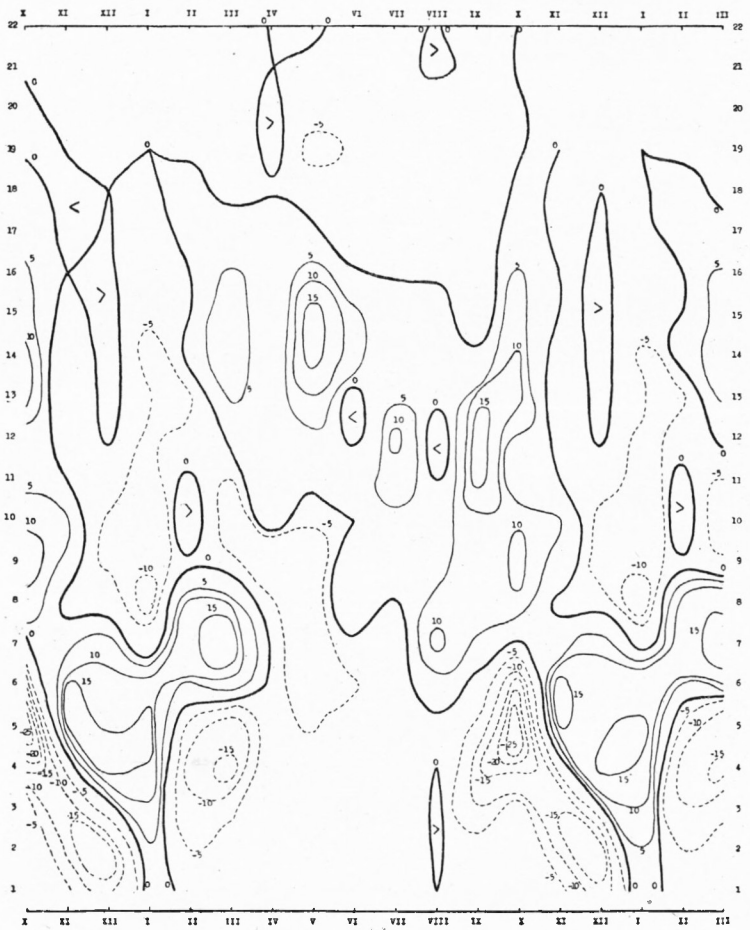

Abb. 6. Isoplethäre Darstellung der Häufigkeitsunterschiede II–I

deln sollte, müssen in bestimmten Abschnitten zu finden sein, falls eine gewisse Ordnung dahinter steckt. Daß das letztere der Fall ist, ist der unmittelbare Eindruck von Bild 6.

Wir wollen in einem neuen Bilde nun die Lage der maximalen Abweichungen von + und — aus dem Bilde 6 übertragen.

Da in manchen Monaten mehrere Häufungs- und Verarmungsbereiche anzutreffen sind, war es nötig, die Hauptmaxima und Minima von den sekundären zu unterscheiden. Die Hauptmaxima sind durch zwei, die sekundären durch einen Ring kenntlich gemacht; die Stellen stärkster negativer Abweichung sind durch fette, die sekundären durch magere Punkte gekennzeichnet.

Wir verfolgen zunächst die Lage der Hauptmaxima, die sich zwanglos zu einem Linienzug *ABCDABC* zusammenfassen lassen. Darnach sind die + Gebiete nach dem jährlichen Gang von *M—m* angeordnet, den wir in den Bildern 4 und 5 kennen gelernt haben. Eine Sonderregelung besteht aber in den Sommermonaten: Die Überschußgebiete sind auf den Linienzug *EFG* abgesunken, was an die gewohnten som-

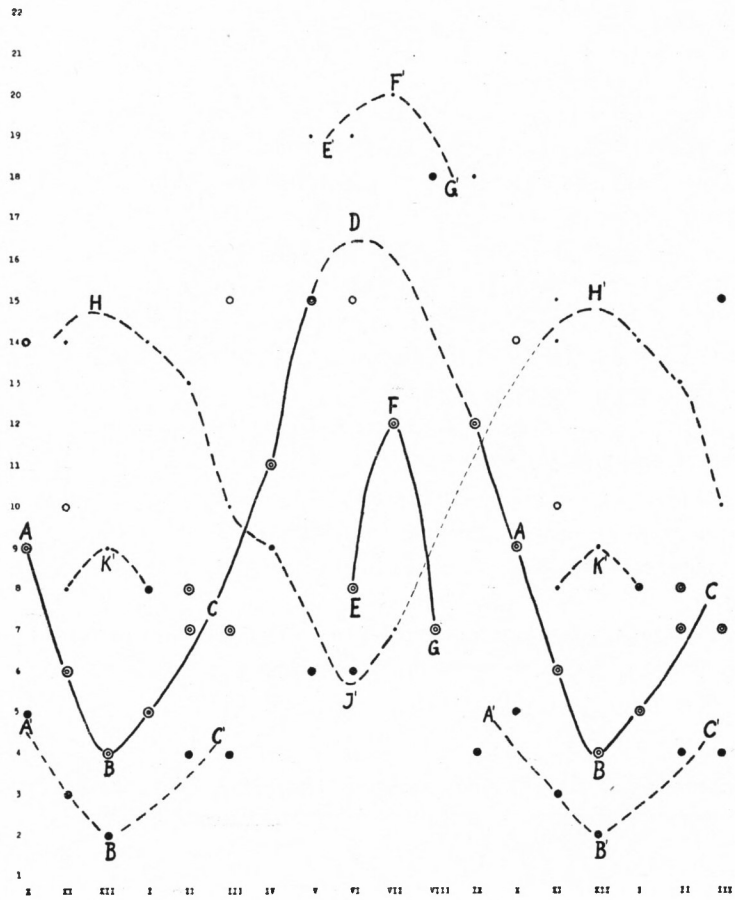

Abb. 7
Darstellung der Bewegung der Steig- und Fall-Gebiete von Bild 6

merlichen „Verwerfungen" erinnert, die sich im Gang der Temperatur als Einfluß der „Sommermonsunlage" äußern.

Die im Abschnitte II gegenüber I eingetretene Klimaschwankung kann also, soweit es das klimatologische Element *M—m* anlangt, dahin beschrieben werden, daß die maximalen + Änderungen nicht regellos über die einzelnen Monate des Jahres verteilt sind, sondern selbst sich dem Jahresgang von *M—m* anpassen, der auch im Juni, Juli und August entsprechend der „Verwerfung" durch die sommerliche Monsunlage in einem tieferen Niveau fortgesetzt wird.

Aus den sekundären Maxima können wir keine innere Verbundenheit ablesen, nur eines ist beachtlich: Keiner der sekundären Werte liegt tiefer als der Hauptwert.

Die kompensierenden Minima könnten, wenn nur der Zufall waltete, irgendwo liegen; es lassen sich aber auch für sie einige Zusammenfassungen vornehmen:

Im allgemeinen entnehmen die Maxima ihren Überschuß den tieferen Amplitudenwerten; das gilt vor allem für den Winter, wo sich ein Linienzug A' B' C' in paralleler Führung zu A B C ziehen läßt. Nur im Januar liegt das kompensierende — bei höheren Werten. Wir verweisen ferner auf den Linienzug E' F' G', der zum Ausgleich für das winterliche Verhalten über dem korrespondierenden Zug E F G liegt. Die Absenkung der Höchstwerte im Juni erfolgt also vornehmlich auf Kosten der sommerlichen Höchstwerte, ebenso wie die Steigerung der winterlichen Werte auf Kosten der kleinen Tagesamplituden vor sich geht.

Es gibt noch einige Nebenhandlungen für die Minima zu vermerken: Die Gruppe K', die spiegelbildlich zu B' gelegen ist, ferner der Linienzug H' J', der als spiegelbildlicher Vorgang zur Hebung B C D erscheint. Es wäre an sich ein natürlicher Vorgang, wenn der Verlauf der Minima spiegelbildlich zu dem der Maxima erfolgt wäre; die Lage des einen sekundären Minimums im Juli (ein Hauptminimum in diesem Monat fehlt) weist in Richtung auf H', womit sich die Spiegelbildlichkeit vollenden würde, für die dann das Stück K' ein abgesunkenes Teilstück bedeuten könnte.

Die Bilder 4 und 5 sollen nicht den Eindruck hinterlassen, als enthielten sie die größten Tagesschwankungen der Temperatur. Die Anzahl der über 22 bzw. 21 Grad gelegenen Amplituden ist aber so gering gewesen, daß um ihretwillen die Bilder nicht erweitert zu werden brauchten.

Man ist leicht geneigt, die ganz großen Werte der Temperatur und damit auch der Tagesschwankung derselben als dem Zufall überlassen anzusehen. Daß das für $M - m$ nicht gilt, ist aus Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3

Ausgeglichene Werte der Häufigkeit großer Tagesschwankungen der Temperatur

	Abschnitt I								Abschnitt II							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
20°	23	41	**55**	46	44	38	**41**	8	15	**43**	**43**	34	28	24	**40**	6
21°	15	**22**	21	23	25	15	**28**	3	4	**22**	20	14	9	20	**23**	4
22°	13	**14**	4	8	12	8	**20**	1	1	**14**	7	2	1	**10**	9	1
23°	4	**5**	2	0	3	3	**8**	0	0	**6**	1	0	0	2	**3**	0
24°	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	**2**	0

Um die Unterschiede deutlicher hervortreten zu lassen, sind in Tabelle 3 die ausgeglichenen Werte $a + 2b + c$ eingetragen, nicht die Viertel davon, was beim Vergleich mit den Isoplethen der Bilder 4 und 5 zu beachten wäre.

Übereinstimmend ergibt sich in beiden Abschnitten, daß die ganz großen Tagesschwankungen der Temperatur — es kamen auch noch einzelne über 24 Grad gelegene vor — zwei Zeiten größerer Häufigkeiten haben: Vor dem Eintritt der sommerlichen Monsunlage und nach dem Abklingen derselben. Es entspricht das einerseits der Erfahrung, daß häu-

fig dem Eintritt der sommerlichen Monsunlage extrem hohe Temperaturen vorausgehen, und daß erst nach dem Juli, oft erst nach dem August der „Strahlungs-Sommer" einzutreten pflegt.

Die Sonderstellung des Juni erfahren wir auch, wenn wir aus den Bildern 4 und 5 die Temperaturwerte entnehmen, die in jedem Monat am häufigsten vorkamen und die dazugehörigen Häufigkeitszahlen.

Tabelle 4

Amplituden der Temperatur bei den Scheitelwerten der Häufigkeiten

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Abschnitt I	4	5	8.5	9	9	13	9	9	8	6	4	4
Abschnitt II	5	6	7	9.5	13.5	14	9	8	8	7	5	4
Mitteleuropa	3.4	4.7	6.6	8.3	8.9	8.5	8.8	8.5	8.3	6.0	3.7	2.8

Die Übereinstimmung in den beiden Zeitabschnitten ist gut; stärkere Abweichungen sind nur im Mai zu finden, der im Abschnitte II seinen Scheitelwert bei einer zwischen 13 und 14 Grad gelegenen Tagesschwankung erreichte; auch darin drückt sich die schon erwähnte kompensatorische Bewegung gegenüber dem Juni aus: Dem verstärkten Monsuneinfluß im Abschnitte II im Juni ging ein kontinentalerer Mai voran. Daß zwischen beiden Vorgängen eine innere Beziehung besteht, darf nach den Erfahrungen im Wetterdienst angenommen werden, die recht oft erkennen lassen, daß sich extreme Wetterlagen unmittelbar folgen.

Es war noch von Interesse, die Werte von $M - m$, wie sie den Häufigkeitsgipfeln entnommen wurden, mit den wahren, periodischen Tagesschwankungen der Temperatur zu vergleichen. Wir übernehmen zu diesem Zwecke die Werte für Mitteleuropa (Paris, Bern, München, Berlin, Wien), die im Lehrbuche von HANN-SÜRING, 5. Aufl. 1939 S. 136 zu finden sind. In einigen Monaten passen die für Bamberg ermittelten häufigsten Temperaturschwankungen gut in die Reihe der mittleren (periodischen) täglichen Temperaturschwankungen, so besonders in den eigentlichen Sommermonaten Juli, August und September. Dagegen weist der Juni die stärksten Abweichungen auf; das Mittel wird durch die monsunalen Vorgänge stärker gedrückt als es dem eigentlichen Klimaaufbau im Juni entspricht.

Die Mittelwertsklimatologie findet durch die Häufigkeitsveranlagung eine erwünschte Ergänzung.

Daß die soviel höheren Scheitelwerte der Tagesschwankung im Juni und teilweise auch im Mai sich in der Mittelbildung nicht durchsetzen können, erfahren wir aus den Häufigkeitszahlen, mit denen die Werte der Tabelle 4 vertreten waren.

Selbst die häufigsten Amplituden im Dezember sind nur mit geringen Werten vertreten: 121 Fälle im Abschnitte I, 137 Fälle im Abschnitte II von insgesamt 775 Fällen; noch geringer ist die Präzision der Sommerscheitel, die nur mit etwa einem Zehntel der Fälle in die Rechnung eingehen. Daß man die Mittelwerte eines meteorologischen Elementes nicht für prognostische Zwecke gebrauchen kann, ist bedauerlich; daß aber auch die Scheitelwerte sich dieser Verwendung entziehen, muß für die Beurteilung der Aussichten einer Langfristvorhersage nur auf statistischer Grundlage immer wieder betont werden.

Wenn die Natur unpräzise arbeitet, wie es Bild 8 für dieses doch sehr „wettermäßige" meteorologische Element erkennen läßt, begegnet das Problem der Wettervorhersage nicht nur den subjektiven Schwierigkeiten der „Unbestimmbarkeit", sondern fast dem Eindruck einer objektiven „Unbestimmtheit".[1]

Um so merkwürdiger erscheinen dann kollektive Besonderheiten, wie die Hebung vom Juniwert bis zum Augustwert und die charakteristische Absenkung zum September, die man trotz ihrer zahlenmäßigen Kleinheit als reell ansprechen darf, da sie in den beiden unabhängigen Reihen I und II zutage tritt.

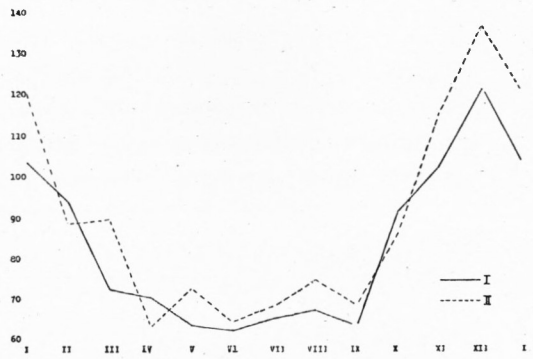

Abb. 8
Häufigkeitswerte der Maxima der Bilder 4 und 5

M — m, das in einem reinen Strahlungsklima einen klaren Zusammenhang mit dem Sonnenstande zeigen müßte, ist auch vom „Wetter" abhängig. Man muß daher von der Gruppierung nach Monaten, die alles im Zeitraffer zeigt, zur Beobachtung unter der Lupe

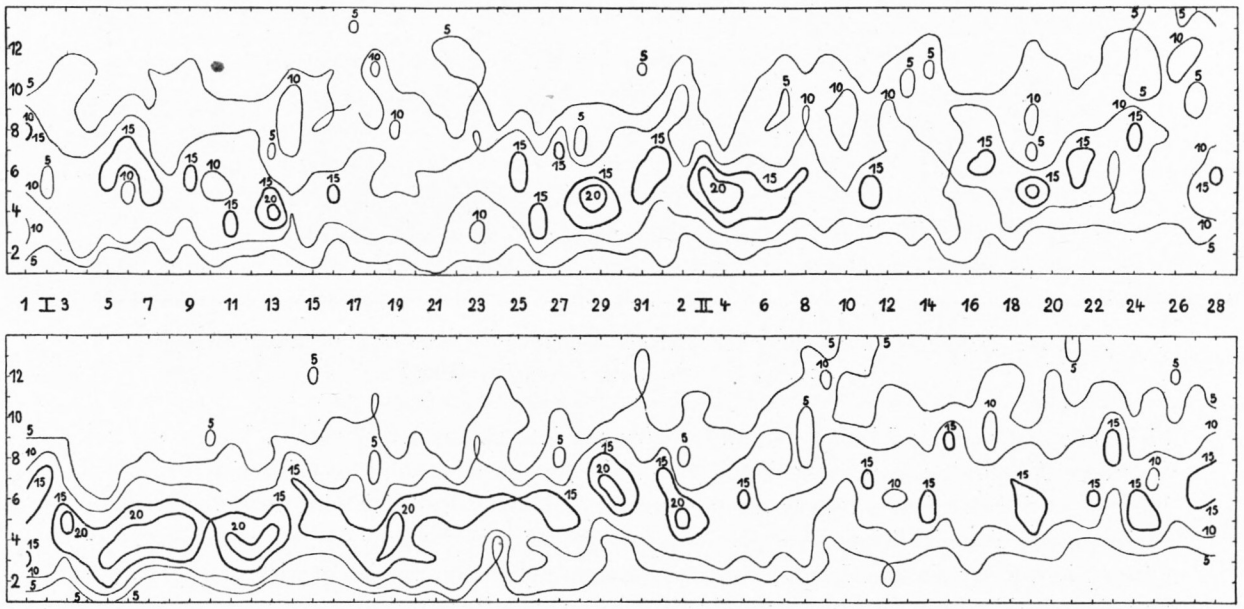

Abb. 9
Isoplethäre Darstellung der täglichen Temperaturschwankung im Januar und Februar im Abschnitte I oben, im Abschnitte II unten

[1] Vgl. hierzu H. Driesch, „Freiheit im Rahmen der Physik" in Biologische Probleme höherer Ordnung Sammlung Bios A. Meyer-Abich, Hamburg Bd. 11, 1941.

