

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung
Neue Folge. Heft 53
1943

Markante Punkte
im jährlichen Verlauf des Luftdrucks
auf der Zugspitze

Von
August Schmauß
in München

Mit 30 Abbildungen

Vorgelegt am 8. Januar 1943

München 1943
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	4
Einleitung	5
Der jährliche Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze	5
Präzision der markanten Punkte der Druckkurve	10
Der jährliche Gang des Druckunterschiedes Hohenpeißenberg-Zugspitze	12
Präzision der markanten Punkte der Differenzenkurve	14
Symmetriepunkte	14
Vergleich mit dem Luftdruckgang in München	18
Die Streuung der Singularitäten	20
Lage der markanten Punkte in einzelnen Jahren	24
Amplituden der Rhythmen	29
Wellen und Symmetriepunkte in einzelnen Jahren	34
Synoptische Lage an den markanten Punkten	40
Spiegelung von Wetterlagen	45
Zusammenfassung der Ergebnisse	46
Schlußwort	48

VORWORT

Die vorliegende Untersuchung ist ein Teilstück einer größeren Zahl von Arbeiten, 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, wie es der Fall sein müßte, wenn die Abweichungen von einem geglätteten, durch eine Sinusformel darzustellenden Verlauf nur zufälliger Natur wären. Neben den normalen Streuungen der meteorologischen Elemente, die man wie die Fehler einer physikalischen Messung behandeln kann, stellen sich kalendermäßig gebundene Schwankungen ein als Ergebnis bestimmter zu bestimmten Zeiten wiederkehrender Großwetterlagen, die z. B. einen Schwall polarer Luftmassen einem Vorstoß von Tropikluft folgen lassen. Für diese Luftmassenablösungen gibt es kollektive „Fahrpläne“, die sich in den Zacken der meteorologischen Kurven zu erkennen geben. Über diese „Singularitäten“, „markante Punkte“ oder „wiederkehrenden Wetterwendepunkte“ ist in der vorangegangenen Untersuchung über die kalendermäßigen Bindungen der täglichen Temperaturschwankung¹ Näheres gesagt worden. Dort findet sich auch auf S. 8 eine Zusammenstellung meiner bisherigen Arbeiten auf diesem Gebiete, die eine gewisse Ordnung im Wettergeschehen erkennen lassen.

Über die Ergebnisse früherer Untersuchungen an anderen meteorologischen Elementen wurde gelegentlich in den Sitzungsberichten Mitteilung gemacht.²

¹ Abh. d. Bayer. Akad. d. Wiss., Mathem.-naturw. Abt. Neue Folge Heft 51, 1941.

² Vgl. Sitzungsberichte 1935 vom 4. Mai; 1936 vom 11. Januar; 1937 vom 9. Januar; 1938 vom 5. November; 1941 vom 7. Juni.

EINLEITUNG

Für die tägliche Wetteranalyse hat sich die „Höhenwetterkarte“¹ der Deutschen Seewarte sehr bewährt. Es wird auf Grund der Flugzeugaufstiege und der Sondierungen der aerologischen Observatorien die absolute Topographie der 500 mb-Fläche gezeichnet, die für eine rasche Übersicht von gleicher Bedeutung ist wie die Druckverteilung in rund 5000 m Seehöhe. Die Abschätzungen werden durch die Beigabe auch der relativen Topographie erleichtert, die erkennen läßt, um wie viele Zehner von Metern die 500 mb-Fläche über oder unter dem Normalniveau gelegen ist.

Seit einiger Zeit ist die Höhenanalyse durch Verwendung der Radiosonde noch weiter gefördert worden, die es erlaubt, Isohypsenkarten für 225 mb und für 97 mb wenigstens für einen beschränkten Bereich beizugeben.

Da es heute noch nicht möglich ist, zu ermitteln, ob für die absolute und relative Topographie einer dieser höheren Isobarenflächen kalendermäßige Bindungen bestehen (Singularitäten), wie sie sich in vielen Einzeluntersuchungen für andere meteorologische Elemente und für jeden der bisher daraufhin untersuchten Orte ergeben haben,² wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, einen Ersatz dafür zu schaffen, wenn auch aus wesentlich geringerer Höhe.

Es ist immer reizvoll, das in den meteorologischen Jahrbüchern zugängliche Extensomaterial nicht ungenutzt liegen zu lassen, wenn auch den Ergebnissen neuer Expeditionen erfahrungsgemäß ein größeres Interesse entgegengebracht wird. Ich kehrte wieder einmal zu Zugspitzbeobachtungen zurück und unterzog den jährlichen Gang des Luftdrucks in rund 3000 m der Prüfung auf das Vorhandensein von charakteristischen kollektiven Wellen durch Feststellung der ihnen entsprechenden Spitzen und Täler der Linienführung.

Als Bezugsniveau wurde neben München der Hohenpeißenberg genommen, da es wünschenswert sein mußte, über die sog. bodengestörte unterste Atmosphäre hinauszukommen. Dieser Forderung genügt mit guter Annäherung die Station Hohenpeißenberg in rund 1000 m, die z. B. in winterlichen Hochdruckgebieten zumeist schon über der kalten Lufthaut der untersten Atmosphäre gelegen ist.

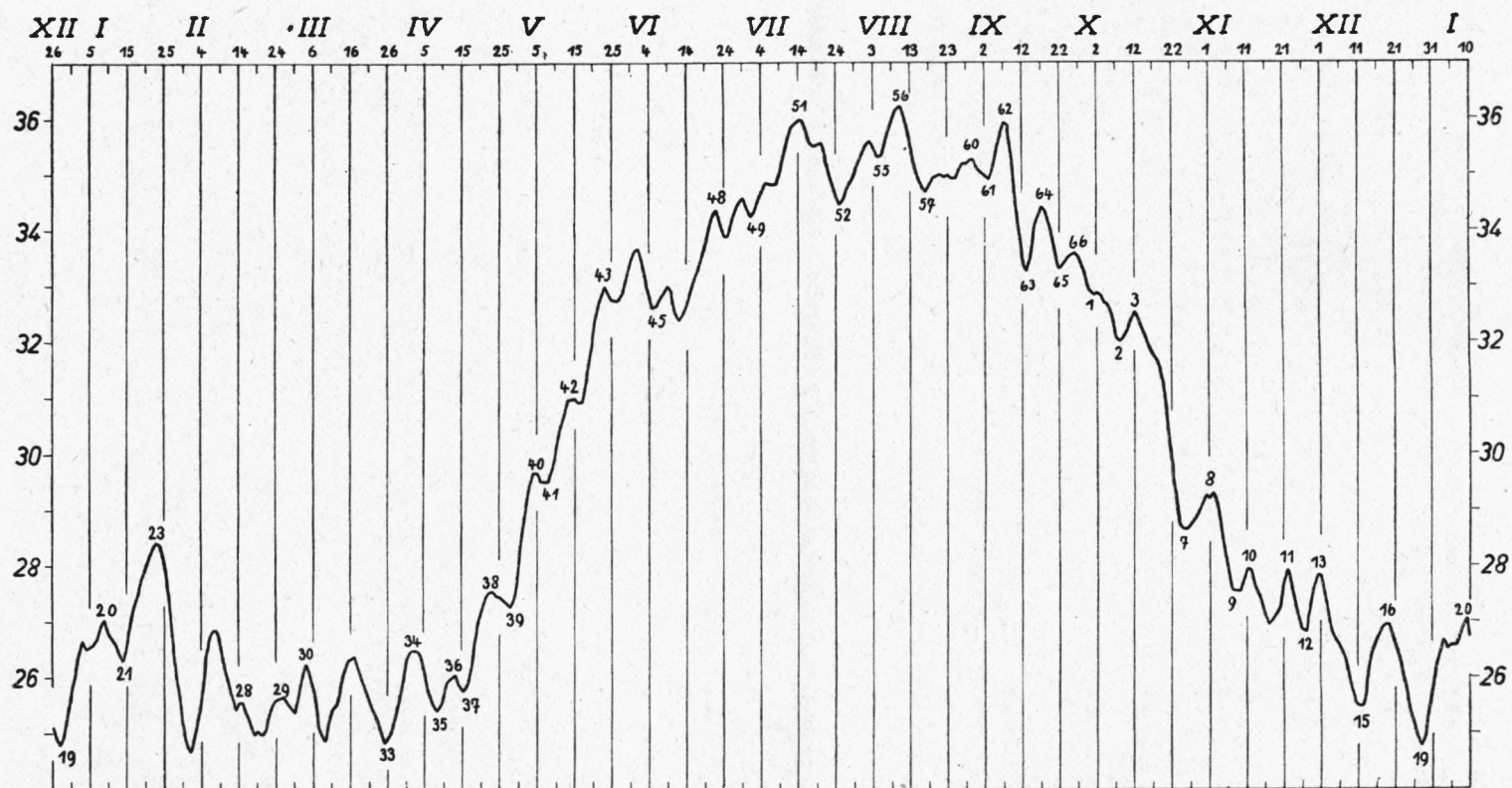
DER JÄHRLICHE GANG DES LUFTDRUCKS AUF DER ZUGSPITZE

Da mir Tagesmittel des Luftdrucks nicht mehr zur Verfügung standen, mußte der Druck an einem der drei Termine genommen werden. Ich entschied mich für den Abendtermin, der dem Tagesmittel am nächsten liegt und außerdem den Vorzug hat, von den Temperaturextremen des täglichen Gangs tunlichst abzuliegen, die unter Umständen die Isobarenhöhe über Gebühr beeinflussen können.