übergehen und auf Tageswerte zurückgreifen. Nachdem eine gewisse kalendermäßige Bindung des Wetters feststeht, werden Monatsmittel immer nur Vorarbeit bedeuten, der eine tageweise Untersuchung folgen muß, um anstelle der willkürlichen Monatseinteilung zu einer „natürlichen" Zerlegung des meteorologischen Jahres zu gelangen. Das ist zwar ein mühsames Vorgehen, lohnt aber durch die Verlebendigung, die die Klimatologie dadurch erfährt. Man lernt dabei die einzelnen Klimaabschnitte herauszuschälen, die sicher

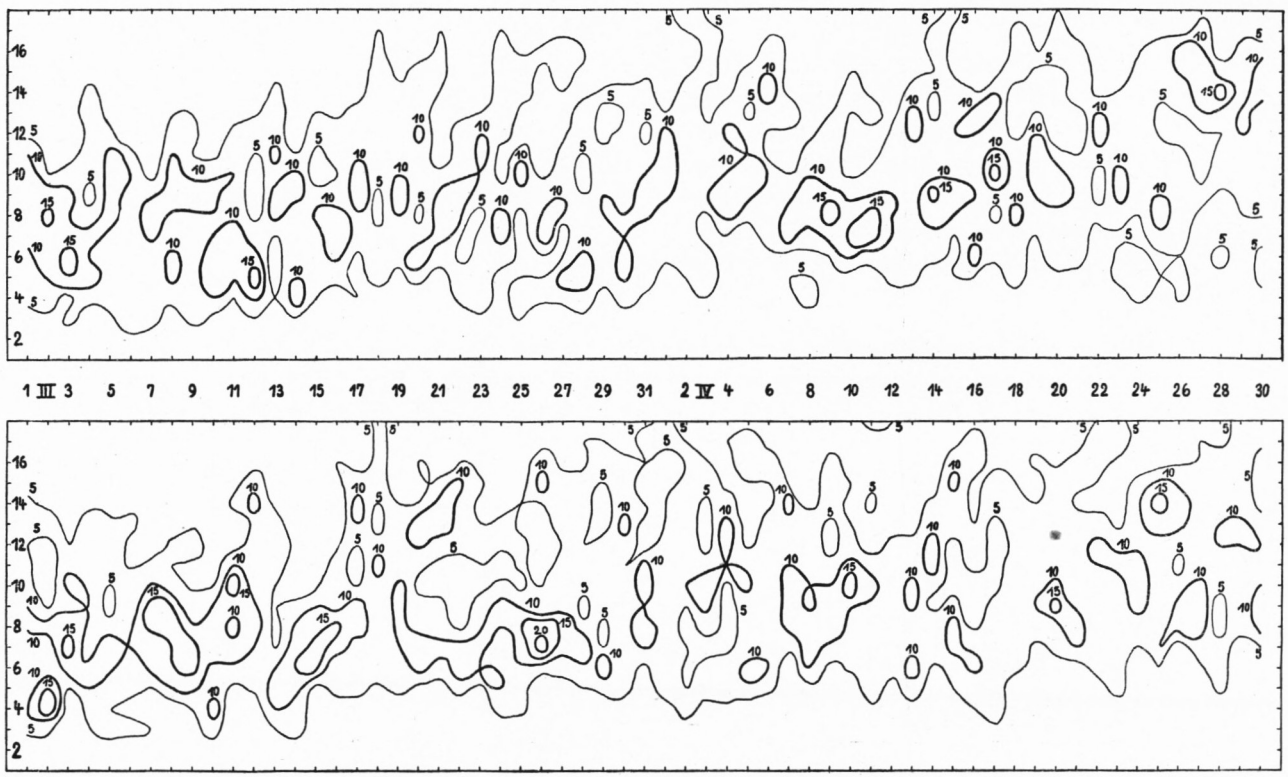

Abb. 10. Isoplethäre Darstellung der täglichen Temperaturschwankung im März und April im Abschnitte I oben, im Abschnitte II unten

nicht am ersten eines Monats beginnen oder am letzten desselben enden. Wenn wir die einzelnen Abschnitte in verschiedenen Jahren herauspräparieren, ihre zeitlichen Verschiebungen und Intensitätsschwankungen ermitteln, dann bahnt sich eine Anatomie des Klimas an, ein wirkliches Verstehen desselben, das uns die gewohnten Witterungsvorgänge nicht mehr als eine Laune, sondern als den mehr oder minder gewissenhaften Vollzug eines bestimmten Programms der Witterung erkennen läßt.

HÄUFIGKEITSVERTEILUNG AN DEN EINZELNEN TAGEN

Die tageweise Veranlagung der Häufigkeit, mit der die einzelnen Temperaturamplituden vorkamen, ergab in beiden Abschnitten, daß neben der zu erwartenden zu-

fallsmäßigen Anordnung offensichtlich auch kalendermäßige Bindungen, wie wir sie in früheren Untersuchungen für andere meteorologische Elemente bereits kennen gelernt hatten, vorhanden sind.

Um das Zurechtfinden zu erleichtern, wurden in den Bildern 9–14 nicht die Originalwerte der Häufigkeit eingetragen, mit der eine bestimmte Temperatur vorgekommen war, sondern die für jeden Tag (also in der Vertikalreihe) nach der schon benutzten Formel $a + 2b + c$ ausgeglichenen Werte, wobei diesmal nicht die Viertel genommen wurden, sondern die ganzen Summen, da wir auf diese Weise angesichts der je 25jährigen Zusam-

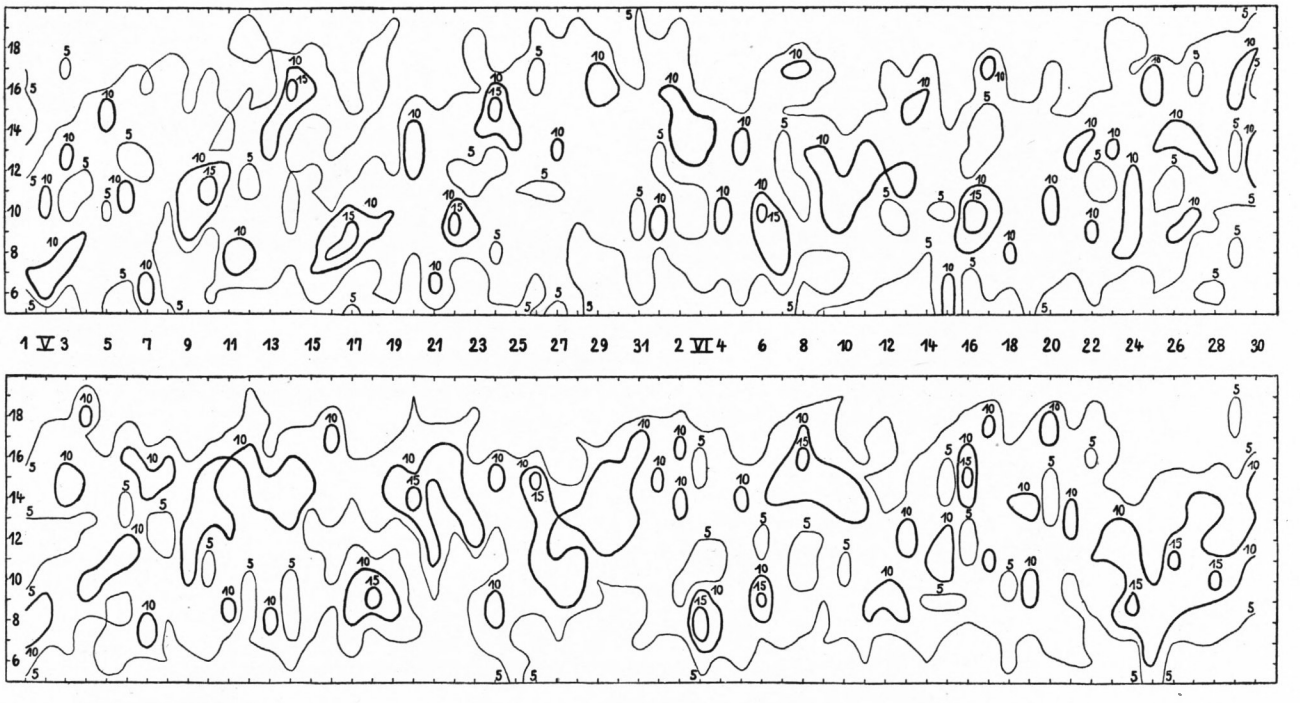

Abb. 11
Isoplethäre Darstellung der täglichen Temperaturschwankung im Mai und Juni im Abschnitte I oben, im Abschnitt II unten

menfassungen durch Division mit 100 bequem die Prozente erhielten, mit der eine bestimmte Temperaturamplitude vorgekommen war. Aus den Bildern sind also unmittelbar die Prozente zu entnehmen.

Aus Gründen der Sparsamkeit sind für die einzelnen Monate jeweils nur die für den betreffenden Monat charakteristischen Amplitudenwerte eingetragen worden; der Sommer kennt, wie wir schon bei der Darstellung der Monatsmittel sahen, im allgemeinen keine sehr kleinen, der Winter keine sehr großen Tagesschwankungen.

Beim Vergleich der übereinanderstehenden Bilder sind die Stellen der Übereinstimmung leicht aufzufinden. Manchmal finden sich dieselben Häufungs- oder Verarmungsbereiche am nämlichen Tage und beim nämlichen Amplitudenwert; manchmal muß man einen oder zwei Tage vor oder zurückgehen, um auf die entsprechende Singularität zu

stoßen; manchmal findet man eine Singularität des oberen Bildes bei einem höheren oder tieferen Amplitudenwert als unten. Da sich im Laufe der vorliegenden Veröffentlichung öfter Gelegenheit gibt, korrespondierende Singularitäten kennen zu lernen, wurde in den Bildern 9 bis 14 darauf verzichtet, sie hier hervorzuheben, um die Betrachtung der Bilder nicht zu stören. Man beachte auch stets die Minimalstellen, die ebenso kalendermäßig verankert sind wie die Maximalstellen. Man kann z. B. feststellen, daß am 26. Mai im Abschnitte I, am 25. Mai im Abschnitte II die Grenze 10 nicht überschritten wurde.

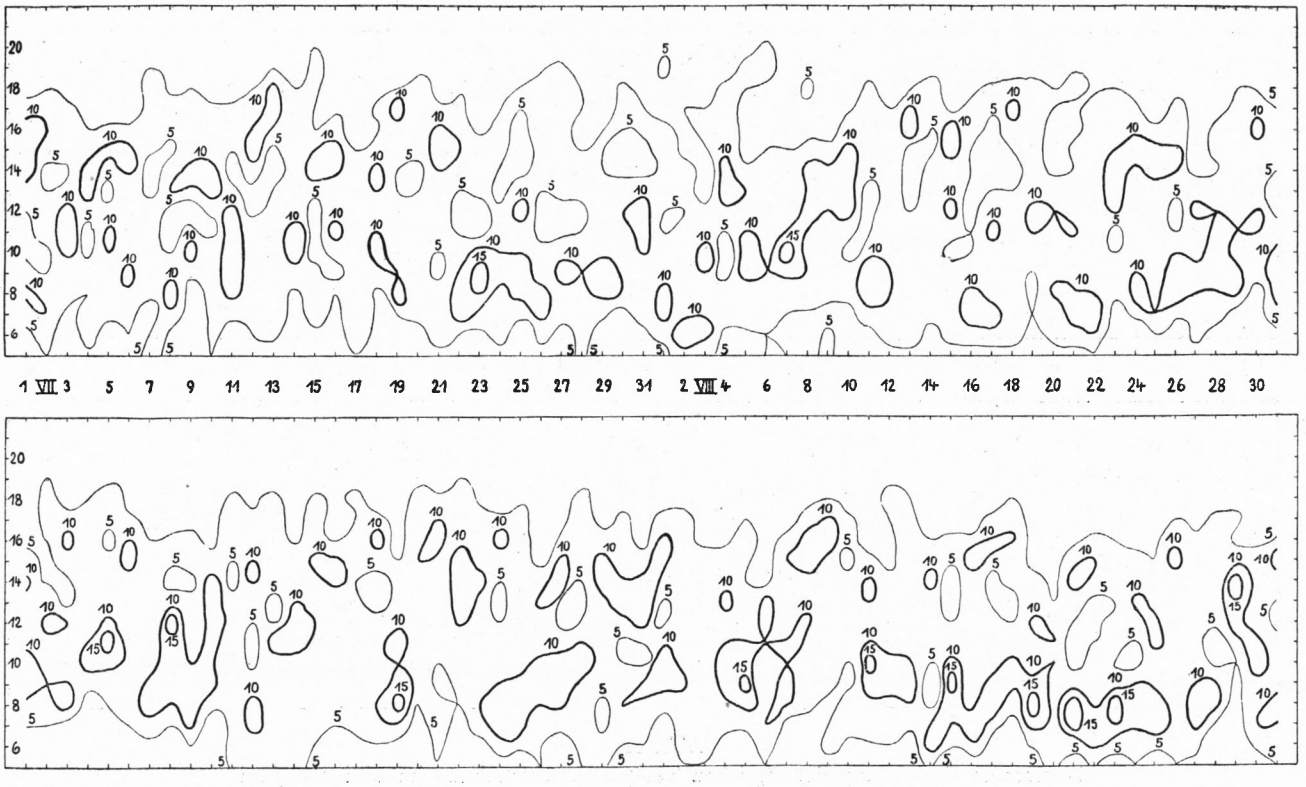

Abb. 12
Isoplethäre Darstellung der täglichen Temperaturschwankung im Juli und August im Abschnitte I oben, im Abschnitte II unten

VERLAGERUNG UND AUFSPALTUNG DER HÄUFIGKEITSGIPFEL

Was wir schon bei der Zusammenfassung nach Monaten erfuhren, wiederholt sich bei der Verteilung auf einzelne Tage: Wir finden Tage, an denen ein bestimmter Amplitudenwert ein beachtliches Maximum der Häufigkeit erreichte; daneben gibt es aber viele Tage, an denen sich neben einem Hauptmaximum der Häufigkeit noch ein konkurrierender Nebenwert bemerklich macht. Das ist insbesondere im Sommer der Fall, wo die Aufspaltung des Maximums wegen der geringeren Präzision der Maxima leichter erfolgen kann. Das individuelle Verhalten der einzelnen Tage des Jahres zeigt sich u. a. darin,

daß an aufeinanderfolgenden Tagen die Maxima bei verschiedenen Amplituden zu finden sind, die aber auch nicht zufallsmäßig angeordnet erscheinen, sondern ein geregeltes Auf und Ab erkennen lassen. Wenn man für einen Augenblick die Maxima der Bilder 9–14 als nur für ein Jahr gewonnen annimmt, kann man eine Aufeinanderfolge bestimmter Wetterlagen herauslesen, die dieselbe Folge von Tagesamplituden der Temperatur ergeben würden. Rückt das Maximum von niederen zu höheren Werten

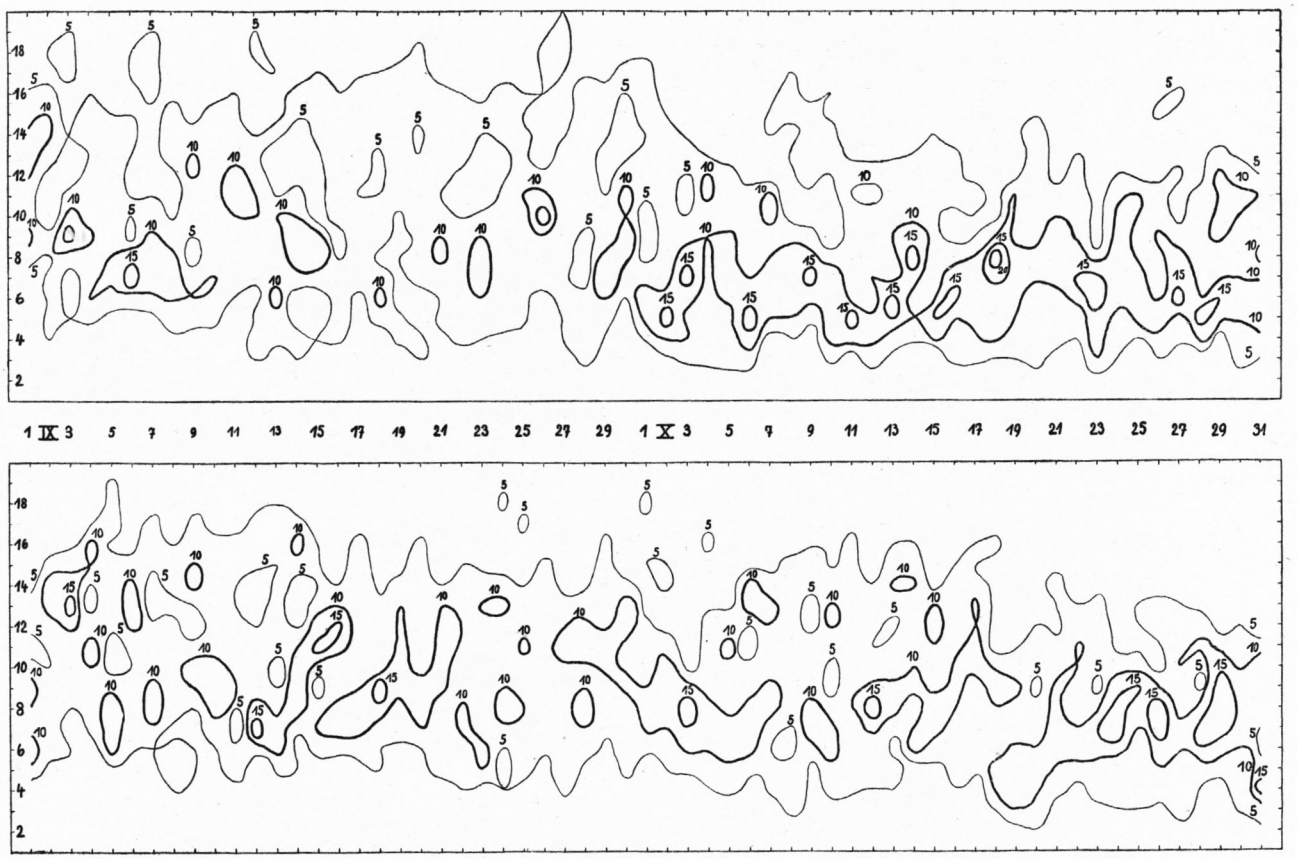

Abb. 13
Isoplethäre Darstellung der täglichen Temperaturschwankung im September und Oktober im Abschnitte I oben, im Abschnitte II unten

vor, dann wird man darin eine „Besserung der Wetterlage" ersehen usw. Da aber Bild 9–14 das Filtrat von je 25 Jahren enthält, müssen wir wohl von „kollektiven Wetterlagen" sprechen, d. h. Wetterlagen, die sich an bestimmten Tagen des Jahres häufiger einzustellen pflegten, als es nach dem Zufall zu erwarten gewesen wäre.

Daß wir zu dieser Annahme berechtigt sind, mag Bild 15 erläutern, in dem für einen Winter-Ausschnitt der Verlauf der maximalen Häufigkeit aus Bild 9 und 14 in größerem Maßstabe übertragen wurde.

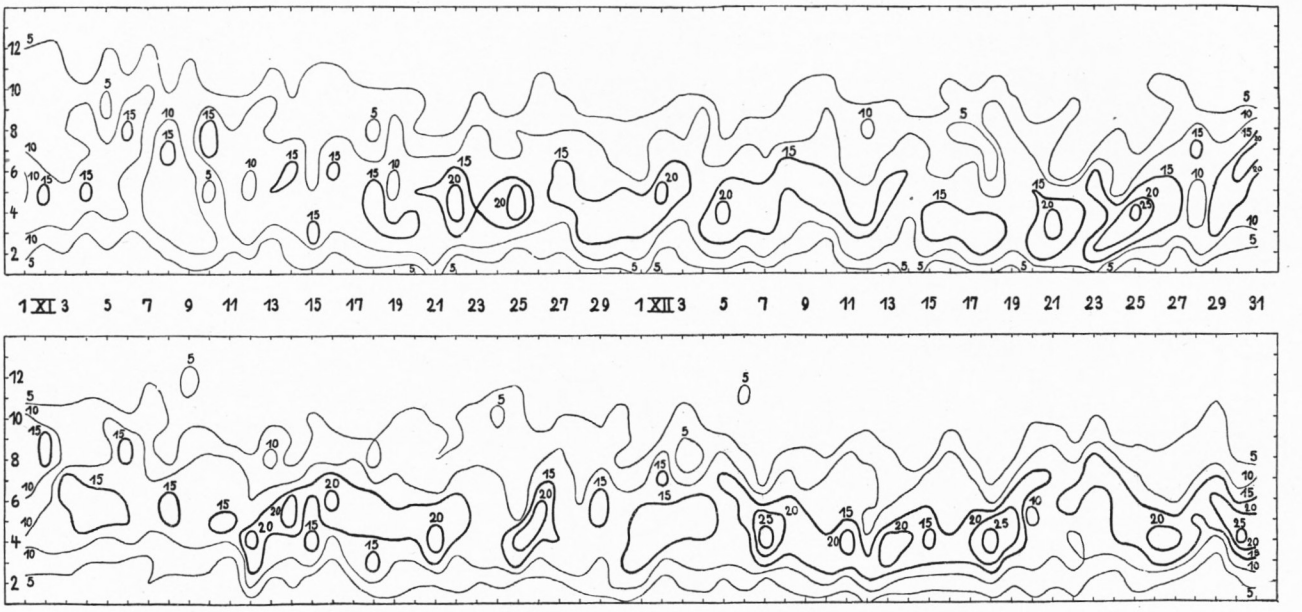

Abb. 14. Isoplethäre Darstellung der täglichen Temperaturschwankung im November und Dezember im Abschnitte I oben, im Abschnitte II unten

Zur Orientierung sind einige der Spitzen und Senken durch gleiche Ziffern bzw. Buchstaben hervorgehoben. Wir ersehen eine recht gute Übereinstimmung in den beiden Abschnitten, die sich nicht nur auf die Kalenderangaben sondern auch auf die Tagesamplituden erstreckt. Abweichungen um 2 Tage sind selten; desgleichen liegen die Unterschiede der Amplituden durchaus im Rahmen der zwischen I und II gegebenen Klimaschwankungen. Wenn nur einzelne Spitzen und Senken übereinanderlägen, würde man eine

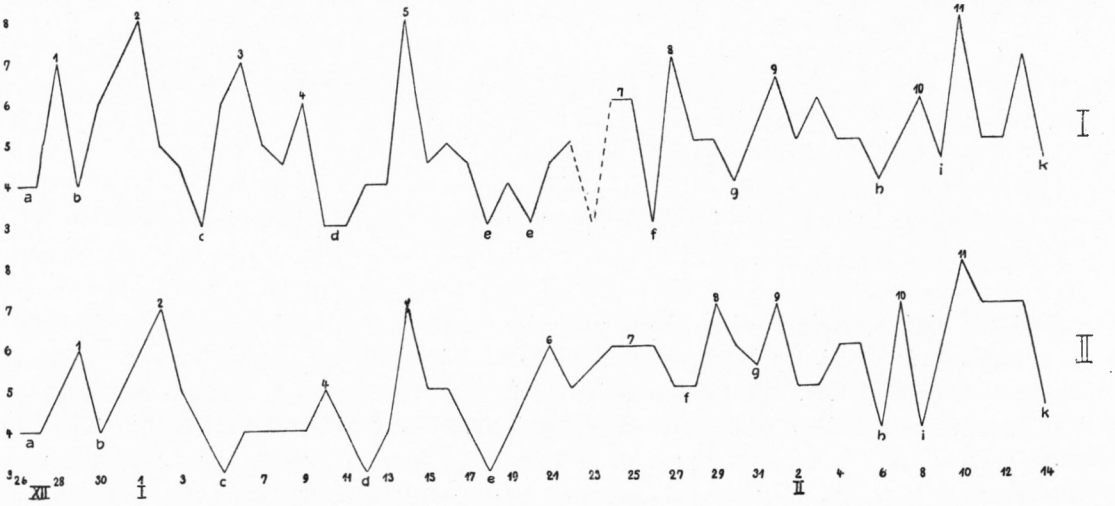

Abb. 15. Lage des Maximums der Häufigkeit einer Tagesamplitude vom 26. Dezember bis 14. Februar in den beiden unabhängigen Zeitabschnitten I und II

schwere Abwehr des Gedankens an ein Zufallsergebnis zu bestehen haben; aber wir bemerken auch viele konforme Gänge, wie z. B. von *b* über 2 nach *c*, in beiden Reihen eine 6tägige Angelegenheit.

Ähnlich war die Feststellung für andere Abschnitte des Jahres. Wir können aber die Beigabe der weiteren Bilder dieser Art sparen, da sich Gelegenheit ergeben wird, auf diese Fragen in anderer Darstellung zurückzukommen.

VERLAUF DER HÄUFIGKEIT BESTIMMTER AMPLITUDENWERTE

Nach dieser Erfahrung mit dem Jahresgang der maximalen Häufigkeit lag es nahe, zu untersuchen, ob der Jahresgang einzelner Amplitudenwerte einen kontinuierlichen Verlauf oder ebenfalls Stellen größerer oder geringerer Häufigkeit im Wechsel

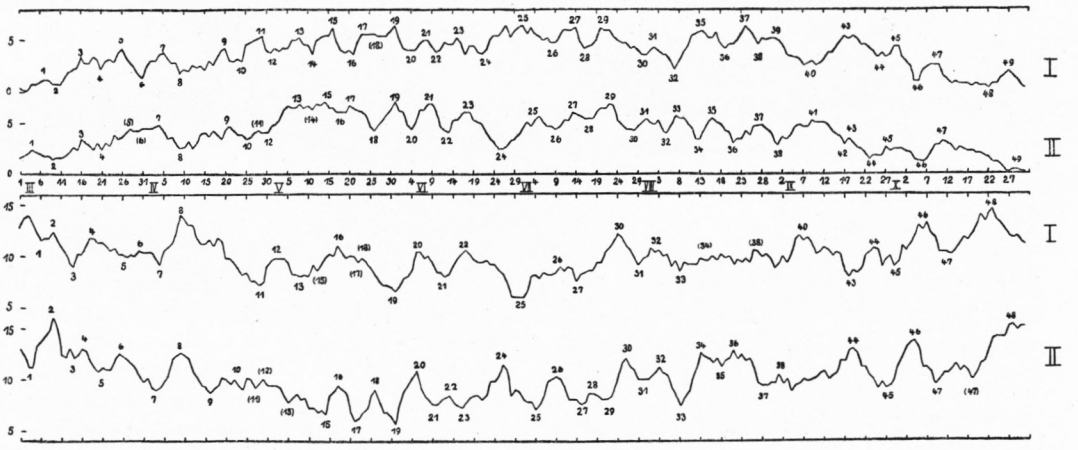

Abb. 16
Gang der Häufigkeit, mit der eine Tagesamplitude von 15–17 Grad (oben) bzw. von 6–10 Grad (unten) in den Zeitabschnitten I und II vertreten war. (Ausschnitt für März bis Oktober)

zeigen würde. Ich habe, um im Urteil darüber ganz sicher zu gehen, für jeden Amplitudenwert die Auszählung vorgenommen, brauche aber hier nur ein paar Beispiele zu bringen, an denen alles Wesentliche ersehen werden kann.

Um von den zufälligen Streuungen unabhängiger zu werden, die sich naturgemäß vordrängen mußten, wenn man den Gang eines einzelnen Amplitudenwertes verfolgte, wurden die Amplituden 15–17 zusammengenommen, die man als Vertreter schönen Wetters ansehen darf. Zur weiteren Ausmerzung von Zufälligkeiten wurden die Werte in fortlaufenden Pentadenmitteln berechnet.

Zur Bewertung der Zahlen in diesem und den folgenden Bildern ist zu sagen, daß sie angeben, wie oft in den 25 Jahren eine Amplitude von 15–17 Grad usw. erreicht wurde.

Es zeigen sich auch für diese Größen kalendermäßige Bindungen, über deren Realität man durch den Vergleich der übereinanderstehenden Abschnitte I und II eine beruhigende Auskunft erhält. Zur leichteren Überschau sind einige markante Punkte, deren Identifizierung mir gesichert erscheint, durch gleiche Ziffern kenntlich gemacht. Im allgemeinen

gibt es soviel Übereinstimmung, daß es wohl berechtigt ist, die Stellen, an denen keine Übereinstimmung besteht, als ein Ergebnis klimatischer Unterschiede der 25 Jahre vor und nach 1905.5 anzusehen.

Wie bei den Singularitäten anderer meteorologischer Elemente hat man gelegentliche zeitliche Verschiebungen und vor allem Umwertungen der Ordinatenwerte (Häufigkeiten) vorzunehmen, um zusammengehörige Vorgänge herauszufinden.

Betrachtet man die Häufigkeiten für den Amplitudenbereich von 6–10 Grad, die in derselben Weise zusammengefaßt und fünftägig ausgeglichen wurden, dann findet man manches spiegelbildliche Verhalten, was vor allem darin zum Ausdruck kommt, daß die ungeraden Ziffern, die oben die Maxima markierten, unten an den Minimalstellen anzutreffen sind. Es ist natürlich damit kein neues Ergebnis gewonnen, weil an Tagen, an denen sommerliche Amplitudenwerte überwogen, die Schlechtwetteramplitudenwerte in der Minderzahl vorhanden sein mußten, aber wir haben eine angenehme Bestätigung der Ordnung der Wettervorgänge, als deren Ausdruck wir alle Singularitäten bisher erkannt haben.

In Erinnerung an Tabelle 3 und die sich daran anschließenden Betrachtungen wollen wir im Bild 17 den Verlauf noch höherer Amplitudenwerte kennen lernen. Wir müssen uns mit den Amplituden 19–21 Grad begnügen, da die noch höheren Werte zu spärlich vorkamen.

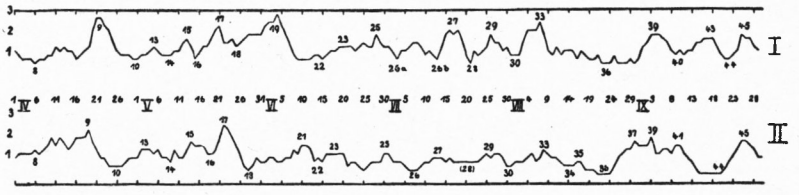

Abb. 17
Verlauf der Häufigkeit einer Temperaturschwankung von 19–21 Grad in den Zeitabschnitten I und II (fortlaufende Pentadenmittel). Ausschnitt für April bis September

Um die Schwankungen deutlicher hervortreten zu lassen, sind diesmal die Ordinaten im doppelten Maßstabe aufgetragen, worauf für einen eventuellen Vergleich mit dem vorangegangenen Bilde aufmerksam gemacht sei.

Trotz der geringen Zahl von Fällen, die dem Zufall reichlich Gelegenheit zur Betätigung bot, kann man die meisten Spitzen und Senken in den beiden Abschnitten identifizieren; soweit Beziehungen zum Bilde 16 zu erkennen waren, wurden die gleichen Ziffern verwendet.