Als Zeitraum wurde die in Deutschland angenommene Normal-Reihe 1901–1930 veranlagt. Zur Vereinfachung der Rechnungen wurden die auf ganze mm ab- oder aufgerun-

¹ R. SCHERHAG, Met. Zeitschr. 1936, 1.

² Schrifttumsverzeichnis siehe A. SCHMAUSS, Zeitschr. f. angew. Met. 1941, 237, 373.



deten Barometerstände herausgeschrieben, da es ja nicht der Zweck der Arbeit war, exakte Mittelwerte des Luftdrucks abzuleiten, sondern eine Häufigkeitsstatistik zur Ermittlung von kalendermäßigen Bindungen anzulegen. Wie bei den bisherigen Untersuchungen wurden von den 30jährigen Mitteln übergreifende Pentadenmittel gebildet. Man wird dadurch von zufälligen Schwankungen unabhängiger und kann reelle wenn auch kleine Abweichungen durch die Summation besser herausholen. Über das Ergebnis unterrichtet Bild 1.

Wie das Bild zeigt, ergeben sich auch für den Luftdruck in rund 3000 m Höhe kalendermäßige Bindungen. An Stelle eines kontinuierlichen An- und Abstieges, wie er dem kontinuierlichen An- und Abstieg der Deklination der Sonne entsprechen würde, finden wir eine Anzahl von Gipfeln und Senken, die durch die Mittelbildung nicht unterdrückt wurden.

Wenn es heute auch nicht mehr nötig erscheint, einen Beweis für die „Realität der Singularitäten“ zu erbringen, die man anfangs gerne als Zufälligkeiten auslegte, habe ich doch zu meiner eigenen Sicherheit noch die Unterteilung in zwei unabhängige Reihen 1901–1915, 1916–1930 vorgenommen und die Bilder der Partialreihen mit dem des Gesamtkollektivs verglichen. Die Übereinstimmung war recht befriedigend.

Für die vorliegende Arbeit genügt der Hinweis auf die Treue der Singularitäten auch in den beiden Unterabschnitten; auf die zeitlichen Verschiebungen der markanten Punkte und insbesondere auf die Schwankungen der Amplituden einzugehen, wird sich ohnehin bei der Betrachtung von Einzeljahren Gelegenheit ergeben.

Sollen die Singularitäten nicht nur Kuriositäten sein, wie die normalen Maxima und Minima eines meteorologischen Elementes, dann müssen sie in Beziehung zu bestimmten Großwetterlagen gebracht werden. In vorangegangenen Arbeiten¹ wurde der Nachweis erbracht, daß das Druckgefälle St. Mathieu-Lerwick auf der wichtigen Eingangspforte der atlantischen Tiefdruckgebiete zwischen der Bretagne und den Orkney-Inseln ein brauchbarer Index für die Großwetterlage von Mitteleuropa ist. Dieses Druckgefälle steht in unmittelbarer Korrelation zu den in ihrer Wetterbedeutung früh erkannten Aktionszentren, dem Azorenhoch und dem Islandtief.

Es wurde daher der Versuch gemacht, die für diesen Schnitt ermittelten Singularitäten mit den Bewegungen des Luftdrucks auf der Zugspitze zu vergleichen. Zur leichteren Übersicht wird es sich empfehlen, das auch in den Arbeiten anderer Forscher bereits verwendete Bild hier zu wiederholen.

Zur Vermeidung autosuggestiver Einträge wurde der Vergleich sowohl für die 30jährige Reihe, wie für die beiden 15jährigen Unterabschnitte in längerem zeitlichen Abstände durchgeführt. Es konnten im Bild 1 die meisten der Singularitäten von Bild 2 aufgefunden werden, unter Berücksichtigung der Unterschiede der geographischen Längen. Eine kleine Zahl von markanten Punkten des Bildes 2 waren in der Zugspitzkurve nicht aufzufinden; dafür zeigte die Zugspitzkurve einige, die im Bild 2 nicht zu finden waren.

Im allgemeinen ergibt sich eine gleichsinnige Lage der Punkte: Einem Gipfel des Druckgradienten St. M.-L. entspricht auch ein höherer Wert des Luftdrucks

¹ A. SCHMAUSS, Met. Z. 1938, 385; 1940, 89. Siehe auch Abh. d. Bayr. Akad. d. Wiss., Mathem.-naturw. Abt. Neue Folge Heft 51, 1941.

auf der Zugspitze, doch gibt es hiervon auch Ausnahmen, die leicht aufzufinden sind: Im Bild 2 tragen alle Spitzen gerade, alle Senken ungerade Ziffern; wo das im Bild 1 nicht der Fall ist, liegen Abweichungen vor.

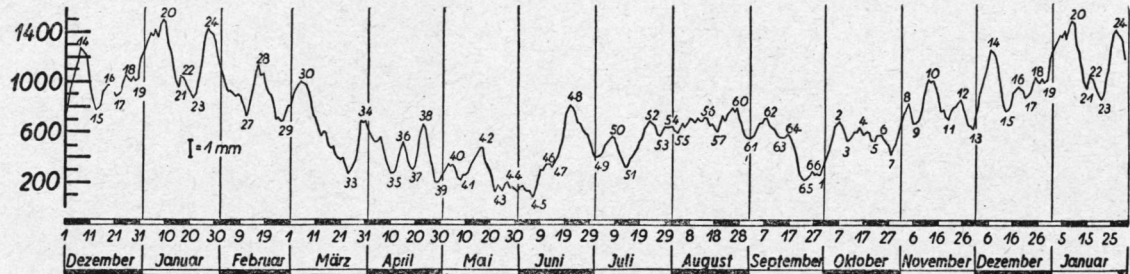


Bild 2. Jährlicher Gang des Druckgradienten St. Mathieu-Lerwick in übergreifenden Pentadensummen auf Grund von 25 Beobachtungsjahren (1901–1931 unter Weglassung der Kriegsjahre, für die keine Wetterkarten vorlagen)

Das Ergebnis erinnert an eine Untersuchung von H. Lorenz,¹ in der nachgewiesen wurde, daß auch die „Führungen“ der Steig- und Fallgebiete des Luftdrucks nicht gleichmäßig über das Jahr verteilt sind, sondern an Terminen gehäuft, die als Singularitäten der St. Mathieu-Lerwickkurve bekannt sind; aber auch da liegt das Vorzeichen der Korrelation nicht fest. H. Lorenz fand Häufungen der einen oder anderen Art bei geraden und ungeraden Ziffern der St. Mathieu-Lerwickkurve, also bei Spitzen und Senken.

Ich hatte eigentlich erwartet, daß $+$ - und $-$ - Korrelationen viel häufiger abwechseln würden, da der Luftdruck in 3000 m von zwei Größen abhängt: Der Zugehörigkeit zu einem Hoch- oder Tiefdruckgebiete, aber auch von der barometrischen Mitteltemperatur, die eine Kompensation im Gefolge haben kann.