Will man das Ergebnis etwa progonostisch umdeuten, dann wird es zu lauten haben: Ob in einem Einzeljahre ein Amplitudenwert von 19–21 Grad eintritt, läßt sich nicht im Voraus angeben. Aber wenn er eintritt, dann nicht zufällig an irgendeinem Datum, sondern bevorzugt an den durch die Ziffern kenntlich gemachten Terminen. Für den Forscher ist das Ergebnis erfreulich, für den Prognostiker höchstens eine Hilfe. Daher wäre es auch nicht ratsam, Singularitätenkalender an die Öffentlichkeit gelangen zu lassen, die ohne gleichzeitige verständnisvolle Überprüfung der ganzen Wetterlage nur zu Fehlschlüssen Anlaß geben und die Singularitäten diskreditieren müßten.

Wir wollen noch ein Beispiel aus dem Winterhalbjahre kennen lernen.

Entsprechend der schon erwähnten Zusammendrängung der Temperaturamplituden im Winter finden wir höhere Häufigkeitszahlen, aber ebenfalls keinen kontinuierlichen Anstieg derselben bis zum Wintermaximum. Die Übereinstimmung in beiden Abschnitten ist befriedigend für die Zeit vor dem 1. Dezember und wieder nach dem 16. Januar. Das Zwischenstück zeigt auch alle wesentlichen Wellen in beiden Abschnitten, aber um ungewohnte Beträge verschoben. Wir finden z. B. das sehr markante Hauptmaximum des Winters im Abschnitt I am 23. Dezember, im Abschnitt II schon am 13.–15. Dezember. Auch die vorgelagerten Täler 14 und 16 sind im Abschnitte II vorverlegt. Eine gleichgeartete, aber bereits abgeschwächte Verschiebung finden wir bei den Gipfeln 17 und 19, dann scheint die zeitliche Ordnung wiederhergestellt.

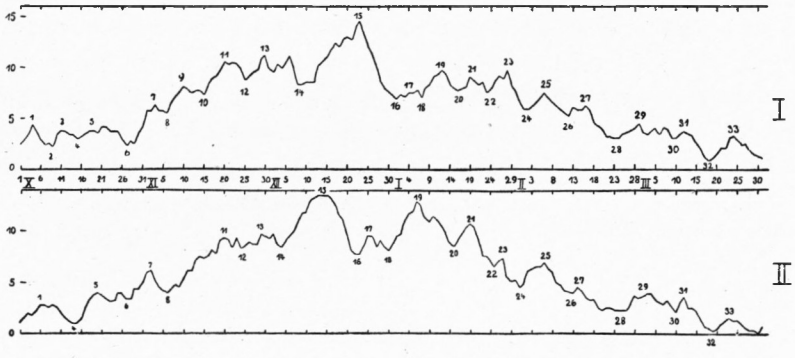

Abb. 18
Gang der Häufigkeit einer Temperaturamplitude von 2–4 Grad in den Wintermonaten in den Zeitabschnitten I und II

Wir haben gesehen, daß sich die Ozeanisierung des Klimas von I nach II vor allem im Winter bemerklich machte, und können hierzu vom Standpunkte der wiederkehrenden Wetterwendepunkte aus berichten, daß die Wettervorgänge an sich in beiden Abschnitten die gleichen geblieben sind, daß sie aber sowohl einer zeitlichen Verschiebung wie einer Änderung der relativen Häufigkeiten unterworfen waren.

Ähnlich waren die Feststellungen für alle anderen Amplitudenwerte. Aus Ersparnisgründen mußte auf die Beigabe weiterer Bilder verzichtet werden, doch darf versichert werden, daß die Ausschnitte, die hier beigegeben wurden, nicht so gewählt wurden, daß eine möglichste Übereinstimmung der Singularitäten richtunggebend war.

VERLAGERUNG VON SINGULARITÄTEN

Im allgemeinen fanden wir korresponierende Punkte der Reihen I und II nur um wenige Tage verschoben. Die einzige größere Verlagerung erfolgte, wie wir gesehen haben, zwischen dem 1. Dezember und 16. Januar; sie ist, im Rahmen der Singularitäten gesehen, der Hauptträger der zwischen I und II bestehenden Klimaverschiebung, der wir daher noch etwas nachgehen müssen.

Entsprechend unserer Feststellung, daß die Tagesamplitude der Temperatur ihre Extreme nicht im Juli und Januar erreicht, in denen die Extreme der mittleren Temperaturen liegen, sei zunächst darauf verwiesen, daß das Jahresmaximum der Häufigkeit einer Tem-

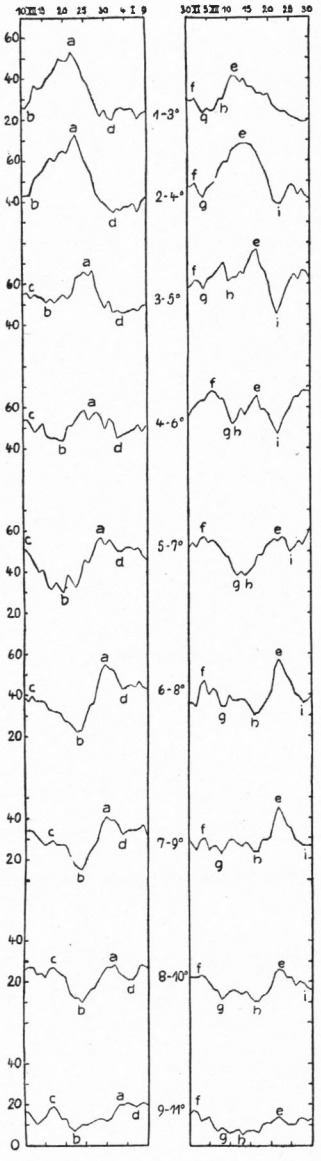

Abb. 19 Gang der Häufigkeit bestimmter (in der Mitte beigeschriebener) Tagesamplituden der Temperatur für die Zeit vom 10. Dezember bis 9. Januar im Abschnitte I (links), für die Zeit vom 30. Dezember bis 30. Januar im Abschnitte II (rechts)

peraturamplitude von 2–4 Grad im Abschnitte I (Punkt 15 der Abb. 18) auf den 23. Dezember, also so nahe an die Wintersonnenwende fällt, daß man nicht gerne an einen Zufall denken möchte. Um so eindrucksvoller ist darum die Verschiebung des Gipfels 15 im Abschnitte II, die wir im Bilde 19 etwas näher kennen lernen wollen.

Da es sich in diesem vergrößerten Ausschnitt um die Verfolgung einiger Singularitäten über einen größeren Amplitudenbereich handelte, wurden einander entsprechende Punkte durch gleiche Buchstaben bezeichnet; es entspricht dem Punkte 15 der Abbildung 18 hier der Buchstabe a im Abschnitte I, e im Abschnitte II. Die verschiedene Bezeichnung geschah, um ganz sicher keine vorgefaßte Meinung über die Zuordnung in die Abbildung hineinzutragen.

Zur Warnung vor einer zu weit gehenden prognostischen Auswertung der Singularitäten wollen wir die für den präzisesten Wert der ganzen Reihe geltenden Verhältnisse klarlegen: Wir finden im Abschnitte I im Amplitudenbereich von 2–4 Grad den Gipfel der Häufigkeit am Punkte *a* mit dem Werte 73. In der vom 21. bis 25. Dezember reichenden Pentade lag also die Temperaturamplitude in 73 von 25mal 5 Fällen zwischen 2 und 4 Grad. Selbst die Häufigkeit dieses besten Gipfels erreicht demnach noch nicht 60% der Fälle.

Wesentlich präziser als die Einzelwerte sind dagegen die relativen Häufigkeiten. Wenn wir z. B. in diesem Intervall weiter gehen, finden wir ein Minimum von 35 in 125 Fällen in der Pentade vom 30. Dezember bis 3. Januar. Als Absolutwert ist auch dieses Minimum nicht zu gebrauchen, aber für die Strukturforschung ist es von Interesse, zu sehen, daß die Wahrscheinlichkeit einer Tagesschwankung der Temperatur von 2–4 Grad in der Pentade vom 21. bis 23. Dezember mehr als doppelt so groß war als die einer gleichen Tagesamplitude in der Zeit vom 30. Dezember bis 3. Januar.

Der Hauptgrund für die Beigabe des Bildes 19 ist die Übersicht über die Verschiebung der Gipfel und Senken in den aufeinanderfolgenden Amplitudenbereichen. Wir stellen z. B. im Abschnitte I eine Wanderung des Gipfels *a* vom 22. Dezember bis zum Anfang Januar hin fest; der korrespondierende Gipfel in Abschnitt II Punkt *e* rückt vom 11. bis zum 22. Dezember vor. Diese gleichsinnige Verlagerung scheint mir ein besonderer Grund für die Annahme zu sein, daß sich in ihr auch gleiche Vorgänge zu erkennen geben.

In beiden Abschnitten finden sich kollektive Wetterlagen um diese Zeit, die eine Aufwärtswanderung der Amplituden von den kleinen Anfangswerten zu höheren im Gefolge haben; im Sinne der synoptischen Deutung können wir sagen: Es fand um diese Zeit eine von Tag zu Tag fortschreitende Besserung der Witterung in solcher Häufung statt, daß sie im Kollektiv zum Vorschein kommen konnte. Der Einwand einer zufälligen Anordnung wird auch hier widerlegt durch den Hinweis auf die Parallelen in den beiden voneinander unabhängigen Zeiträumen. Die Gesamtverschiebung desselben Vorgangs von I nach II ist eine Folge, aber auch ein Ausdruck der Klimaverschiebung zwischen den beiden Zeiträumen.

Daß wir berechtigt sind, das Hauptmaximum und seine Verschiebung in den beiden Abschnitten als den Ausdruck verwandter Vorgänge anzusehen, scheint mir auch aus Abb. 20 hervorzugehen.

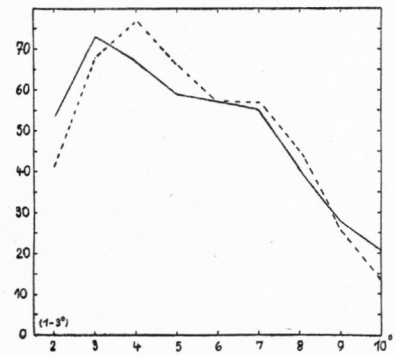

Abb. 20
Häufigkeiten korrespondierender Gipfel a und e aus Abbildung 19 im Abschnitte I —— und II ----

Übereinstimmend zeigt sich zunächst ein Anwachsen der Häufigkeit, das in I bei dem mittleren Amplitudenwerte 3 = 2–4 Grad, in II erst bei 4 = 3–5 Grad erreicht wird, was auf den mehr ozeanischen Charakter dieses Abschnittes hinweist.

Auch das Tempo der Abnahme der Häufigkeiten mit der Annäherung an höhere Amplitudenwerte ist in beiden Abschnitten das gleiche. In beiden Abschnitten bleibt der Punkt 15 das Hauptmaximum im Jahre bis zu dem Amplitudenintervall 4 = 3–5 Grad. Vom Amplitudenbereich 5 = 4–6 Grad an werden andere Gipfel Konkurrenten für das Jahresmaximum. Aus den hier nicht veröffentlichten Tabellen entnehmen wir zur Beleuchtung der Übereinstimmung auch in solchen Einzelfragen, daß für den Amplitudenbereich 4–6 Grad in I ein erstes Maximum der Häufigkeit am 23. November, das zweite am 5. Februar zu finden ist, während der Abschnitt II auch darin eine Verfrühung zeigt: Erstes Maximum am 14. November, zweites am 8. Januar. Die Verfrühung fällt für das Maximum nach der Sonnenwende bedeutend größer aus als für den Häufigkeitsgipfel vor derselben.

Daß wir die zeitlichen Verschiebungen als einen Ausdruck der Klimaverschiebungen zwischen I und II ansehen, begegnet wohl keinem Einwand. Es sei auf ein bemerkenswertes Ergebnis von A. Hofmann[1] verwiesen, der in übergreifenden Zehnjahresmitteln das Datum des auch von den Zweiflern an der Realität der Singularitäten anerkannten Sommermonsuneinsatzes in Potsdam untersucht hat. Es ergab sich, daß in dem von ihm untersuchten Kollektiv 1893–1938 der späteste Einsatz im Jahrzehnt 1896–1905 auf den 12. Juni fiel; darauf erfolgte eine dauernde Verfrühung, die mit dem 25. Mai im Jahrzehnt 1920–29 ihr Extrem erreichte. Seitdem ist das Datum wieder rückläufig. Es ist hier nicht der Ort, zu untersuchen, ob die gleichsinnigen Verschiebungen: Verfrühungen nach der Jahrhundertwende innerlich zusammenhängen. Möglich erscheint es, da zwischen den Vorgängen um die Sonnenwenden schon manche Korrelationen gefunden wurde. Die Tatsache einer gewissen kalendermäßigen Bindung bestimmter Witterungsvorgänge im

[1] A. Hofmann, Met. Zeitschr. 1940 S. 11.

jährlichen Ablaufe weist ja eindeutig auf die Sonne als die letzte Ursache solcher Beziehungen, deren Auswirkung periodischen Verschiebungen zu unterliegen scheint. Die meteorologischen Befehle der Sonne werden nicht mit der Präzision ihrer elektromagnetischen Anregungen beantwortet; sie begegnen dem oft untersuchten Dämpfungsfaktor unserer Atmosphäre, der selbst periodische Glieder aufweist.

Auch in dem Verhalten der den Gipfeln unmittelbar vorangehenden Senken *b* und *g* findet man parallele Gänge: Sie nähern sich in beiden Abschnitten ihrem Gipfel, um sich bei den höheren Amplitudenwerten wieder von ihm zu entfernen.

Man findet bei näherem Studium auch für die übrigen Singularitäten der Abbildung 19 ähnliche Beziehungen, auf die wir aber hier nicht näher eingehen wollen.

Wenn die Deutung der Verschiebung der Maxima *a* und *e* vom Bilde 19 richtig ist, dann muß es auch Fälle geben, in denen ein Gipfel bei höheren Amplitudenwerten beginnend sich an darauffolgenden Tagen bei tieferen Tagesamplituden zeigt, bei kollektiven Wetterlagen, die eine Verschlechterung der Witterung gebracht haben. Daß diese Annahme richtig ist, wollen wir am Bilde 21 zeigen.

Es handelt sich diesmal um den Punkt 25 im Bilde 18, der in Abbildung 21 mit *c* für den Abschnitt I, mit *h* für den Abschnitt II gekennzeichnet ist. Wir sehen *c* aus einem mit *a* gemeinsamen Gipfel kommen, der im Intervall 8–10 Grad am 31. Januar liegt. Im Bereiche 4–6 Grad ist die Aufspaltung unverkennbar; wir finden *c* am 5. Februar; für die tieferen Tagesamplituden verspätet sich der Gipfel auf den 6. Februar im Bereiche 2–4 Grad; im Bereiche 1–3 Grad ist er erst nach dem 8. Februar zu ermitteln.

Noch klarer ist die Verlagerung des entsprechenden Gipfels im Abschnitte II: Wir finden *h* im Amplitudenbereich 8–10, 7–9, 6–8 am 30. Januar; dann tritt ebenfalls eine Verlagerung zu späteren Terminen ein; im Bereiche 1–3 Grad liegt auch *h* erst nach dem 8. Februar.

Von der Beigabe weiterer Ausschnitte wollen wir absehen; Bild 19 und 21 sollen nur für eine übersichtlichere Darstellung der Verlagerung von Gipfeln und Senken im Bilde 22 und 23 vorbereiten.

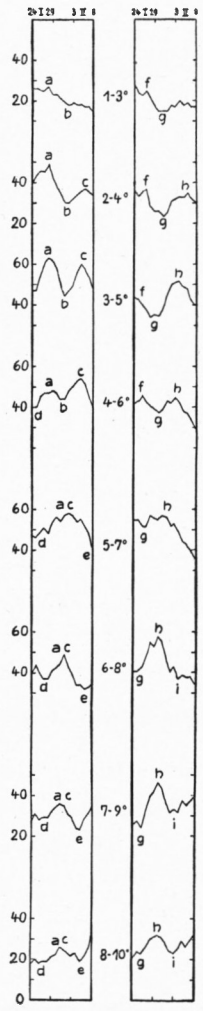

Abb. 21. Gang der Häufigkeit bestimmter (in der Mitte beigeschriebener) Tagesamplituden der Temperatur für die Zeit vom 24. Januar bis 8. Februar im Abschnitte I (links) und im Abschnitte II (rechts)

CHRONOLOGIE DER MAXIMA UND MINIMA DER HÄUFIGKEIT BESTIMMTER TAGESAMPLITUDEN DER TEMPERATUR

Aus den für alle Temperaturintervalle berechneten täglichen Häufigkeiten bestimmter Tagesamplituden wurden die Spitzen und Senken in die Abb. 22 und 23 übertragen. Die auf der Ordinate angegebenen Temperaturen sind jeweils so zu verstehen, daß auf der

Linie 20 Grad die Häufigkeit von Tagesamplituden 19–21 Grad, auf der Linie 19 Grad die von 18–20 Grad usw. eingetragen wurde. Diesem in der Ordinate vollzogenen Ausgleich wurde auf der Abszisse eine Befreiung von groben Zufälligkeiten durch fortlaufende Pentadenmittel angefügt, worüber schon bei den früherern Teilbilden berichtet wurde. Die Maxima sind durch ●, die Minima durch o kenntlich gemacht. Von einer Hervorhebung wichtigerer Spitzen und Senken, wie sie im Bilde 7 vorgenommen worden war, wurde hier abgesehen.

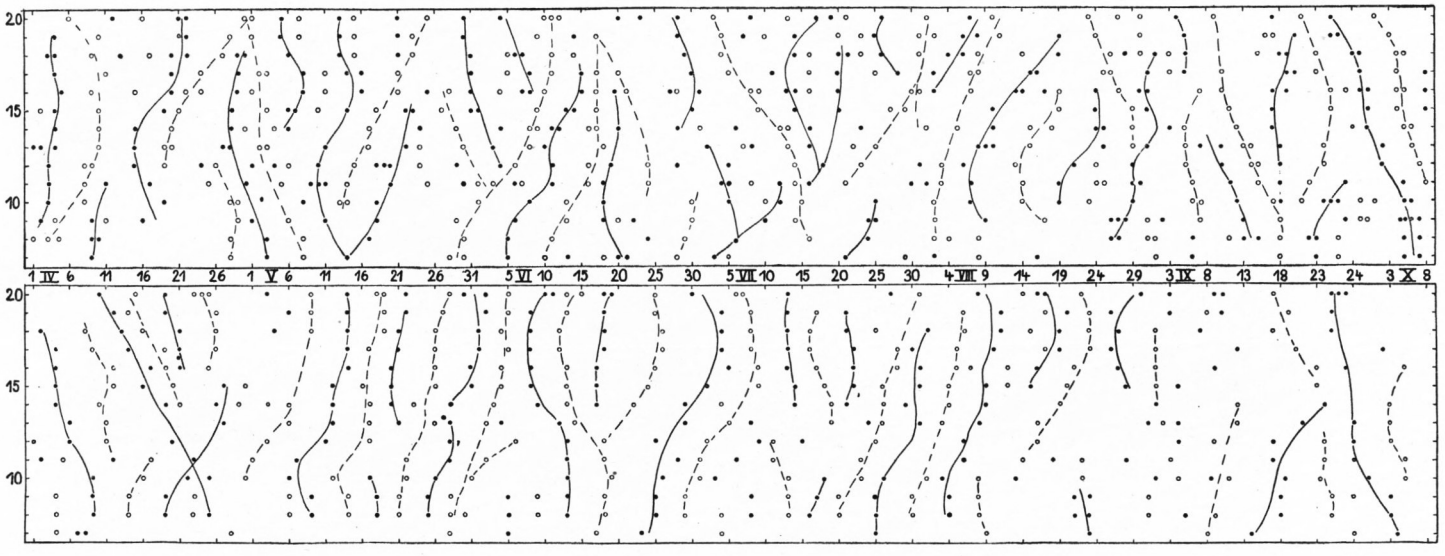

Abb. 22
Lage der Maxima und Minima der Häufigkeit bestimmter Tagesamplituden der Temperatur im Sommerhalbjahr im Abschnitt I oben, im Abschnitt II unten

Es wurde versucht, übereinander angeordnete Punkte durch Linien zu verbinden; daß das nicht ohne eine gewisse Willkür geschehen konnte, bedarf keiner Hervorhebung. Wo nur 3 gleichgeartete Punkte übereinander liegen, wird man keine Linie zu ziehen haben, weil durch die Zusammenfassung von je 3 Amplitudenwerten zu einem Mittelwert die Möglichkeit gegeben war, daß eine zufällige Spitze oder Senke in einem der 3 Werte auf die benachbarten nachwirkte.

Auch wenn man die eine oder andere Zusammenfassung ablehnen mag, bleiben noch so viele Kurven übrig, daß man an einen inneren Zusammenhalt denken muß, an Wetterlagen, die in den je 25 Jahren doch so geregelt sich einstellten, daß sich daraus „kollektive Wetterlagen" ableiten lassen. Geht eine Maximumskurve von oben links nach unten rechts, dann ist das ein Ausdruck einer Wetterverschlechterung; streicht sie von links unten nach rechts oben, dann bedeutet das eine fortschreitende Besserung. Die Änderung braucht nicht immer nach ganz unten oder oben zu führen; es gibt auch Zwischenhochs und Tiefdruckausläufer, die sich den größeren Bewegungen als Trabanten zugesellen. Wer sich die Mühe nimmt, das Bild 22 synoptisch auszulegen, wird manchen Bekannten aus den

wiederkehrenden Wetterabschnitten vorfinden. Um zu sehen, wieweit die Zuordnung subjektiv war, habe ich das Bild 22 mehrmals in größerem zeitlichen Abstand entworfen, aber bei den meisten Punktfolgen unwillkürlich dieselbe Gruppierung vorgenommen.

Auch im Winterhalbjahre finden wir eine stattliche Zahl durchlaufender Kurvenzüge, die sich an manchen Stellen parallel folgen. Es sei z. B. im Abschnitt II auf den Maximunszug um den 14. Januar, auf den Minimumszug um den 19. Januar, auf den folgenden Maximumszug um den 24. Januar verwiesen, die man kaum anders auslegen kann, als daß es kollektive Wellen in der Witterungsgestaltung gibt, auf die wir in einer früheren Untersuchung durch die Tatsache zeitweiliger Spiegelungen hingeführt worden waren.[1]

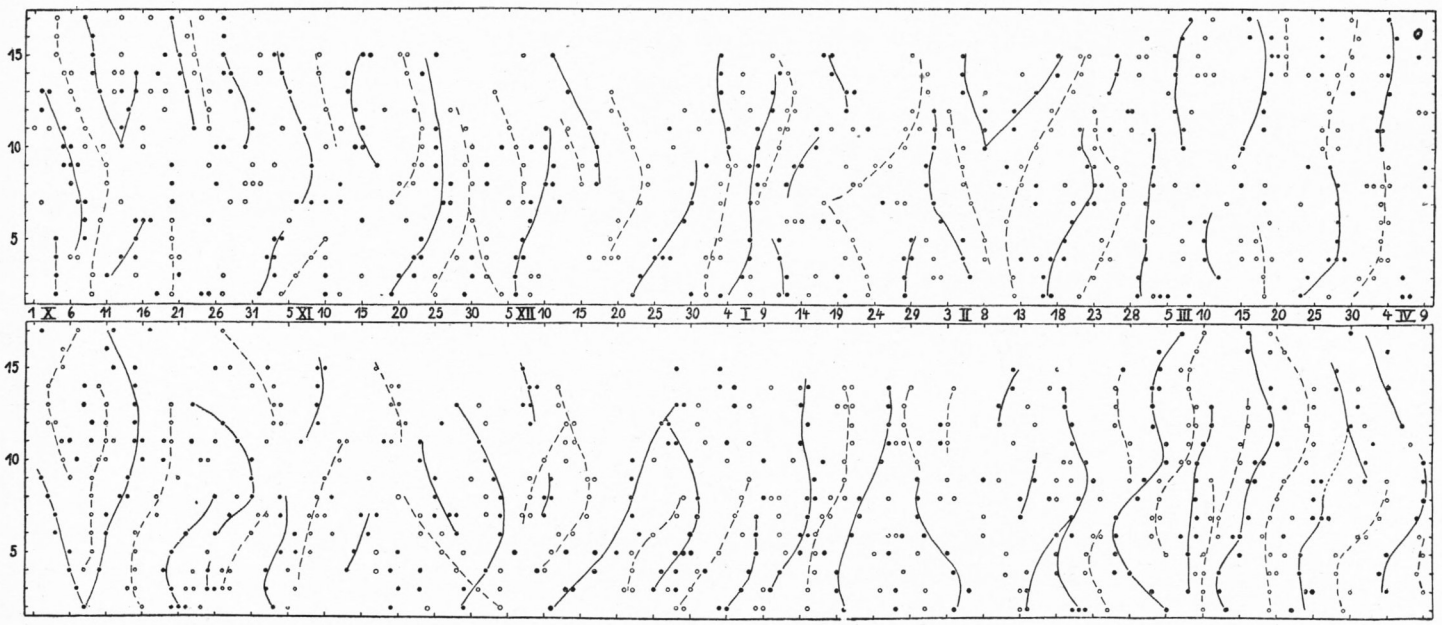

Abb. 23
Lage der Maxima und Minima der Häufigkeit bestimmter Tagesamplituden der Temperatur im Winterhalbjahr im Abschnitt I oben, im Abschnitt II unten

Wir erhalten hier eine davon unabhängige Bestätigung. An manchen Stellen finden wir auch einen halben Maximumszug über einem halben Minimumszug, entsprechend der an einigen Einzelbeispielen erwiesenen negativen Korrelation übereinanderstehender Amplitudenbereiche. Das ist z. B. im Abschnitt I um den 28. März und 4. April der Fall, die wechselweise die + und — Linien übernehmen.

Für die Identifizierung korrespondierender Kurvenstücke in den Abschnitten I und II ist diese Darstellung weniger geeignet; das geschieht besser an Hand der übereinander gezeichneten Jahresgänge, wie wir sie auszugsweise in den Bildern 16 und 17 kennen gelernt hatten.

---

[1] A. Schmauss, Meteorol. Zeitschr. 1940, S. 89.

Nach diesen Feststellungen an einigen Beispielen möchte ich aus den hier nicht veröffentlichten Bildern noch einige besondere Beobachtungen anfügen:

1. Es kommt öfter vor, daß ein Maximum oder Minimum des einen Zeitabschnittes im anderen aufgespalten erscheint.

2. Die zeitlichen Verschiebungen, die man allen Singularitäten zubilligen muß, bringen es mit sich, daß gelegentlich ein Maximum im einen Abschnitte auf einen Tag fällt, an dem der andere Zeitabschnitt ein Minimum aufweist; für die Zweifler an der Realität der Singularitäten ist das natürlich eine unverdauliche Angelegenheit; wer aber mehr mit wettermäßigem Empfinden statt mit dem Rechenstab die Kurven abtastet, wird sich erinnern, daß man in jedem Jahre Zeuge einer zeitlichen Streuung ist, mit der sich die gleichen Witterungsvorgänge einstellen. Wenn man bei sonstigen Vorgängen z. B. auf biologischem Gebiete sich an Verfrühungen und Verspätungen gewöhnt hat, ohne an der Gesetzmäßigkeit zu zweifeln, warum soll man sie nicht auch hier zugestehen.

Solche zeitlichen Verschiebungen als Ausfluß gewisser Klimaverschiebungen sind auch von den berühmtesten Singularitäten bekannt. Wir erinnern an die volkstümlichste Singularität, die der Maikälterückfälle, von denen G. Hellmann nachgewiesen hat, daß sie in bestimmten Jahrgängen gut, in anderen kaum erkennbar waren. Die Singularitäten gehen nicht verloren, sie setzen nur zeitweise aus oder verlagern sich auf ein anderes Datum, wie es vor kurzem H. Uttinger[1] am Züricher Klima nachgewiesen hat; dort liegen die „Eisheiligen" heute im Durchschnitt zwischen 7. und 11. Mai gegenüber dem früheren Termin vom 11. bis 15. Mai.

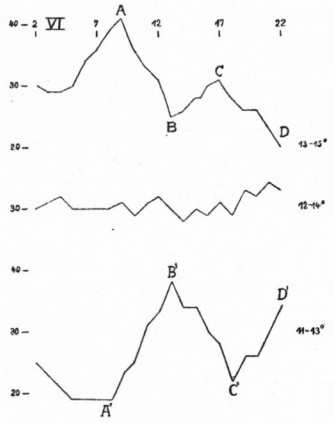

Abb. 24
Verlauf der Amplituden 13–15 Grad oben, 12–14 in der Mitte, 11–13 unten im Abschnitte II vom 2. bis 22. Juni

3. In den Bildern, die für alle Amplitudenwerte gezeichnet wurden, finden sich gelegentlich ungegliederte Stellen zwischen den sonst gewohnten auf- und abwärts gehenden Kurven. Man findet dann meistens über den ungegliederten Stellen einen zu den darunter gelegenen Amplitudengängen spiegelbildlichen Verlauf. Die betreffenden Bereiche sind demnach „Niemandsland"; in ihnen interferieren zwei entgegengesetzte Phasen.

Als Beispiel sei der Verlauf vom 2. bis 22. Juni im Abschnitte II eingefügt.

Wenn dies auch ein besonders schönes Beispiel der Kompensation bzw. Spiegelbildlichkeit ist, ist doch auch in vielen anderen Fällen das „Niemandsland" zu ermitteln gewesen, das sich mit den Jahreszeiten zu anderen Amplitudenwerten verschiebt und die Abhängigkeit von den Klimaschwankungen dadurch zu erkennen gibt, daß es sich im Abschnitte I auf einem anderen Amplitudenwerte finden kann als im Abschnitte II.

4. Die säkulare Veränderung der Amplitudenwerte kann auch bei kalendermäßig gebundenem Rhythmus zur Folge haben, daß im Abschnitte I zum Zeitpunkte n ein bestimmter Amplitudenwert t^0 ein Minimum aufweist, für den im Ab-

[1] H. Uttinger, Vom Zürcher Klima. Zürcher Statist. Nachr. 1940, Heft 2.

schnitte II am nämlichen Tage ein Maximum der Häufigkeit gegeben sein kann. Am besten macht man sich das an einem schematischen Bilde klar.

Die Absenkung der gesamten Temperaturamplituden des Abschnitts II um *a* Grad läßt auf der Linie *t* Grad eine Phasenverschiebung zustandekommen, die in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Bei Singularitätsbetrachtungen braucht man daher nicht kopfscheu zu werden, wenn Maxima des einen Abschnittes mit Minimis des anderen gepaart sind. Es muß zu jedem Maximum der Häufigkeit eines bestimmten Amplitudenwertes ein Minimum bei einem höheren oder tieferen Wert zu finden sein, da die Gesamtzahl der veranlagten Werte eine Konstante ist. Wir begegnen auch sonst im Wettergeschehen der Tatsache, daß zwar die markanten Punkte bestimmbar erscheinen, das Vorzeichen der dazugehörigen Wetteränderung aber ± sein kann.

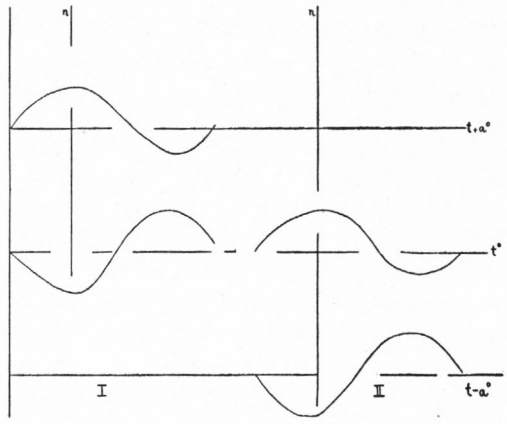

Abb. 25
Scheinbare Phasenwandlung der Häufigkeit der gleichen Temperaturamplitude *t* Grad in den Abschnitten I und II

Wer etwa aus dem Abschnitte I für die Tagesamplitude *t* Grad die Vorhersage geben wollte, daß sie am Tage *n* ein Minimum aufweisen würde, würde im Abschnitte II schwer enttäuscht werden. Aber er dürfte daraus nicht den Schluß ziehen, daß das Minimum im Abschnitte I ein Ergebnis des Zufalls war, weil zu einem späteren Zeitpunkte das Gegenteil eintrat. Gerade weil im Abschnitte II am Tage *n* nicht irgendein Wert zu verzeichnen war, sondern ein Maximum, muß man auf die gemeinsame Struktur schließen, die sich darin zu erkennen gibt. Was wir für die Vorhersage ablehnen müssen, darf nicht einfach beiseitegelegt werden, sonst wird wertvolles Gut verschüttet.