Beispiele im großen finden wir im Verhalten des Luftdruckganges im Sommer und im Winter. Im großen gesehen gibt es eine Jahresperiode mit den Höchstwerten im Sommer, den Tiefstwerten im Winter. Daneben machen sich aber sekundäre Vorgänge bemerklich: Wir finden eine Verwerfung des sommerlichen Druckanstiegs Anfang Juni, die dem Eintritt der „Sommermonsunlage“ entspricht; es ist die zwischen Punkt 43 und 45 gelegene, im Bild 1 nicht bezifferte Spitze vom 2. Juni, von der ab die Drucke weit unter den Werten liegen, die wir durch eine Fortsetzung des mächtigen Anstieges vom Punkt 38 ab über den Punkt 43 hinaus erhalten würden. Ungefähr beim Punkte 1 würde die extrapolierte Kurve die wirkliche wieder treffen. Die bekannte Absenkung im jährlichen Temperaturverlauf über unserem dem Sommermonsun zugänglichen Lande findet im Druckverlauf ihre sinngemäße Auswirkung.

Daß umgekehrt die Senkung der Isobarenflächen, wie sie die winterliche Absenkung der Temperatur mit sich bringt, durch Einbeziehung in ein „dynamisches“ Hochdruckgebiet aufgehoben werden kann, zeigt uns die Hebung zu dem sekundären Druckmaximum vom Punkte 19 bis zum Punkte 23 (23. Januar), der einem sekundären Minimum der Temperatur entspricht.²

¹ H. LORENZ, Veröffentl. Geophys. Inst. Leipzig, 2. Ser. XIV, 1, 1941.

² A. SCHMAUSS, Deutsches Met. Jahrb. f. Bayern 1930, Anhang B, Tabelle I.

Weiter soll auf die wettermäßige Auslegung von Bild 1 hier nicht eingegangen werden, um nicht oft Gesagtes zu wiederholen. Für jeden Kenner des jährlichen Witterungsablaufes enthält Bild 1 „alte Bekannte“.¹

Da man bei Luftdrucken in 3000 m nicht ohne weiteres entscheiden kann, ob ein hoher Wert durch die Nähe eines Hochdruckgebiets oder durch eine hohe barometrische Mitteltemperatur zustande kam, wollen wir im Bild 3 den jährlichen Gang des Luftdrucks in München beifügen.

Da wir, wenn es sich nur um eine Auskunft über die Lage von Singularitäten handelt, auf Grund früherer Untersuchungen ohne Bedenken verschieden lange Reihen mit zum Teil anderen Jahrgängen benützen dürfen, wurde von der Berechnung neuer Mittel abgesehen. Es genügte, auf die Werte zurückzugreifen, die aus einer früheren Untersuchung vorlagen.² Daß diese Werte aus dem Termin 14 Uhr abgeleitet waren, ist für den vorliegenden Zweck ohne Belang.

Auch im Bilde von München treten die beiden großen Abschnitte des Jahres hervor, die in Höchstwerten des Luftdrucks ihren Ausdruck finden: Ein winterliches Maximum, von dem ab der Druck in Wellen bis zum April hin abnimmt. Es folgt der ebenfalls in Wellen vor sich gehende Anstieg zu den Höchstwerten des Sommerhalbjahrs, die dem Herankommen des subtropischen Hochdruckgürtels entsprechen. Die Höchstwerte reichen aber nur knapp an das winterliche Maximum heran, während im Luftdruckgang auf der Zugspitze eine Überhöhung durch die mit dem Anstieg der barometrischen Mitteltemperatur einhergehende Streckung der Atmosphäre erfolgt.

Es wurden auch im Bild 3 die Ziffern des Bildes 2 übernommen, soweit eine Übereinstimmung des Datums besteht. Man ersieht an der großen Anzahl von Wendepunkten, die beziffert werden konnten, wie eng auch der Luftdruckgang von München mit dem Geschehen auf der Linie St. Mathieu-Lerwick verbunden ist. Wie beim Zugspitzbild 1 ergaben sich einige weitere markante Punkte, die kein Gegenstück im Bild 2 fanden, ebenso wie einige markante Punkte vom Bild 2 im Bild 3 nicht aufzufinden waren. Die Anzahl ist aber bemerkenswert gering, zumal wenn man die Verschiedenheit der veranlagten Zeiträume bedenkt (München 1880–1924, St. Mathieu-Lerwick 1901–1931).

Es bleibt beachtlich, daß alle drei Bilder ungefähr dieselbe Anzahl von markanten Punkten aufweisen, etwa 30 Gipfel und 30 Senken, in denen sich die Rhythmik der Großwettervorgänge zu erkennen gibt.

Während die Eintrittszeit bestimmter Singularitäten in beiden Diagrammen von einer bemerkenswerten Übereinstimmung ist, kann über das Vorzeichen nur von sowohl als auch berichtet werden, wie man an dem Wechsel der geraden und ungeraden Ziffern entnehmen kann. Auch das ist synoptisch verständlich: Eine Verstärkung des Druckgradienten kann erfolgen durch das Hereinschieben eines Keils hohen Drucks von Westen her, aber auch durch die Ausbreitung eines im Norden vorüberziehenden Tiefdruckgebietes nach Süden.

Ich habe darum bei jeder Gelegenheit betont, daß die Verwendung der Singularitäten zu prognostischen Zwecken nicht so erfolgen darf, daß man ein bestimmtes Ereignis zu

¹ Siehe z. B. die Schilderung des jährlichen Großwetterablaufs bei F. STEINHAUSER, Met. Zeitschr. 1937, 488.

² A. SCHMAUSS, Deutsches Met. Jahrb. f. Bayern 1928, Anhang B.
München Ak. Abh. 1943 (Schmauß) 2

bestimmter Zeit in Aussicht stellt, sondern nur zur Mahnung der Aufmerksamkeit auf die synoptische Lage zu bestimmten Zeiten. Man kann mit genügender Bestimmtheit sagen, daß an einem bestimmten Termin eine Änderung erfolgen werde, aber nicht, mit welchem Vorzeichen: das läßt sich erst angeben, wenn die Vorgeschichte des augenblicklichen Falles vorliegt.

Es ist recht bemerkenswert, daß auch die Volksregeln, die mit den Singularitäten in Parallele gestellt werden können, gelegentlich ein Doppelgesicht zeigen. Bekannt ist z. B. die Regel:

Matheis bricht's Eis, find't er keins, so macht er eins.

Man darf solche Regeln nicht mit dem Hinweis auf 50 zu 50 abtun, denn sie sagen etwas Bestimmtes aus – die Änderung der Großwetterlage zu bestimmten Zeiten, wenn sie auch das Vorzeichen offen lassen. Wenn, wie im Februar 1942, die ganze vorangegangene Zeit dem Froste angehört hat, dann bedeutet die Regel, daß um den 24. Februar ein Versuch zur Umstellung der Großwetterlage im Sinne von Tauwetter erfolgen werde. Daß die Umstellung von Frost auf Tauwetter häufiger sein wird, besagt Bild 2, in dem wir bei Punkt 29 einen Wiederanstieg des Druckgradienten, also eine Aussicht auf maritime Luftzufuhr entnehmen.

Die Unbestimmtheit solcher Regeln hat ihren Grund darin, daß es keine 100%ige Korrelation zwischen irgendwelchen meteorologischen Elementen gibt. Wir brauchen nur z. B. daran zu erinnern, daß zwar im allgemeinen hohem Druck im Sommer warmes Wetter entspricht, daß aber auch eine negative Korrelation zu verzeichnen sein kann, weil es noch auf die Lage des Hochdruckmaximums ankommt.¹

Ich habe versucht, mit Hilfe von Luftdruckkarten, die Pentaden zusammenfassen, näheren Einblick in die Vorgänge zu bekommen,² doch vermißt man darin die Bewe-gung, die man erst aus übergreifenden Pentadenmittelkarten entnehmen könnte.

Daß die Singularitäten in einem unmittelbaren Zusammenhang mit wellenartigen Vorgängen in der Atmosphäre stehen, worüber in einer früheren Untersuchung Näheres berichtet wurde,³ ist auch im jährlichen Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze zu erkennen. Man hat sogar den Eindruck, daß die Wellen im 3000-m-Niveau besser zum Ausdruck kommen als auf der Hochebene. Gründe hierfür dürften in dem Einfluß der bodennäheren Luftschichten auf den Luftdruckgang im Alpenvorlande zu suchen sein.

PRÄZISION DER MARKANTEN PUNKTE DER DRUCKKURVE

Bei der Berechnung der Luftdruckmittel fiel mir die recht unterschiedliche Streuung der je 30 Werte eines Kalendertages auf. Das gab Veranlassung, die mittleren Abweichungen der einzelnen Werte vom 30jährigen Mittel des betr. Tages zu berechnen, die im Bilde 4 eingetragen sind.