Die Volkserfahrung hat sich derartige Tatsachen längst zu eigen gemacht, daß es Tage gibt, an denen Extreme eintreten können. Wenn es z. B. heißt:

„Mattheis bricht's Eis; find't er keins, so macht er eins",

so mag ein flüchtiger Leser daraus folgern, daß ein inhaltsloser Reim vorläge. Richtig ist natürlich, daß man zu Beginn eines Winters nicht vorhersagen kann, wie die Witterung um die Zeit des 24. Februar sein werde. Daß aber um diese Zeit ein Wendepunkt sich einstellen würde, ist keine wertlose Aussage. Und das bestätigt auch unsere alljährliche Erfahrung, daß beim Ausbleiben der Kälte vor Mitte Februar sie sich mit großer Regelmäßigkeit zu unerwünschter späterer Zeit noch einzustellen pflegt.

Eindeutigkeit ist auf prognostischem Gebiet nicht zu verlangen. Angenommen, wir würden auf Grund irgend welcher Unterlagen ganz genau angeben können, daß an einem bestimmten Tage ein sehr hoher Luftdruck eintreten würde, so wären wir über das dazugehörige Wetter noch lange nicht unterrichtet. Läge der Schwerpunkt desselben im Osten, dann könnte das strengen Frost bedeuten, läge er im Westen, dann hätten wir — für den Winter gedacht — milde Witterung zu erwarten. Ein Sprichwort sagt: Die Extreme berühren sich; wir müssen uns auch auf meteorologischem Gebiete darüber klar sein, daß +

und — recht nahe beisammen wohnen. Wenn man daher für irgendein meteorologisches Element just das Extrem der Erwartung erlebt, ist das zwar ein heilsamer Dämpfer für prognostischen Optimismus, aber kein Grund, die Forschung einzustellen, die sich mit dem Faktum Maximum oder Minimum auseinanderzusetzen hat,[1] denn gerade wegen des + oder — liegt eine Gesetzmäßigkeit dahinter!

Ich habe darum für Singularitäten die Verdeutschung Wetterwendepunkte genommen, die nicht den Anspruch erhebt, von vornherein das Vorzeichen der Änderung festzulegen, das seinerseits von der Vorgeschichte abhängig ist. Im bayerischen Alpenvorland wird z. B. öfter auf die Bedeutung des 15. August hingewiesen als eines Schicksaltages. Hat die Sommermonsunlage sich bis zu diesem Tage ausgedehnt, dann ist die Wahrscheinlichkeit einer Beendigung um diese Zeit (Mariae Himmelfahrt) gegeben; ist ihm schönes Wetter vorangegangen, dann besteht um diese Zeit eine Tendenz zu einem Nachläufer der sommerlichen Monsunlage.

5. Im Jahresgang haben die hohen Temperaturamplituden das Maximum der Häufigkeit im Sommer, die geringen im Winter. Geht man zu kleineren bzw. größeren Amplituden über, dann muß man zu einem Amplitudenbereich kommen, der keinen Jahresgang mehr aufweist. Das ist für den Bereich von 7–9 Grad der Fall, der ziemlich gleichbleibend im Jahre als überdurchschnittlicher Wert im Winter, als unterdurchschnittlicher Wert im Sommer auftritt. Aber auch für ihn ergaben sich in beiden Abschnitten kalendermäßig gebundene Gipfel und Senken der Häufigkeit, die entweder mit gleichem oder umgekehrtem Vorzeichen einander zuzuordnen waren; welcher der Fälle 2 oder 4 jeweils gegeben war, wenn die Kurven gespiegelt erschienen, ließ sich durch Vergleich mit den darüber- und darunterstehenden Kurven feststellen. Da neue Gedanken sich aber nicht daraus ergaben, kann von der Beigabe der Bilder abgesehen werden.

6. Meistens sind die Singularitäten als Anlage vorhanden. Sie können in einem Abschnitte nur als Rudimente erkennbar sein, ein andermal zu beachtlichen Gipfeln oder Senken sich entwickeln. Bleiben sie rudimentär, dann übernimmt eine benachbarte, sonst weniger beachtete Singularität die Führung. Ich habe daher immer empfohlen, die Singularitäten nicht nach ihren Amplituden zu bewerten. Mancher mag die kleineren Gipfel und Senken nur als Zufallsergebnis ansehen, wird aber dann in einem späteren Zeitpunkte erfahren, daß sie plötzlich Bedeutung erlangen. Z. B. hat sich für die in unserer Zeit viel markanteren Junikälterückfälle zeigen lassen,[2] daß es in der Anlage mehrere, annähernd gleichweit auseinanderliegende Termine gibt, an denen der Einsatz der sog. Sommermonsunlage erfolgen kann. Wird der erste verpaßt, dann kann der Einsatz am nächsten oder übernächsten Termin erfolgen. Es scheint sich dabei eine sogenannte Wellensteuerung einzuschalten, die uns aus dem täglichen Wetterdienste bekannt ist. Solche Bereitschaftserhöhungen oder Verminderungen in unserer Atmosphäre beginnen schon bei ganz kurzen Wellen, wie es z. B. die halbtägige periodische Druckwelle ist. Es ließ sich zeigen, daß der Einsatz eines im Westen anstehenden Tiefs nicht zu jeder Tagesstunde gleich häufig erfolgt, sondern die Termine bevorzugt, an denen von Natur aus im halbtägigen Rhythmus eine Senke im Barogramm gegeben ist.[3] Man muß, wenn auch mit

[1] Vgl. F. Baur, Zeitschr. f. angew. Meteorol. 1940, S. 153.
[2] A. Schmauss, Met. Zeitschr. 1940, S. 89.
[3] S. Schmauss, Bayer. Met. Jahrbuch 1923 und 1924 Anhang.

Bedauern für das Problem der Wettervorhersage, immer wieder betonen, daß darum auch kleine Druckschwankungen ihre hohe Beachtung verdienen, weil sie als auslösendes Moment für einen größeren Vorgang wirken können. Es ge-

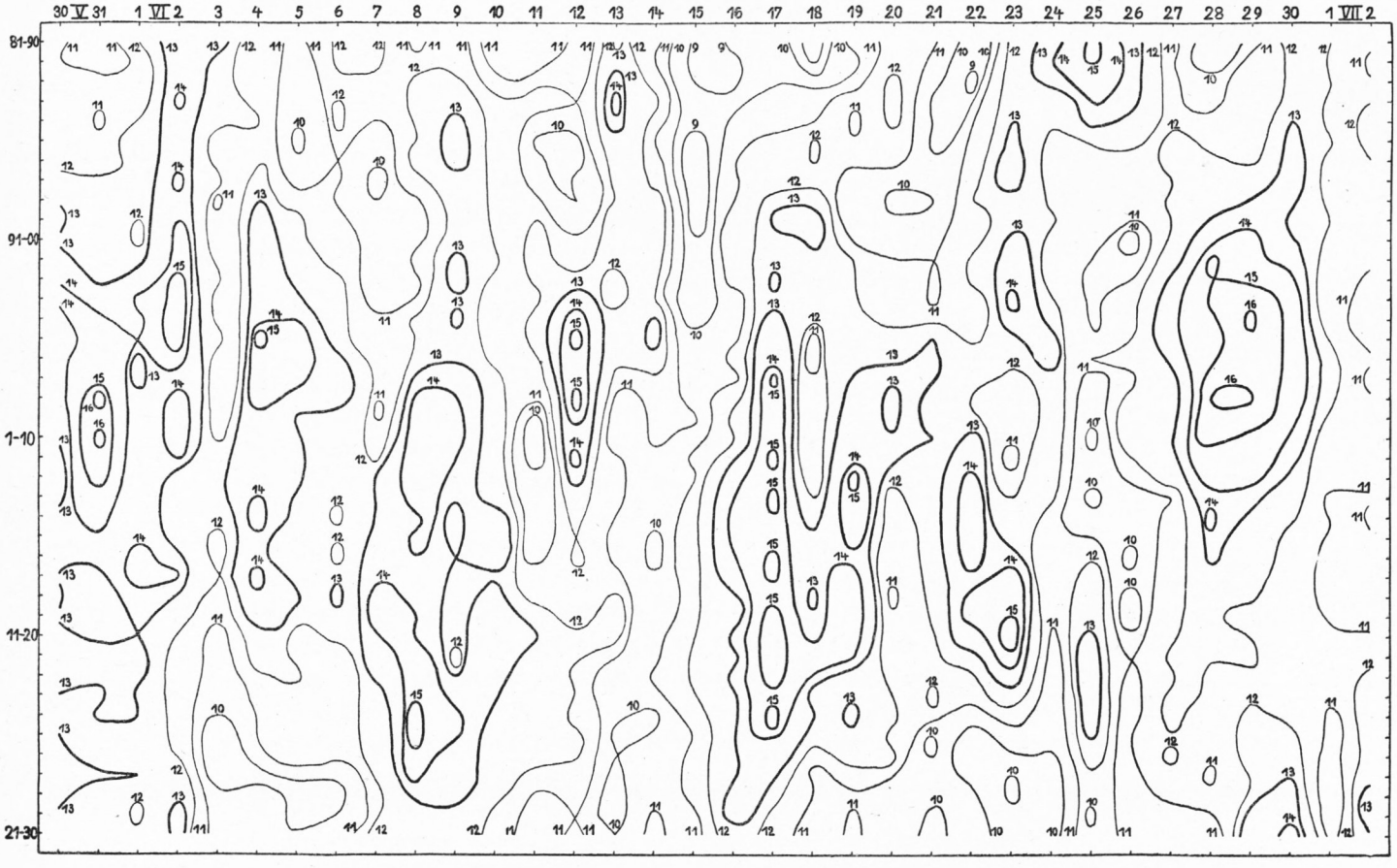

Abb. 26
Fortlaufende Zehnjahrmittel der täglichen Temperaturschwankung im Juni
(Ordinaten von oben nach unten 1881–90, 1882–91 usw. bis 1921–30)

winnen darum auch die höheren Luftschichten dauernd an Beachtung,[1] die man noch vor nicht langer Zeit als für das Wetter bedeutungslos angesehen hatte.

ÜBERPRÜFUNG AN MITTELWERTEN

In den Erörterungen über die Realität der Singularitäten, soweit sie aus Mittelwerten der meteorologischen Elemente abgeleitet wurden, hörte man öfter begründete Zweifel, ob nicht ein paar zufällig besonders große oder kleine Werte dafür verantwortlich zu ma-

[1] Vgl. z. B. H. von Ficker, Sitz.Ber. der Wiener Akademie 1920 S. 129; E. Ekhart, Gerl. Beitr. z. Geophysik 1933 S. 135; H. Hoinkes, Ann. d. Hydr. u. marit. Met. 1941, S. 49.

chen wären. Ich habe daher in der vorliegenden Untersuchung den Nachweis der Realität aus Häufigkeitswerten zu erbringen versucht, möchte aber doch zeigen, daß dieselben Ergebnisse auch mit Mittelwerten zu erhalten sind. Zunächst wollen wir uns über das Verhalten von übergreifenden Zehnjahrmitteln unterrichten. In den Bildern 26 und 29 sind die Mittelwerte der Jahrzehnte 1881–1890, 1882–1891 usw. in isoplethärer Darstellung für die Monate Juni und Dezember niedergelegt.

Wie die eingezeichneten Isoplethen deutlich erkennen lassen, überwiegen die Vertikalführungen weitaus die horizontalen Überbrückungen, d. h. wir können an Hand der Zehnjahrmittel kalendermäßige Bindungen auch für dieses meteorologische Element als erbracht ansehen. Der Verfolg der Linien zeigt Pendelungen nach vor- und rückwärts, wie wir sie auch bei der Häufigkeitsveranlagung gefunden haben. Sie sind aber nicht so bedeutend, daß wir an der Zugehörigkeit zu verwandten Vorgängen zweifeln müßten. Man beachte z. B. den Verlauf der Maximalwerte zu Beginn des Monats; sie liegen am 2. Juni bis zum Jahrzehnt 1902–11, doch macht sich vom Jahrzehnt 1894–1903 an eine Konkurrenz mit dem 31. Mai bemerklich, der dann die Führung übernimmt und sich bis zum Jahrzehnt 1905–14 behauptet. Dann kehrt das Maximum zurück zum 1. Juni; ab 1919–28 finden wir es wieder am 2. Juni. Ebenso klar ist auch die Lage der Minima; wir verfolgen etwa das Minimum um den 15. Juni, das auf diesem Datum bis zum Jahrzehnt 1899–1908 gehalten wird; es verlagert sich dann ebenfalls nach vorwärts zum 13. bzw. 14. Juni, ist aber ab 1920–29 wieder am 15. zu finden.

Über die zwischen 1881 und 1930 eingetretenen Klimaverschiebungen unterrichten wir uns besser an Hand einzelner Jahrzehnte. Es wurden von den Zehnjahrmitteln fortlaufende Pentadenmittel gebildet, die in Abb. 27 eingetragen wurden.

Ich habe den Versuch gemacht, einander entsprechende Abschnitte durch gleiche Buchstaben kenntlich zu machen. Wer nicht viel mit Singularitäten zu tun hatte, wird darin manche Willkürlichkeiten erblicken; wem aber der Aufbau des Wetters vor und zu Beginn der „sommerlichen Monsunzeit" geläufig ist, wird die Zuordnung berechtigt finden.

Der Monsunvorstoß erfolgt im allgemeinen in 3 Etappen *AB*, *CD* und *EF*, die in den einzelnen Jahrzehnten zu verschiedenen Zeiten und namentlich mit verschiedenen Ausmaßen einsetzten. Manchmal erfolgt der Ein-

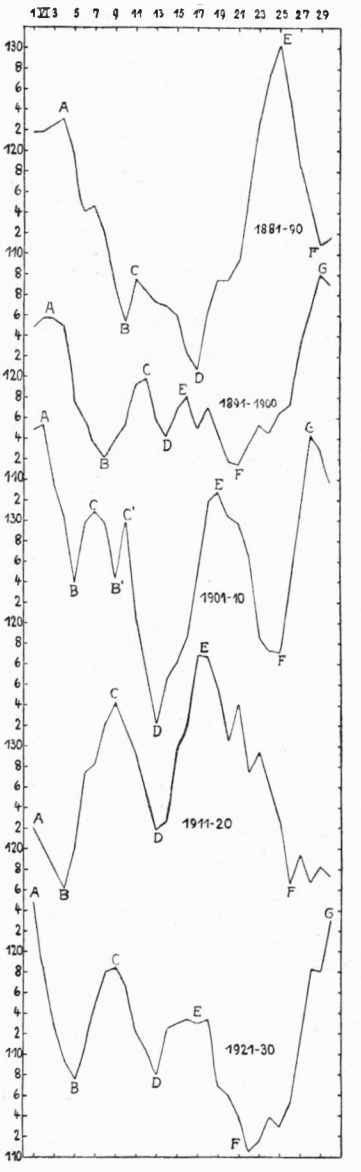

Abb. 27
Verlauf der mittleren Tagesamplitude der Temperatur der 5 Jahrzehnte im Juni in fortlaufenden Pentadenmitteln

satz eines Abschnitts selbst wieder gestaffelt, aber das Grundgefüge bleibt erhalten. Wenn das Wetter sich in jedem Jahre anders gibt, so liegt das, wie ich oft betont habe, nicht an einer grundsätzlichen Strukturwandlung der daran beteiligten Vorgänge, als in ihrem dehnbaren Fahrplan und in dem wechselnden Ausmaße, das sie annehmen. Diese Größen sind dem „Zufall", d. h. den Gegebenheiten des einzelnen Jahres überlassen.

Beim Anblick der 5 Bilder wird mancher über solche Meinungen empört sein; das sind insbesondere die mehr mathematisch an solche Fragen herangehenden Periodenforscher. Es ist daher von Nutzen, zu zeigen, daß diese 5 Bilder wirklich ein Grundgefüge haben, wie es durch die Zusammenfassung der 50 Jahre in Abbildung 28 zu erkennen ist.