Wenn wir dem mittleren Verlauf des Kurvenzuges vom Januar bis Anfang Juni folgen, würden wir in den Sommermonaten noch geringere Streuungen erwarten, als sie wirklich

¹ Neues hierüber bei A. JATHO, Ann. d. Hydr. u. marit. Met. 1942, 1.

² Z. B. E. ALT, Deutsches Met. Jahrbuch f. Bayern 1919, Anh. E.

³ A. SCHMAUSS, Met. Zeitschr. 1940, 89.

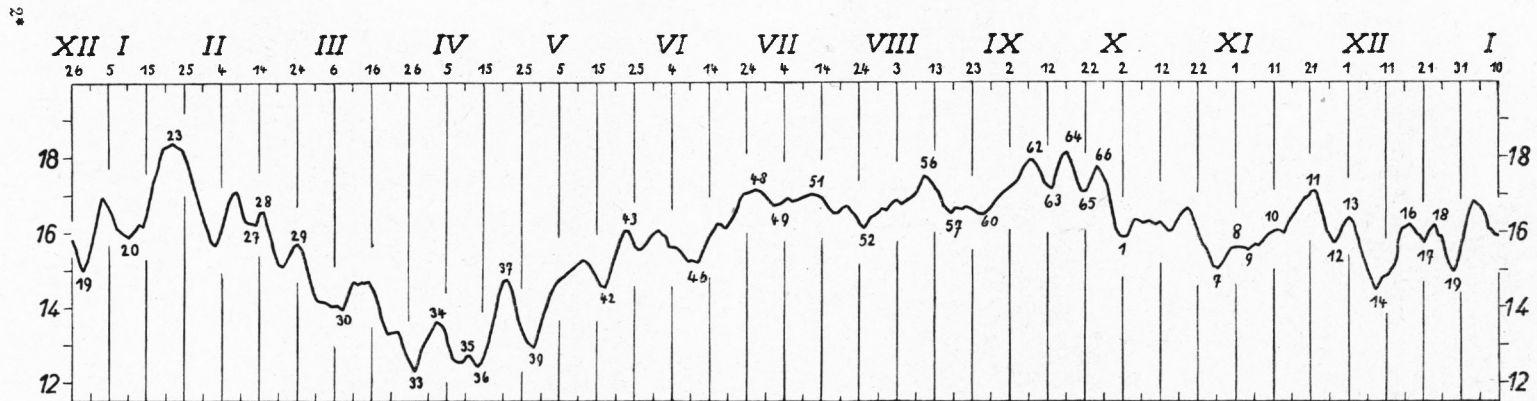


Bild 3

Jährlicher Gang des Luftdrucks in München (700 + . . mm) in übergreifenden Pentadenmitteln für den Termin 14 Uhr

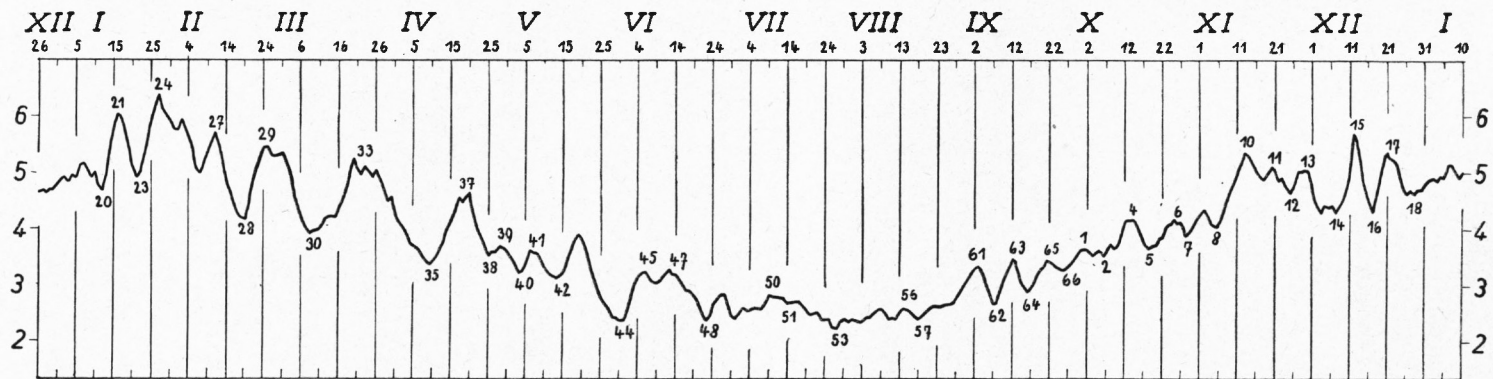


Bild 4

Mittlere Abweichungen des Luftdrucks auf der Zugspitze für jeden Kalendertag des Jahres in übergreifenden Pentadenmitteln (mm)

eintreten. Das Kurvenstück vom Juni bis September ist etwas hinaufgehoben, entsprechend der „Sommermonsunlage“, der wir auch bei diesem Elemente begegnen.

Die Präzision der Druckwerte ändert sich aber nicht in stetigem Flusse, sondern weist auch eine Reihe von Gipfeln und Senken auf.

Ohne Voreingenommenheit wurden Ziffern an den Tagen eingeschrieben, an denen eine zeitliche Übereinstimmung mit markanten Punkten des Bildes 2 gegeben waren, wobei nur Streuungen von einem, ganz selten zwei Tagen zugestanden wurden. Da in dem Standardbild 2 alle Spitzen mit geraden, alle Senken mit ungeraden Ziffern bezeichnet wurden, bekommt man aus Bild 4 sofort Aufschluß über das Vorzeichen der Korrelation zwischen dem Absolutwert des Luftdrucks eines Tages und der Präzision, mit der er in den 30 Jahren eingetreten war.

Im allgemeinen liegen die ungeraden Ziffern oben, die geraden unten. Wir können das Ergebnis in Worten etwa so formulieren: Einem relativ niedrigen Werte des Druckgradienten St. Mathieu-Lerwick entspricht in den überwiegenden Fällen eine höhere Streuung des Luftdrucks auf der Zugspitze. Wir können auch die Verbindung mit Bild 1 herstellen und sagen: Die höheren Werte des Drucks haben im allgemeinen eine geringere Streuung als die niederen.

Es handelt sich aber nur um eine Regel, kein Gesetz, denn wir finden im Bilde 4 auch Stellen, an denen die geraden Ziffern auf den Spitzen liegen. Die zeitliche Übereinstimmung ist also auch hier wieder als dominant anzusehen, wie bei früheren Untersuchungen, während die Amplitude und damit auch das Vorzeichen stärker streut.

Wenn es noch eines Nachweises bedurft hätte, daß die Singularitäten keine Nachwirkungen zufällig hoher oder niedriger Werte sein können, wäre er hier erbracht worden: Es kann kein Zufall sein, daß zwei so verschiedene meteorologische Elemente wie der Druckgradient St. M.-L. und die mittlere Streuung des Luftdrucks auf der Zugspitze eine solche Anzahl von gemeinsamen markanten Punkten aufweisen.

DER JÄHRLICHE GANG DES DRUCKUNTERSCHIEDES HOHENPEISSENBERG-ZUGSPITZE

Um einen Überblick zu gewinnen, ob auch die relative Topographie kalendermäßigen Bindungen unterliegt, wurden die Druckdifferenzen Hohenpeißenberg-Zugspitze für jeden Tag berechnet. Mit Rücksicht auf den Zweck der vorliegenden Untersuchung konnte auch hierbei die Beschränkung auf ganze mm verantwortet werden, wodurch die Rechenarbeiten erheblich vereinfacht wurden. Wie bei der Berechnung der mittleren Drucke der Zugspitze wurde auch für den Druckunterschied die Berechnung der 30jährigen Mittel durchgeführt und die Zerteilung in die Unterabschnitte 1901–1915, 1916–1930 vorgenommen mit dem gleichen Ergebnis, daß auch die voneinander unabhängigen Unterabschnitte grundsätzlich dieselben Singularitäten aufwiesen. Es genügt daher, nur das Ergebnis der 30jährigen Berechnung im Bild 5 beizugeben.