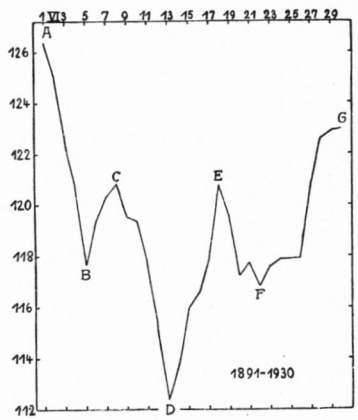

Abb. 28. Gang der Tagesschwankung der Temperatur im Monat Juni der Jahre 1881–1930 in fortlaufenden Pentadenmitteln

Hier finden wir die kollektiven Daten und kollektiven Ausmaße der am „sommerlichen Monsuneinfall" beteiligten Vorgänge; wir können gar nicht anders, als drei Abschnitte anzuerkennen, die wir in entsprechender Verschiebung der Abszissen und Ordinaten auch im Bild 27 herausgegriffen hatten.

Daß wir in der Deutung der drei Absätze keinem Irrtum unterliegen, können wir u. a. auch der Arbeit von A. Hofmann[1] entnehmen, der den wirklichen und idealen mittleren Temperaturverlauf in Potsdam untersucht hat. Aus beiden hat er die mittleren Abweichungen vom idealen Verlauf abgeleitet; es ergab sich die größte positive Anomalie am 31. Mai, dann folgen drei Verwerfungen nach unten, eine erste sofort im Anfang Juni, eine zweite, schwächere gegen Mitte Juni und die dritte, der ersten an Ausmaß gleiche gegen den 24. Juni.

Vielleicht sind solche Feststellungen geeignet, Fingerzeige zur Erklärung der Singularitäten zu geben, da kalendermäßige Bindungen eine Beziehung zum Sonnenstande nahelegen, der den Takt für die Vorgänge in der Atmosphäre, wenn auch nur unhörbar gewissermaßen, angibt. Wie die Sonne in jedem Jahre der Erde annähernd die gleiche Energiemenge zuführt, es ihr aber überläßt, wie sie damit arbeitet, so scheint sie auch den Fahrplan für die einzelnen Abschnitte im Kleindruck auszugeben und es der Atmosphäre zu überlassen, sich mit verschiedener Präzision und namentlich mit verschiedener Lautstärke dazu zu äußern. Man begegnet gar oft dem Gedanken, daß das atmosphärische Geschehen zwar von der Sonne seine Energie bezieht, aber in der Steuerung desselben eine weitgehende Berücksichtigung irdischer Gegebenheiten unverkennbar ist, wie ich das an anderer Stelle näher ausgeführt habe.[2] Es scheint mir richtig, immer wieder auf solche Überlegungen zu verweisen, da das Vorurteil, als ob das atmosphärische Geschehen vom Kosmos her diktiert werde, die Freude an der „persönlichen" Gestaltung des Wetters auf der Erde überschatten könnte.

Weniger präzis, das haben wir wiederholt gesehen, sind die Vorgänge im Winterhalb-

[1] A. Hofmann, Met. Zeitschr. 1940 S. 11.
[2] Weltall und Wetter, Zeitschr. f. angew. Meteorologie 1929 S. 114.

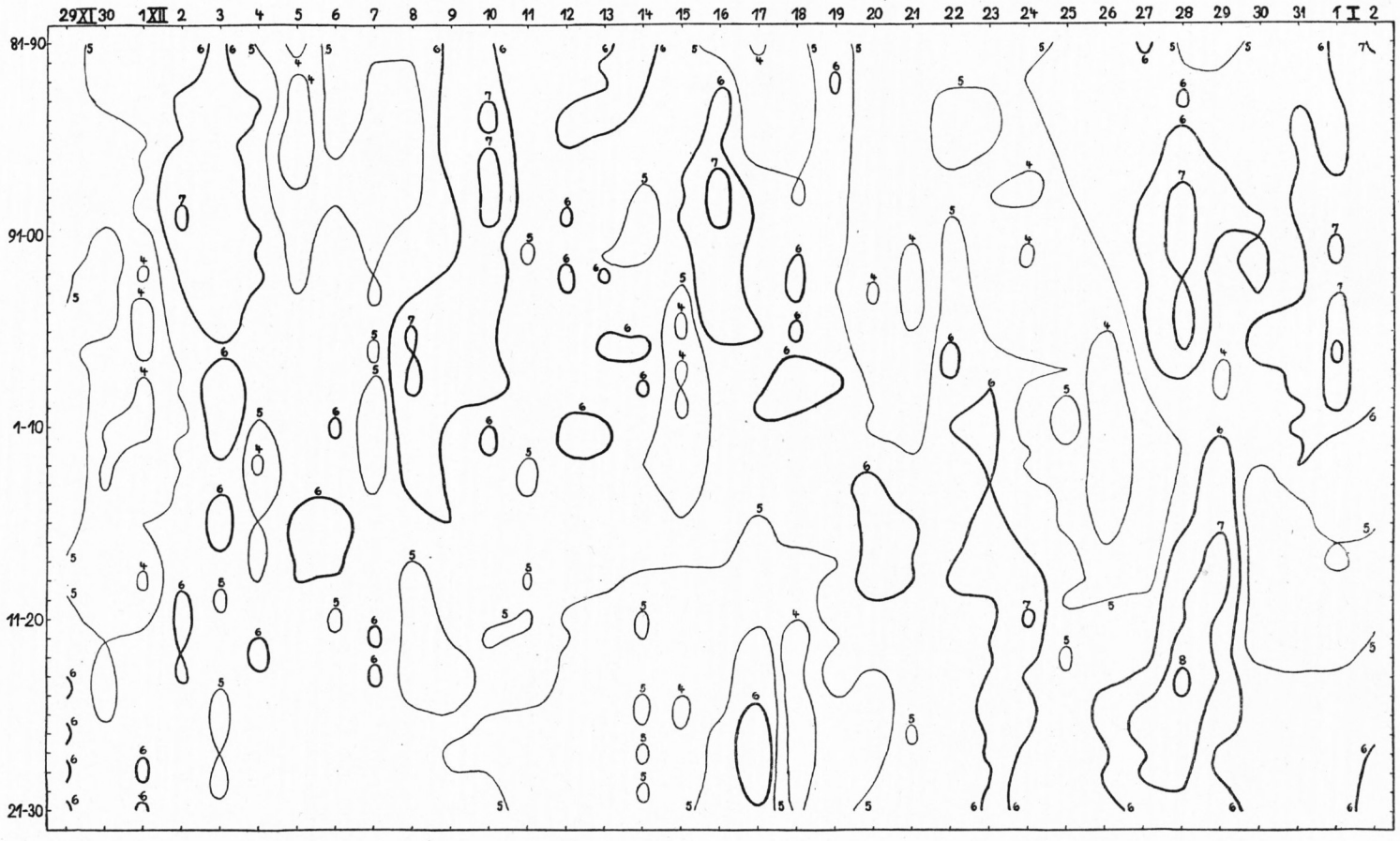

Abb. 29
Fortlaufende Zehnjahrmittel der täglichen Temperaturschwankung im Dezember
(Ordinaten von oben nach unten 1881–90, 1882–91 usw. bis 1921–30)

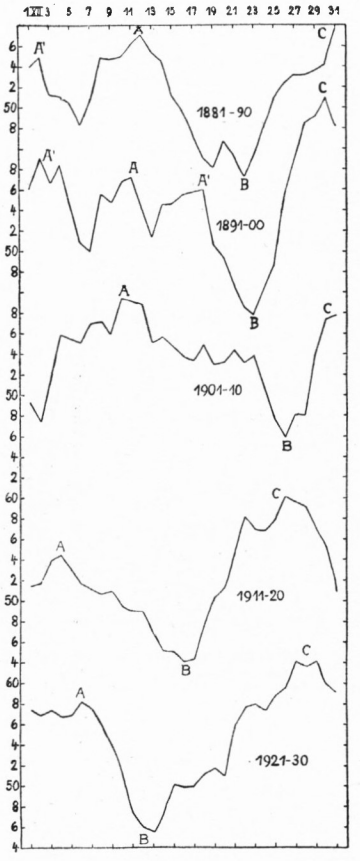

Abb. 30
Verlauf der mittleren Tagesamplitude der Temperatur der 5 Jahrzehnte im Dezember in fortlaufenden Pentadenmitteln

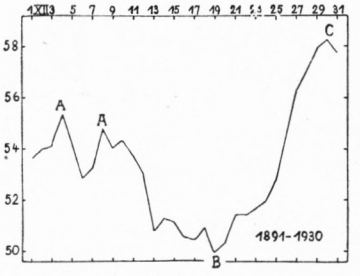

Abb. 31
Gang der Tagesschwankung der Temperatur im Monat Dezember aller Jahre 1881–1930 in fortlaufenden Pentadenmitteln

jahr. Wir wollen aber auch noch das Verhalten der fortlaufenden Jahrzehntmittel im Dezember kennen lernen.

Daß es auch da kalendermäßig gebundene Vorgänge gibt, sagen die vertikal verlaufenden Linien, die aber nicht so durchhalten. wie das im Juni zu beobachten war. Wir haben schon bei der Betrachtung der Häufigkeit bestimmter Tagesamplituden gesehen, daß sich die Klimawandlung von 1881 bis 1930 im Winter viel bedeutender auswirkte, als das im Sommer der Fall war. Dem entspricht auch die Verdrehung und Verlagerung der Isoplethen, die wir noch besser an dem Gang der Amplitude in einzelnen Jahrzehnten erläutern können.

Gemeinsam ist allen 5 Bildern ein anfängliches Maximum der Tagesamplitude *A*, zudem es im ersten Jahrzehnt einen Vorläufer *A'*, im zweiten Jahrzehnt einen Vor- und Nachläufer gibt. Gemeinsam ist ferner ein Hauptminimum *B*, von dem aus der Anstieg zu einem nächsten Maximum *C* erfolgt. Das meiste Interesse beansprucht das Hauptminimum. Es liegt in den sich folgenden Jahrzehnten am 22., 23., 26., 16. und 13. Dezember, vollführt also eine Bewegung, die wir auch bei der Betrachtung der Häufigkeiten kennen gelernt hatten. Diese Wanderung des Hauptminimums scheint mir eines der markantesten Stücke der Klimaschwankung im Laufe der 50 Jahre zu sein.

Die Wanderung ist so bedeutend, daß sich in zwei Jahrzehnten fast spiegelbildliche Verläufe ergeben, wie sie das Jahrzehnt 1901–10 gegenüber dem folgenden 1911–20 aufweist. Wir finden das Hauptminimum des ersteren genau am Tage des Hauptmaximums des letzteren. Der Hauptanteil der Klimaänderung liegt also zwischen den beiden Abschnitten.

In Anbetracht dieser wichtigen Unterschiede mag es fast überflüssig erscheinen, trotzdem einen kollektiven Gang aller 50 Jahre zu erwarten; es gibt aber einen solchen, wie wir der Abbildung 31 entnehmen.

Man erhält daraus die nachträgliche Berechtigung der Buchstabenbezeichnung, die wir im Bild 30 vorgenommen hatten. Daß das kollektive Minimum ganz nahe an der Wintersonnenwende liegt, mag ein Zufall sein, soll aber nicht unerwähnt bleiben.

VERGLEICH DER SINGULARITÄTEN DER TÄGLICHEN TEMPERATURSCHWANKUNG MIT DENEN DES DRUCKGRADIENTEN ST. MATTHIEU–LERWICK

Es mag Fernerstehenden als eine Sammlung von Kuriositäten erscheinen, die wir hier zusammengetragen haben. Daß aber mehr dahinter steckt, daß namentlich die Tagesschwankung der Temperatur ein Index für die Großwetterlage ist, können wir einer vergleichenden Betrachtung zwischen den Singularitäten des für die Großwetterlage in Mitteleuropa mitverantwortlichen Druckgradienten auf der Linie St. Mathieu–Lerwick und den hier festgestellten kalendermäßigen Bindungen der täglichen Temperaturschwankung entnehmen.

In zwei vorangehenden Arbeiten[1] wurde die Bedeutung des ersteren nachgewiesen; er bestimmt, wenn auch nicht eindeutig, die Zirkulation über Mitteleuropa. Man weiß aus

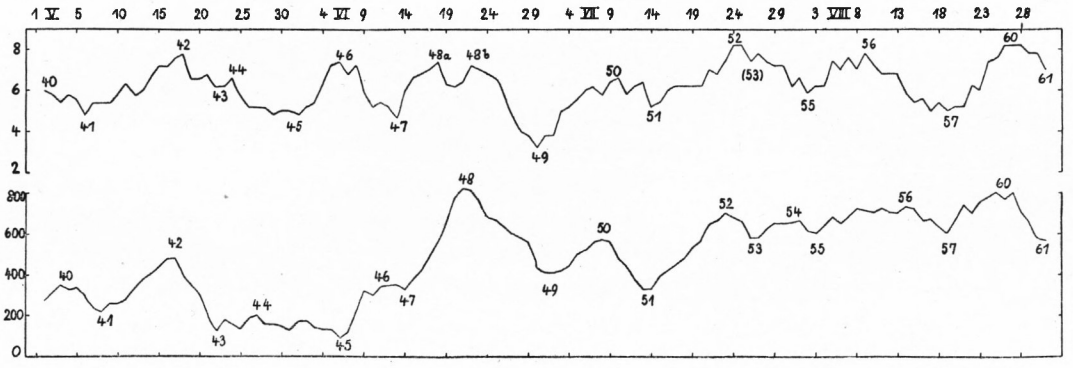

Abb. 32

Vergleich des Verlaufs der täglichen Temperaturschwankung von 8–10 Grad im Abschnitte I (oben) mit dem Verlauf des Druckgradienten St. Mathieu–Lerwick 1901–30 (unten) in den Sommermonaten

dem täglichen Wetterdienst, daß ein Hoch über der Nordsee oder über der Ostsee eine Abschwächung der zonalen Zirkulation, starke Druckgradienten auf der Linie St. Mathieu–Lerwick eine gesteigerte zonale Zirkulation ermöglichen.

Um ganz sicher zu gehen, daß etwaige Beziehungen zu den in dieser Arbeit untersuchten Temperaturamplituden nicht der Ausfluß einer zufälligen Häufung ähnlicher Wetterlagen sein können, wurden die Gipfel und Senken der Tagesamplituden im Abschnitte I (1881–1905) mit den Gipfeln und Senken des Druckgradienten der früheren Arbeit verglichen, die sich aus den 25jährigen Beobachtungen 1901–30 (mit den Kriegsunterbrechungen ebenfalls 25 Jahre) ergeben hatten.

Wir geben einen Ausschnitt aus den Winter- und Sommermonaten.

Trotzdem die beiden Reihen nur die fünf Jahre 1901–05 gemeinsam haben, sind doch zahlreiche Übereinstimmungen vorhanden, wie die eingetragenen Ziffern dartun, die der früheren Arbeit entnommen wurden.

Man wird bei solchen Vergleichen eine gewisse Großzügigkeit für vertretbar halten, kann aber dann das Ergebnis dahin formulieren, daß ein im wesentlichen paralleler

[1] A. Schmauss, Met. Zeitschr. 1938, S. 385; Met. Zeitschr. 1940, S. 89.

Gang unverkennbar ist. Eine stärkere Abweichung besteht nur bei den Punkten 45 und 46, bei denen Verschiebungen um 5 Tage nötig sind, um sie zur Deckung zu bringen. So trifft es sich, daß das Minimum 45 der Druckkurve unter das Maximum 46 der Temperaturkurve zu liegen kommt. Wir können der negativen Korrelation an dieser Stelle aber auch dadurch Rechnung tragen, daß in diesen Tagen eine positive Korrelation bei anderen Amplitudenwerten lag, wie wir es in dem schematischen Beispiele der Abb. 25 kennen gelernt haben. Das Vorzeichen der Korrelation ist in solchen Fällen ein Hinweis darauf, daß eine Verlagerung nach oben oder unten stattgefunden hat. Die Tatsache der Korrelation wird durch das Vorzeichen nicht berührt.