Wie man sieht, ließen sich genügend viele Punkte identifizieren, so daß auch für dieses meteorologische Element die Beziehung zu dem dynamischen Index St. M.-L. als feststehend gelten darf. Es überwiegen die negativen Korrelationen, wie man an dem Über-

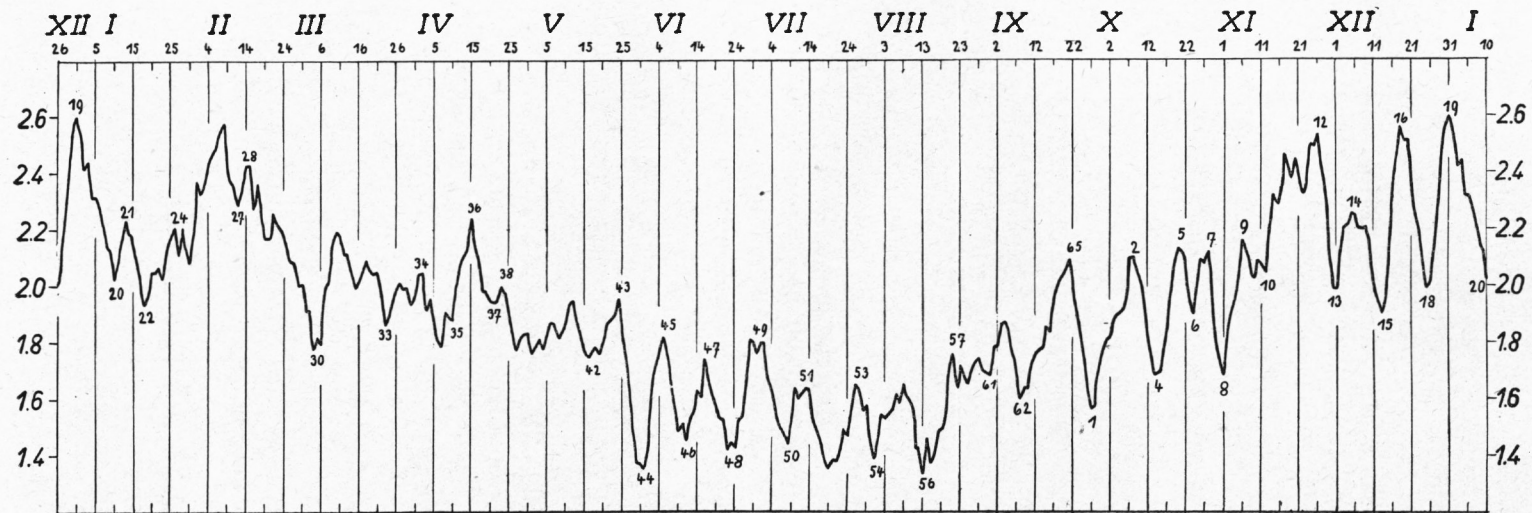


Bild 5. Jährlicher Gang der Druckdifferenz Hohenpeißenberg-Zugspitze in übergreifenden Pentadenmitteln (100 + . . mm) 1901-1930 für den Termin 21 Uhr

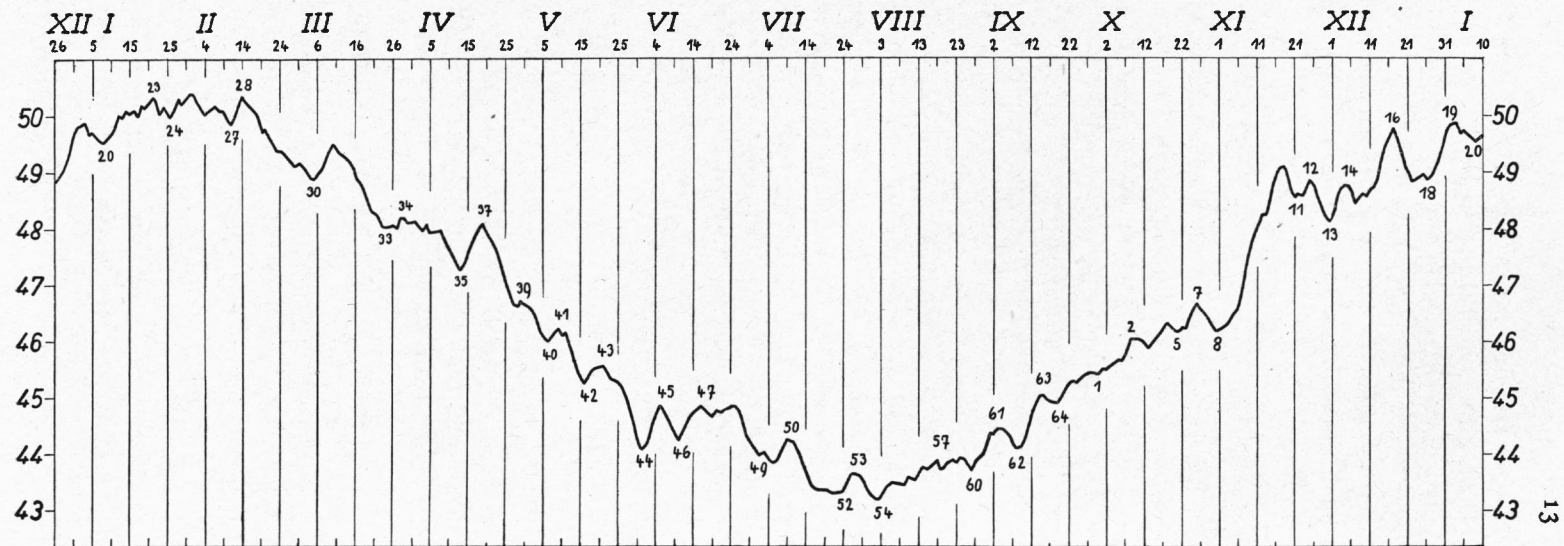


Bild 6. Mittlere Abweichungen der Druckdifferenz Hohenpeißenberg-Zugspitze für jeden Kalendertag in übergreifenden Pentadenmitteln (mm)

wiegen der ungeraden Ziffern an den Spitzen, der geraden an den Senken ablesen kann. Doch gibt es auch beachtliche Anteile positiver Korrelation. Es scheint mir daher, wenn man nicht den schon nun viel verwendeten Ausdruck Singularitäten beibehalten will,¹ die Bezeichnung „wiederkehrende Wendepunkte“ die beste zu sein, weil diese das Vorzeichen offen läßt. Bei der Verdeutschung „Häufigkeitsgipfel“ müßte man korrekterweise auch hinzufügen: oder „Häufigkeitssenken“.

PRÄZISION DER MARKANTEN PUNKTE DER DIFFERENZENKURVE

Auch die Präzision der Druckdifferenz Hohenpeißenberg-Zugspitze unterliegt kalendermäßigen Bindungen, wie aus Bild 6 zu ersehen ist.

Die Bezifferung wurde streng nach dem Datum vorgenommen, wobei kaum mehr als 1 Tag Spielraum zugestanden wurde. Es ließen sich sehr viele Punkte identifizieren, wobei die ungeraden Ziffern zumeist auf die Spitzen zu liegen kamen; doch gibt es auch hier positive Korrelationen. In Worten könnte man das Ergebnis etwa so formulieren: Einem relativ hohen Wert des Druckgradienten St. Mathieu-Lerwick entspricht im allgemeinen eine geringere Streuung des Druckunterschieds Hohenpeißenberg-Zugspitze.

Recht unterschiedlich sind, wie auch für den Luftdruck in 3000 m festgestellt wurde, die Amplitudenverhältnisse. Zu der Unklarheit über das Vorzeichen einer zu erwartenden Wetteränderung gesellt sich die Unkenntnis, bis zu welchem Betrage die Abweichung gehen werde. Die Verwendung der Singularitäten für prognostische Zwecke wird dadurch noch mehr eingeengt, da gerade das Ausmaß einer Wetterveränderung von besonderer praktischer Bedeutung ist. Für den Meteorologen ist es dieselbe Befriedigung, wenn eine Singularität nur ihre Visitenkarte abgibt oder als allgemein beachtete Umgestaltung des Wetters auftritt; für die Interessenten liegt das Schwergewicht aber auf dem Ausmaße, nach dem etwaige Vorbereitungen zu treffen wären.

SYMMETRIEPUNKTE

In einer früheren Mitteilung² hatte ich schon auf die nahen Beziehungen der Singularitäten mit Wellen und Spiegelungspunkten aufmerksam gemacht. Auch der jährliche Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze läßt eine Reihe von Rhythmen erkennen, die in zwei Spiegelungspunkten ihre Zusammenfassung finden.

a) Der Sommerspiegelungspunkt

Der Höchstwert des Luftdrucks wird im Kollektiv am 10. August (Punkt 56) erreicht. Wir wollen im Bild 7 den Teilausschnitt aus Bild 1 nochmal übernehmen, um in besonderer Bezeichnung die, wie mir scheint, einander korrespondierenden Punkte hervortreten zu lassen.

Ich habe die Beschriftung derselben ganz mechanisch, ohne vorgefaßte Meinung vorgenommen und nachträglich die in Tabelle I angegebene Bestätigung erhalten, daß es berechtigt war, die Punkte vor und nach dem Spiegelungspunkt einander zuzuordnen.

¹ F. BAUR, Met. Zeitschr. 1940, 390; A. SCHMAUSS 1941, 31.

² Met. Zeitschr. 1940, 89.

Tabelle I: Abstände vom Sommerspiegelpunkt

a	6 Tage	a'	7 Tage	h	36 Tage	h'	38 Tage
b	8 „	b'	11 „	i	40 „	i'	43 „
c	16 „	c'	14 „	k	42 „	k'	47 „
d	21 „	d'	20 „	l	46 „	l'	52 „
e	23 „	e'	24 „	m	49 „	m'	53 „
f	27 „	f'	28 „	n	59 „	n'	59 „
g	34 „	g'	34 „	o	62 „	o'	63 „

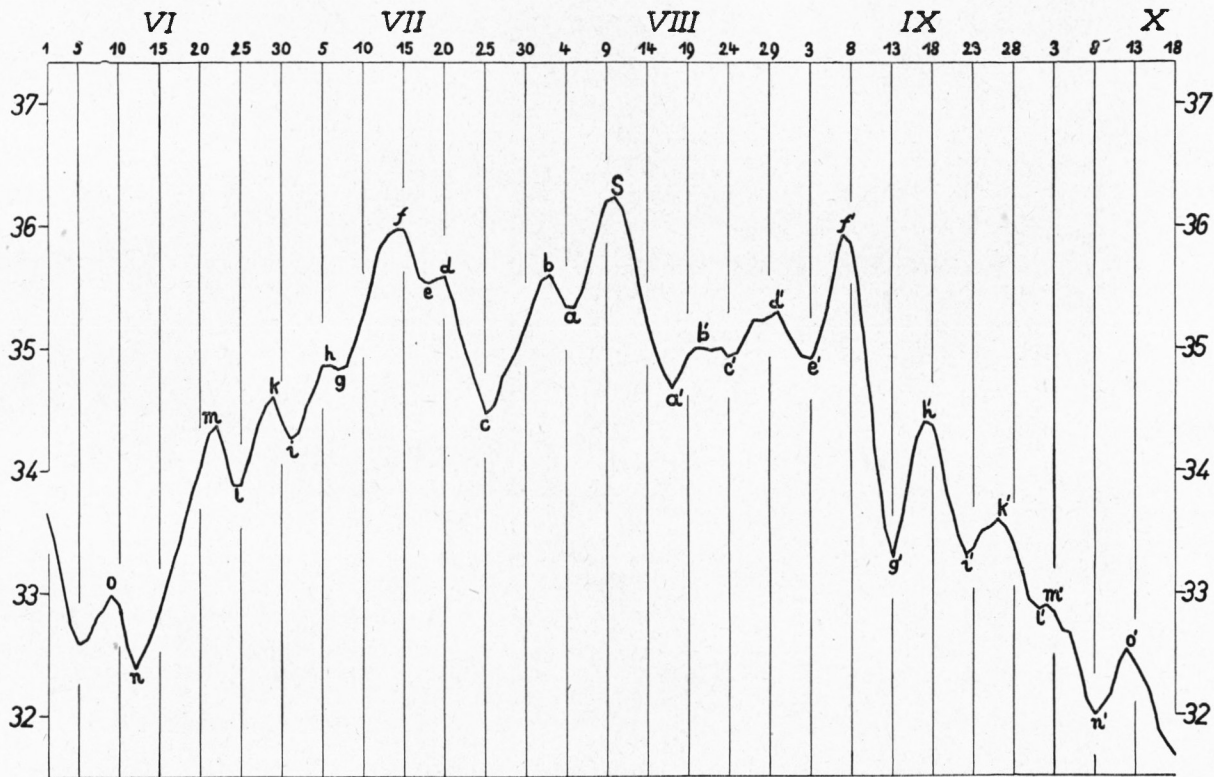


Bild 7. Verlauf des Luftdrucks auf der Zugspitze (500 + . . mm) im Sommerhalbjahr in übergreifenden Pentadenmitteln für die Jahre 1901-30

Es wurden die beiden Kurven auch gespiegelt gezeichnet; die Tabelle gibt aber die Zuordnung übersichtlicher als die Spiegelung der Druckkurve, da die kleinen zeitlichen Verschiebungen und die wechselnden Ordinatenwerte die Zuordnung nicht so eindrucksvoll erkennen lassen wie die Tabelle.

b) Der Winterspiegelungspunkt

Der sekundäre Höchstwert des Luftdrucks im Winterhalbjahr am 23. Januar (Punkt 23) hebt sich markanter heraus als der sommerliche Gipfel, mit dem die Punkte f und f' in starker Konkurrenz stehen. Es wurden wieder ganz mechanisch die Gipfel und Senken

zu beiden Seiten des Höchstwertes mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet. Die einzige Konzession wurde beim Punkte f gemacht, der nach dem Symmetriepunkt in zwei Gipfel f^I und f^{II} aufgespalten angenommen wurde; man kann die Aufspaltung überbrücken, wie das in dem gestrichelten Kurvenstücke geschehen ist, und erhält dann volle Übereinstimmung.

Daß diese Bezeichnungen auch innere Berechtigung haben, geht wieder aus der Zusammenstellung der Abstände korrespondierender Punkte vom Symmetriepunkt hervor.

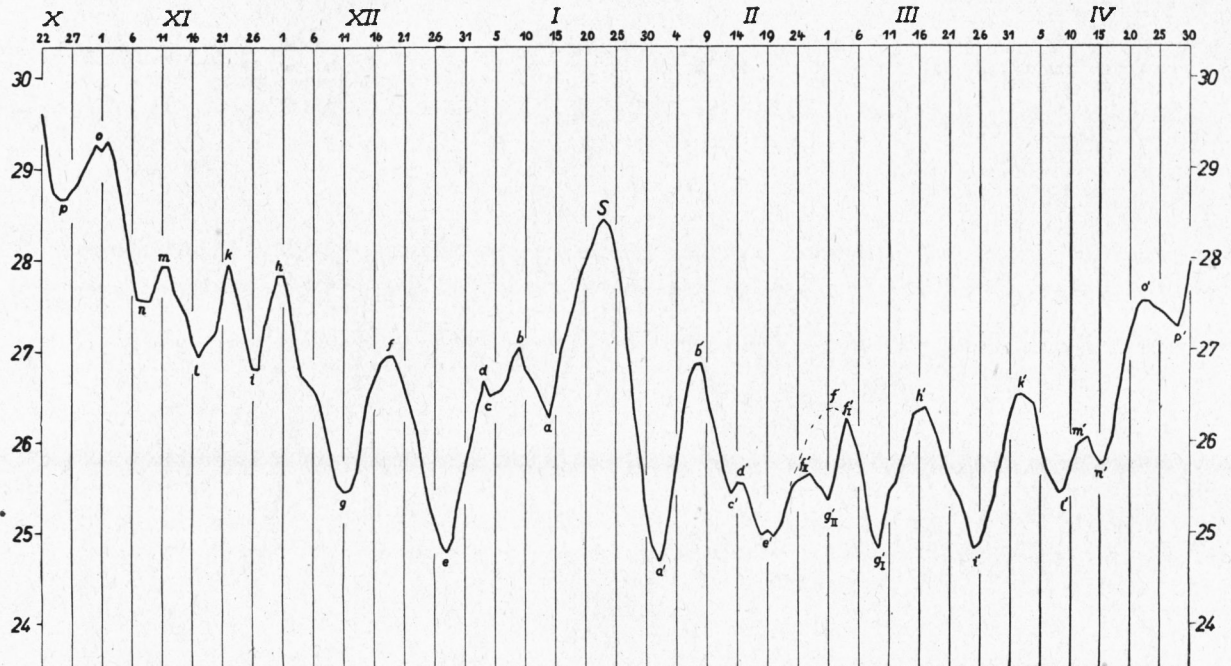


Bild 8. Verlauf des Luftdrucks auf der Zugspitze (500 + .. mm) im Winterhalbjahr in übergreifenden Pentadenmitteln für die Jahre 1901-1930