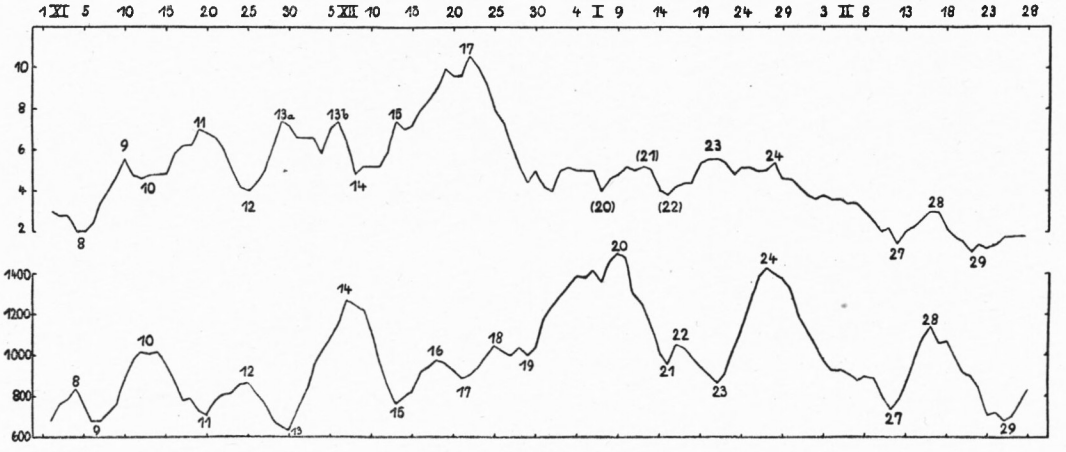

Abb. 33
Vergleich des Verlaufs der täglichen Temperaturschwankung von 1–3 Grad im Abschnitte I (oben) mit dem Verlauf des Druckgradienten St. Mathieu – Lerwick 1901–30 (unten) in den Wintermonaten

Das Ergebnis im Winter ist bis zum Punkte 17 ganz eindeutig: Den Maximalstellen der Druckgradientkurve entsprechen Minima der Temperaturamplitude. Nach dem 15. Dezember werden die Beziehungen sichtlich schwächer; vom Punkte 24 ab besteht positive Korrelation.

Auch die synoptische Auslegung dieser sichergestellten Korrelationen erlaubt das Auftreten eines Maximums oder eines Minimums in der Temperaturkurve. Wir kennen alle die Not des täglichen Wetterdienstes, wenn uns z. B. ein Hochdruckgebiet das einemal einen wolkenlosen Himmel, ein andermal eine Nebellage beschert. Es mag sonst alles übereinstimmen. Im ersten Falle erhalten wir vielleicht tiefe Frostgrade, im zweiten können die Temperaturen bei minimalen Tagesschwankungen sich um Null Grad halten. Ich habe nie einen Zweifel darüber gelassen, daß aus diesen Gründen alle statistischen Unterlagen der Langfristvorhersage mit Vorsicht zu benützen sind und nur eine beratende Bedeutung haben werden. Die Extreme liegen vorbereitet in der Urne; welches von ihnen zum Zuge kommt, läßt sich in jedem Einzelfalle erst an Hand der übrigen Bestimmungsstücke des Wetters angeben.

Auch eine genaue Vorausschau eines Hochdruckgebietes im Nordmeerraum erlaubt nur die eine eindeutige Auskunft: daß keine nennenswerte zonale Zirkulation eintreten

werde; welches aber der Temperaturcharakter sein werde, bleibt solange verborgen, bis man weiß, aus welchem Raume die Luftzufuhr erfolgen wird. Was einem Fernerstehenden wohl ganz besonders merkwürdig vorkommen muß, ist die nüchterne Erkenntnis, daß es leichter ist, den Grad einer Temperaturabweichung als ihr Vorzeichen mit Sicherheit im Voraus anzugeben.

Trotz dieser für die Verwendung einschränkenden Feststellungen ist auf Grund solcher ganz unabhängiger Ermittelung von Spitzenstellen der verschiedensten meteorologischen Elemente, die bisher untersucht wurden, wohl nicht mehr daran zu zweifeln, daß auch die Großwetterlagen eine gewisse kalendermäßige Bindung aufweisen. Die kleineren Klimaschwankungen, die man im Laufe von 30 bis 50 Jahren erlebt, gehen mehr auf die Schwankung der Ausmaße der Spitzen als auf die Verschiebungen oder gar den Ausfall derselben zurück.

In diesem Zusammenhange sei auf eine Untersuchung von G. Schindler[1] verwiesen, der das Temperaturverhalten des 28. September in Nordwestböhmen darstellt, der häufig den ersten Frost zu bringen pflegt. Das ist aber in der Druckgradientkurve St. Mathieu-Lerwick das neben dem 6. Juni markanteste Minimum der zonalen Zirkulation über Mitteleuropa, das demnach die Ausbildung von Strahlungsfrost ermöglicht. Auch der zweite von Schindler eingehend besprochene Tag, der 28. Oktober ist in der Druckgradientkurve eine bemerkenswerte Singularität im gleichen Sinne.

Wie weit solche markanten Tage Geltung haben, kann man daraus ersehen, daß auch in der Leipziger Gegend am 28. September das tiefste nächtliche Minimum des September sich einzustellen pflegt, wie W. Sauer[2] gezeigt hat, und auch in Aachen das 7-Uhr-Mittel der Temperatur am 28. September den tiefsten Septemberwert erreicht, wie H. Springstubbe[3] nachgewiesen hat.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die bisherigen Untersuchungen über Singularitäten, die sich grundsätzlich bei jedem meteorologischen Elemente nachweisen ließen, haben es wahrscheinlich gemacht, daß sie sich zu kollektiven Wetterlagen zusammenschließen, die kalendermäßig gebunden sind. Es kann als sicher angenommen werden, daß man, wenn einmal eine genügende Zahl von Jahren vorliegen wird, auch in den jetzt vom Wetterdienst geführten Luftkörpern oder Luftmassen Häufungen und Verarmungen an bestimmten Tagen des Jahres finden wird. Eine vorläufige Soforterfassung ließ das Studium der täglichen (aperiodischen) Temperaturschwankung erwarten, die in weitgehendem Maße eine für das Wetter eines Tages charakteristische Größe darstellt.

1. Zunächst wurde in der gewohnten klimatologischen Methode der jährliche Gang von $M-m$ nach Monatsmitteln berechnet und zwar für Bamberg für die Zeitabschnitte I 1881–1905 und II 1906–30. In diese Zeit fällt die bekannte Klimaschwankung nach der Jahrhundertwende, die in ihrer Auswirkung auf die mittlere Tagesamplitude der Temperatur in den einzelnen Monaten näher untersucht wurde.

---

[1] G. Schindler, Ann. d. Hydr. u. Marit. Met. 1940 S. 66.
[2] W. Sauer, Wissensch. Abh. d. Reichsamts f. Wetterdienst V, 9 1938.
[3] H. Springstubbe, Deutsch. Met. Jahrbuch, Aachen 1933 Anhang.

2. Die tägliche Temperaturschwankung unterliegt einem jahreszeitlichen Gange; sie ist im Sommer entsprechend größer als im Winter, erreicht ihr Maximum aber schon im Juni, ihr Minimum schon im Dezember, anscheinend in Korrelation zum Sonnenstande, während für die Temperatur selbst die bekannten zeitlichen Verschiebungen bestehen.

3. Nach diesem Studium der mittleren Verhältnisse wurde die Häufigkeit für jeden Tag des Jahres berechnet, mit der die den Jahreszeiten entsprechenden Temperaturamplituden vertreten waren. Es ergaben sich ganz gesichert auch für dieses meteorologische Element kalendermäßige Bindungen, die an Hand von Ausschnitten aus dem für jeden ganzen Grad gezeichneten Jahresgang besprochen wurden.

4. Es wurden die Änderungen ermittelt, die vom Abschnitt I zum Abschnitt II hin eingetreten waren. Man kann drei Ergebnisse aussprechen:

a) Es gibt Singularitäten im Abschnitte I, die im Abschnitte II an einem anderen Datum zu finden sind. Im allgemeinen betragen die Verschiebungen kaum mehr als $\pm$ 2 Tage, wie sie sich auch bei den anderen der bisher untersuchten Singularitäten ergeben hatten. Stärkere Phasenverschiebungen waren nur im Dezember festzustellen, die eine besondere Untersuchung fanden.

b) Außer einer geringen zeitlichen Verschiebung machen sich relativ bedeutende Veränderungen der Absolutwerte von $M-m$ geltend.

c) Es könnte der Abschnitt I grundsätzlich andere Singularitäten haben als der Abschnitt II. Dieser Fall kann wohl in einem Einzeljahre eintreten, ist im Kollektiv aber ohne beachtliches Ausmaß vertreten. Man kann immer wieder feststellen, daß die Singularitäten in der „Anlage" fast immer aufzufinden sind, und die Klimaschwankungen im Grunde durch Veränderungen der Amplituden zustandekommen. Das Gerippe des jährlichen Witterungsablaufs liegt kalendermäßig ziemlich fest; aber das Ausmaß, das eine Senke oder ein Gipfel annimmt, ist individuell für das einzelne Jahr. Nicht die Singularitäten an sich sind ein Zufallsergebnis, wie man gelegentlich annahm, sondern die Stoßkraft, die ihnen auf Grund der augenblicklichen synoptischen Gegebenheiten zukommt.

5. Die Gipfel und Senken erweisen sich auch dadurch als begründete Angelegenheit, daß es möglich ist, sie über eine längere Zeit von einem zum nächsten Amplitudenwert hin wandern zu sehen, was gut zu der Vorstellung paßt, daß es sich um kollektive Wetterlagen handelt.

6. Die kleinen zeitlichen Verschiebungen im Verein mit der Abwandlung der Amplituden, die ein Ergebnis der Klimaschwankung zwischen I und II ist, bringen es mit sich, daß an einem bestimmten Tage im Abschnitt I eine Senke auftreten kann, an dem II beim nämlichen Amplitudenwert einen Gipfel erreicht. Die Nachschau ergibt, daß in solchen Fällen in II die zugehörige Senke bei einem anderen Amplitudenwert zu finden ist.

7. Maximum oder Minimum, so lautet die Auskunft, mit der man für die Vorhersage natürlich nichts anfangen kann, die aber für das Verständnis der Struktur des jährlichen Witterungsablaufs recht aufschlußreich ist. Auf die Beziehungen zu manchen Volksregeln (Lostagen) ist aufmerksam zu machen, die sich wie ein delphisches Orakel anhören, aber nicht die Ablehnung verdienen, die sie von manchen Seiten erfahren. Es gibt kalendermäßig gebundene „Wetterwendepunkte", für die man nicht im Voraus anzugeben vermag,

ob die Wende nach auf- oder abwärts erfolgen wird; welches Vorzeichen gilt, ist in jedem Jahre von der Vorgeschichte der Witterung abhängig und kann nur synoptisch erschlossen werden. Es wurde schon in früheren Arbeiten darauf hingewiesen, daß die Singularitäten keine Prognose im Voraus erlauben, aber als „Vorwarner" im täglichen Wetterdienste brauchbar sein können.

8. Die an Häufigkeitswerten ermittelten Gesetzlichkeiten des jährlichen Ablaufs der Großwetterlagen wurden auch an täglichen Mittelwerten der Temperaturamplitude überprüft und bestätigt gefunden.

9. In einer früheren Arbeit war das Verhalten des Druckgradienten auf der Linie St. Mathieu–Lerwick studiert worden, der für Mitteleuropa ein wichtiges Bestimmungsstück der Großwetterlage ist. Die damals gefundenen Singularitäten wurden mit den hier ermittelten Gipfeln und Senken der Häufigkeit bestimmter Temperaturamplituden verglichen und zwar für voneinander unabhängige Reihen, um ganz sicher zu gehen, daß nicht der Zufall seine Hand im Spiele haben konnte. Es ergaben sich befriedigende Übereinstimmungen, so daß wohl an der Tatsache kalendermäßig gebundener Großwetterlagen nicht mehr gezweifelt werden kann. Einige der bedeutendsten Singularitäten, wie die Junikälterückfälle, der Nachsommer Ende September, das Weihnachtstief mit seiner Unterbrechung des winterlichen Wetters sind fast jedem Menschen vertraut; es wäre ein Unrecht, wenn wir unser wissenschaftliches Interesse nicht auch den kleineren Singularitäten zuwenden wollten, die uns den jährlichen Witterungsablauf nicht mehr als ein Zufallsergebnis sondern als eine wohlgefügte Angelegenheit erkennen lassen.

AUSBLICK

Der Witterungsablauf in den gemäßigten Breiten ist an die Wanderung von Steig- und Fallgebieten des Luftdrucks gebunden, von denen es nach den Untersuchungen von H. von Ficker zwei Kategorien gibt,[1] obere, die an der Substratosphäre entstehen, untere, die im wesentlichen von der Polarfront ausgehen. In beiden Fällen hat man es mit wellenartigen Vorgängen oder rhythmischen Vor- und Rückgängen des äquatorialen (obere Gebilde) oder polaren Systems (untere Wellen) zu tun.

Es zeigten sich deutliche Wellen in allen bisherigen Singularitätenuntersuchungen und insbesondere Spiegelungspunkte, deren Vorkommen in oszillierenden Kurven nach der Entdeckung von L. Weickmann[2] immer ein Hinweis darauf ist, daß Rhythmen oder Wellen zu ihrem Aufbau geführt haben. Da das ganze Leben auf der Erde, auch die Vorgänge in unserer Atmosphäre, im letzten Grunde auf die Sonne zurückzuführen ist, begegnet der Gedanke, daß die Wetterrythmen sich nach dem Kalender richten, keinen Schwierigkeiten.

Bisher wurden die vom polaren System ausgehenden Wellen am meisten untersucht; es besteht aber kein Zweifel, daß die oberen Wellen gleichmäßiger verlaufen als die vom Erdprofil und sonstigen Einflüssen der Unterlage stark abhängigen unteren Rhythmen. In einer sehr aufschlußreichen Untersuchung hat H. Hoinkes[3] vor kurzem ein Steiggebiet

---

[1] H. von Ficker, Wiener Sitz.Ber. mathem-.-naturw. Klasse 129, 1920.
[2] L. Weickmann, Sächsische Akademie d. Wissensch. math.-physik. Kl. 39, 1924.
[3] H. Hoinkes, Wiener Sitzungsber. mathem.-naturw. Klasse 149, 1940.

auf seiner Wanderung über die ganze Nordhemisphäre hin verfolgt. Ein am 1. März 1931 bei Irland aufgetretenes Steiggebiet vollendete seine Weltreise in 30 Tagen. Es behielt nicht auf der ganzen Fahrt seine ursprüngliche Stärke, ein Zeichen, daß Überlagerungen stattfanden. Man geht nicht fehl in der Annahme, daß ein Rhythmus des äquatorialen Systems vorlag, ein wellenartiger Vorgang, der zeitweise mit Wellen des polaren Bereichs in Fühlung trat. Es sieht so aus, als lockte diese obere Welle an den hierfür geeigneten Stellen der Erde, die uns durch ihre Zyklogenese auch sonst vertraut sind, polare Vorstöße hervor, deren Kaltluftmassen auf ihrem Vordringen in südlichere Breiten zu einer vorübergehenden Verstärkung des dann „komplexen Steiggebietes" Anlaß geben.

Wir kennen die jahreszeitliche Bewegung des äquatorialen Systems, das dem Sonnenstande folgt. Wie aber die Umstellung der Winter- zur Sommerlage im zonalen Bereich nicht in stetigem Fortschritt erfolgt sondern in mehr oder minder regelmäßigem Ein- und Ausatmen des Kontinents, geht auch die Bewegung des äquatorialen Systems in Rhythmen vor sich. Diese Rhythmen können in einer wenn auch lockeren Resonanz zur Sonnenbewegung stehen, d. h. kalendermäßige Bindungen aufweisen. Ihr Rhythmus ist von Fall zu Fall Schwankungen unterworfen, da unsere Atmosphäre auch sonst die Befehle der Sonne nicht sklavisch befolgt; die Schwankungen sind aber doch nicht so regellos, daß sie sich in langjährigen Mitteln hinausheben würden. Es lassen sich kollektive Wellen herausarbeiten, als deren Ausdruck wir unter anderem die Singularitäten zu betrachten haben.

Die Witterung in den gemäßigten Breiten, die einen chaotischen Eindruck erweckt, so daß man oft von den Launen des Wetters gesprochen hat, weist wenigstens in ihrem Grundgefüge viel Ordnung auf, die man durch statistische Behandlung ebenso herausholen kann, wie die Biologie aus den so verschiedenen Einzelbildern den Genotyp zu ermitteln pflegt. Wenn wir auch darum das kommende Wetter wohl nie werden vorausberechnen können, dringen wir doch immer tiefer in das Verständnis der Vorgänge ein, aus denen sich das Wetter aufbaut.