Tabelle II: Abstände vom Winterspiegelungspunkt

a	9 Tage	a'	9 Tage	i	58 Tage	i'	61 Tage
b	14 „	b'	16 „	k	62 „	k'	69 „
c	19 „	c'	21 „	l	67 „	l'	75 „
d	20 „	d'	23 „	m	72 „	m'	79 „
e	26 „	e'	27 „	n	76 „	n'	82 „
f	35 „	f'	37 „	o	83 „	o'	89 „
g	43 „	g'	42 „	p	90 „	p'	95 „
h	53 „	h'	52 „				

Die Übereinstimmung ist bis zur Dauer von zwei Monaten recht erfreulich; ab k' ist eine einheitliche Verschiebung zu längerer Dauer im zweiten Teile des Winters zu erkennen. Die Unterschiede wachsen bis zu 7 Tagen an; die Schwingungen sind aber so klar zu erkennen, daß ich trotz dieser sonst ungewohnten zeitlichen Konzession die Buchstaben-zuordnung aufrecht halten möchte.

Das Winterhalbjahr ist sichtlich beständiger in seinen Rhythmen als das Sommerhalbjahr; wir konnten ungezwungen den Verlauf über 90 Tage verfolgen, während wir im Sommer schon bei 62 Tagen abbrechen mußten, Es liegt das zum Teil an den Übergangszeiten, die einen sehr raschen, aber noch gut gegliederten Anstieg des Druckes im Frühjahr, einen ebenso raschen aber wenig gegliederten Rückgang im Herbst brachten. Auf die „Verwerfung“ der Klimakurven kurz vor dem Eintritt des Winters in der Höhe der Zugspitze wurden wir auch schon früher aufmerksam.¹ Auch hier erkennen wir, wieviel klarer die Rhythmen in 3000 m hervortreten als im entsprechenden Winterabschnitt des Druckverlaufs von München.

Die Verspätung des sommerlichen Maximums gegenüber dem Sonnenstande (55 Tage) erscheint durch die Verspätung des Temperaturmaximums in der unter 3000 m gelegenen Atmosphäre genügend erklärt. Für München kann der 17. Juli als kollektives Datum der höchsten Temperatur gelten,² für die Zugspitze wurde der 2. bzw. 10. August dafür ermittelt; der letztere Termin entspricht dem Scheitelwert des Luftdrucks; wir finden ihn auch im Luftdruckgang von München mit einer Spitze vertreten.

Wesentlich geringer ist der Abstand des Wintermaximums vom Wintersolstitium (33 Tage). Am 23. Januar ist die Temperatur der zwischen 500 und 3000 m gelegenen Atmosphäre nicht mehr weit von ihrem im Durchschnitt am 1. Februar gelegenen Tiefstwerte entfernt.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß der Sommerspiegelungspunkt im Luftdruckgang auf der Zugspitze mit einer geraden, der Winterspiegelungspunkt mit einer ungeraden Nummer der St. Mathieu-Lerwickkurve zusammenfällt, was auf eine alternierende Korrelation schließen läßt, doch sei hierauf an dieser Stelle nicht näher eingegangen.

Die Bilder 7 und 8 geben die Möglichkeit, einen Überblick über die Rhythmen zu erlangen, nach denen die Schwankungen des Luftdrucks erfolgten. Es wurden die Abstände der Spitzen und Senken für die Sommer- und Winterabschnitte, die in den Bildern mit Buchstaben kenntlich gemacht wurden, abgelesen. Für die veranlagten 14 Spitzen und 13 Senken im Sommerabschnitt ergab sich als Mittel 9.0 Tage, für die 15. Spitzen und 16 Senken im Winterabschnitt 11.5 Tage als mittlere Dauer der Rhythmen.

Wir können die Bilder auch benutzen, um Einblick zu bekommen, ob neben diesen kurzen Wellen noch längere eingelagert sind. Zur Prüfung dieser Frage wurde der Abstand der zweiten, dritten usw. bis zehnten Spitze oder Senke für alle in Betracht kommenden Kombinationen herausgeschrieben und die Häufigkeitsverteilung der dabei gefundenen Abstände ermittelt, über die Bild 9 unterrichtet.

Im Sommerabschnitt finden wir ein Maximum zwischen 8 und 9 Tagen, also bei etwas kleineren Werten als es das Gesamtmittel der unmittelbar aufeinanderfolgenden Spitzen

¹ Deutsches Met. Jahrbuch, Bayern 1930 und 1931, jeweils Anh. B.

² Deutsches Met. Jahrbuch, Bayern 1928, Anh. B.

und Senken ergeben hatte. Das zweite zwischen 18 und 19 ist wohl nur eine Wiederholung der Grundschiwingung; auch das dritte Häufigkeitsmaximum bei 28 Tagen weist auf keine Eigenschwingung hin, da es nahe bei 3 mal der Grundschiwingung liegt. Das gleiche gilt für das Maximum bei 35 Tagen, das als 4 mal 8.7 aufgefaßt werden kann. Der nächste Gipfel bei 41 Tagen kann durch 5 mal 8.2 zustande kommen. Die Häufung zwischen 53 und 54 Tagen kann als 6 mal 8.9 gedeutet werden. In das Kollektiv gehen also andere Wellen anscheinend nicht ein.

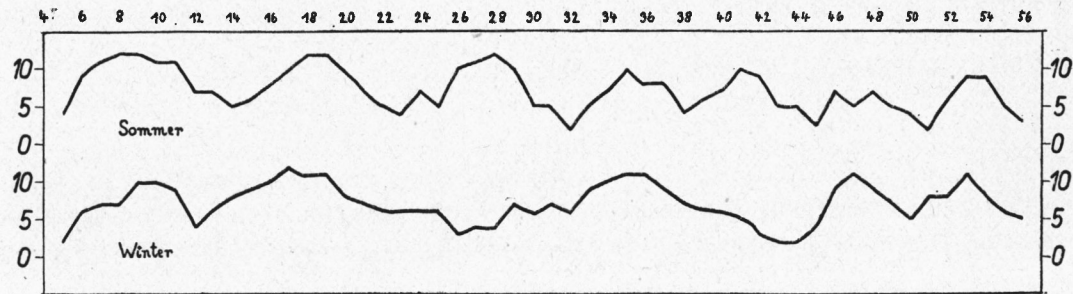


Bild 9

Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Abstände der Spitzen und Senken im Bild 7 und Bild 8

Im Winterabschnitt überrascht zunächst die erste Häufungsstelle zwischen 9 und 10 Tagen in Anbetracht des mittleren Wertes von 11.5 Tagen. Auch das nächste Maximum bei 17 bis 18 Tagen liegt überraschend tief und weist, wenn man es als das nächste Multiplum einer Grundschiwingung gelten lassen will, auf eine solche von 8 bis 9 Tagen hin. Eine Häufung beim dreifachen Werte ist nicht zu ersehen, dagegen könnte die Häufung bei 35 und 36 Tagen ein Ergebnis der Multiplikation der Grundschiwingung mit 4 sein. Die Häufungsstelle bei 47 Tagen könnte man als 5 mal einer Grundschiwingung von 9.4 Tagen auslegen; die Spitze bei 53 Tagen, der wir auch im Sommer begegnet sind, verweist auf 6 mal 8.8 Tage.

VERGLEICH MIT DEM LUFTDRUCKGANG IN MÜNCHEN

Wenn auch im Bild 3 bereits eine grundsätzliche Übereinstimmung der Singularitäten im Luftdruckgang auf der Zugspitze und in München festgestellt worden ist, ist es doch wünschenswert, einen Überblick über die Strammheit ihrer Beziehung zu erhalten. Ich habe daher aus Bild 3 den Gang von München in dem Maßstabe der Bilder 7 und 8, getrennt für den Sommer- und Winterabschnitt übertragen und die gleiche Buchstabenbezeichnung benützt, was ohne Zwang geschehen konnte.

Wie man sieht, weist der Luftdruckgang von München fast alle Singularitäten des Zugspitzdiagrammes auf. Es fehlen die Punkte d' und e', die sich nur in einer Schlangenlinie zwischen c' und f' bemerklich machen. Daß die Beziehungen zwischen Bild 7 und Bild 10 nicht nur formaler Natur sind, erkennen wir aus Tabelle III, in der die Abstände korrespondierender Punkte vom Sommerspiegelungspunkt zu finden sind, der auch für München auf den 10. August fällt.

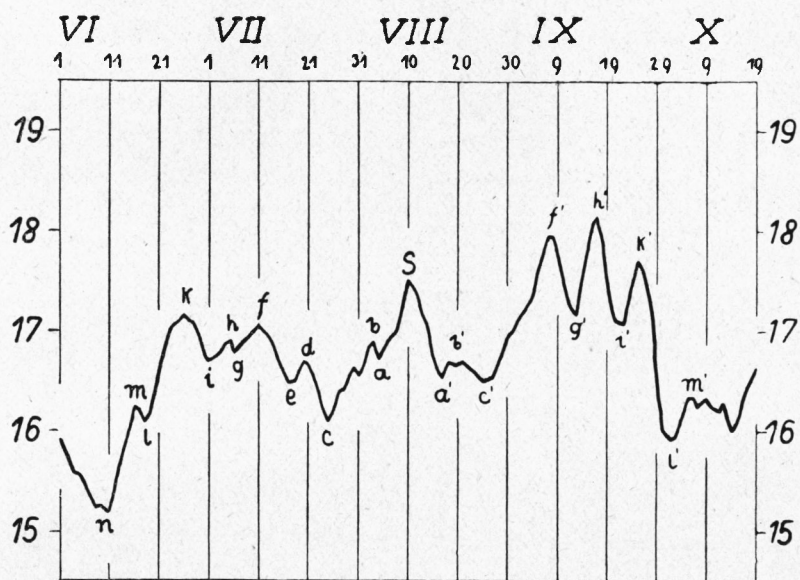


Bild 10
Verlauf des Luftdruckes
in München (700 + . . mm)
im Bereiche des Sommer-
spiegelungspunktes
in übergreifenden Pen-
tadenmitteln

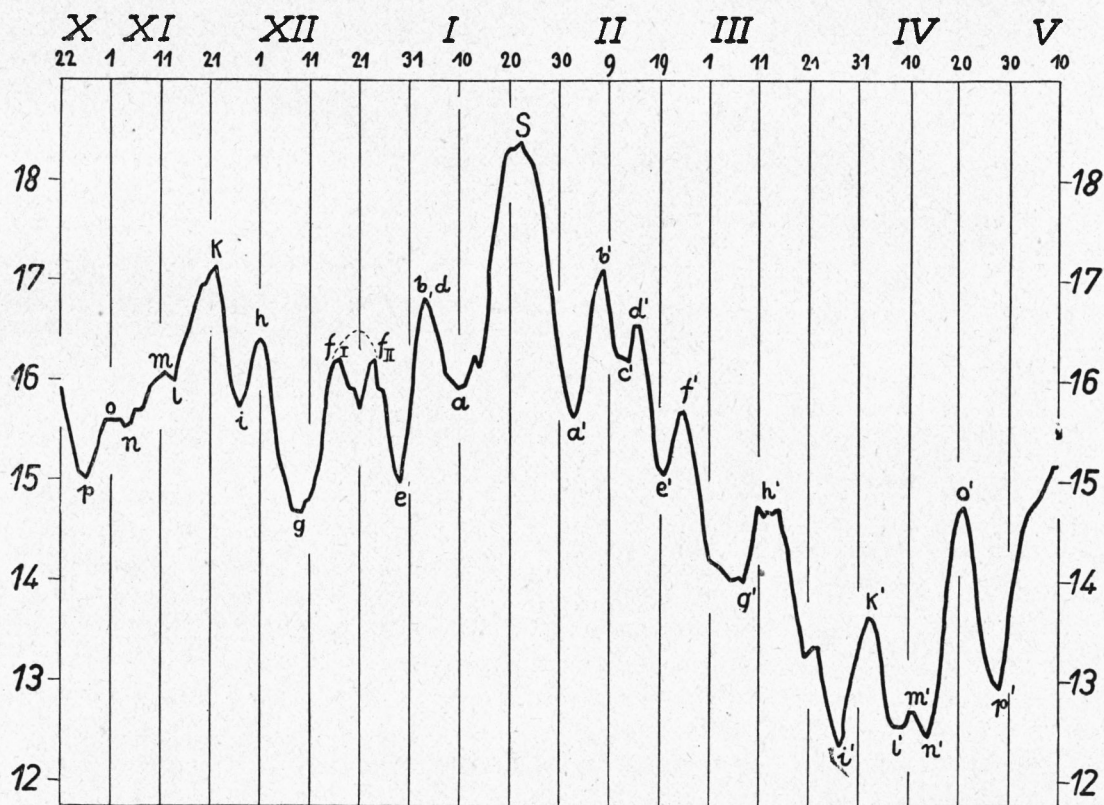


Bild 11. Verlauf des Luftdruckes in München im Bereiche des Winterspiegelungspunktes
in übergreifenden Pentadenmitteln

Tabelle III: Abstände vom Sommerspiegelungspunkt

a	6 Tage	a'	7 Tage	h	36 Tage	h'	38 Tage
b	7 „	b'	10 „	i	40 „	i'	43 „
c	16 „	c'	15 „	k	45 „	k'	46 „
d	20 „	d'	? „	l	53 „	l'	53 „
e	23 „	e'	? „	m	55 „	m'	56 „
f	30 „	f'	29 „	n	62 „	n'	? „
g	35 „	g'	34 „				

Die Übereinstimmung mit den in Tabelle I angegebenen Abständen für die Zugspitzwerte ist recht gut; größere Abweichungen sind erst bei den höheren Abständen zu bemerken.

Wir befragen noch den Winterabschnitt, der in seiner größeren Bewegtheit Unterschiede leichter hervortreten lassen sollte.

Wir finden fast völlige Übereinstimmung in zeitlicher Hinsicht mit Bild 8, aber zum Teil große Unterschiede in den relativen Ausmaßen der Gipfel und Senken. Über die zeitliche Zuordnung unterrichtet Tabelle IV.

Tabelle IV: Abstände vom Winterspiegelungspunkt

a	12 Tage	a'	11 Tage	i	56 Tage	i'	63 Tage
b	? „	b'	17 „	k	61 „	k'	70 „
c	? „	c'	21 „	l	69 „	l'	74 „
d	19 „	d'	23/24 „	m	71 „	m'	78 „
e	24 „	e'	29 „	n	79 „	n'	81 „
f	34 „	f'	33 „	o	82 „	o'	89 „
g	45 „	g'	45 „	p	87 „	p'	96 „
h	52 „	h'	50 „				

Übereinstimmend mit Tabelle II zeigt auch diese Zusammenstellung, daß die Abstände korrespondierender Punkte nach dem Spiegelungspunkte, der kälter gewordenen Atmosphäre entsprechend, insbesondere bei den vom Spiegelungspunkte entfernter liegenden Singularitäten um einige Tage größer sind. Über die Zuordnung der korrespondierenden Punkte besteht aber volle Übereinstimmung in den beiden Reihen. Im gesamten Verlauf macht die Zugspitzkurve einen ungestörteren Verlauf; daß es in den untersten Luftschichten zu Tarnungen und Verschiebungen kommt, wissen wir aus dem täglichen Wetterdienst. Es ist also gerechtfertigt, zur Erlangung weiterer Aufschlüsse das Zugspitzmaterial eingehender zu studieren.

DIE STREUUNG DER SINGULARITÄTEN

Es wurde schon erwähnt, daß die 30jährige Reihe in zwei je 15jährige Reihen unterteilt wurde, um eine Bestätigung zu bekommen, daß die Singularitäten kein Zufallsergebnis sind. Das Interesse, das sich in den letzten Jahren auch an anderen Stellen für diese Fragen gezeigt hat, legte es nahe, zu untersuchen, ob sich auch schon aus 10jährigen Reihen die Singularitäten mit genügender Deutlichkeit würden ableiten lassen. Da es im Laufe der Zeit zu einer synoptischen Darstellung der Singularitäten kommen muß, die eine möglichst dichte Stationsauswahl nötig macht, muß man die Mehrarbeit dadurch

herabdrücken, daß man versucht, mit einer tunlichst geringen Zahl von Jahren auszukommen. Das ist nun in der Tat möglich, wie sich aus Bild 12 und 13 ergibt.

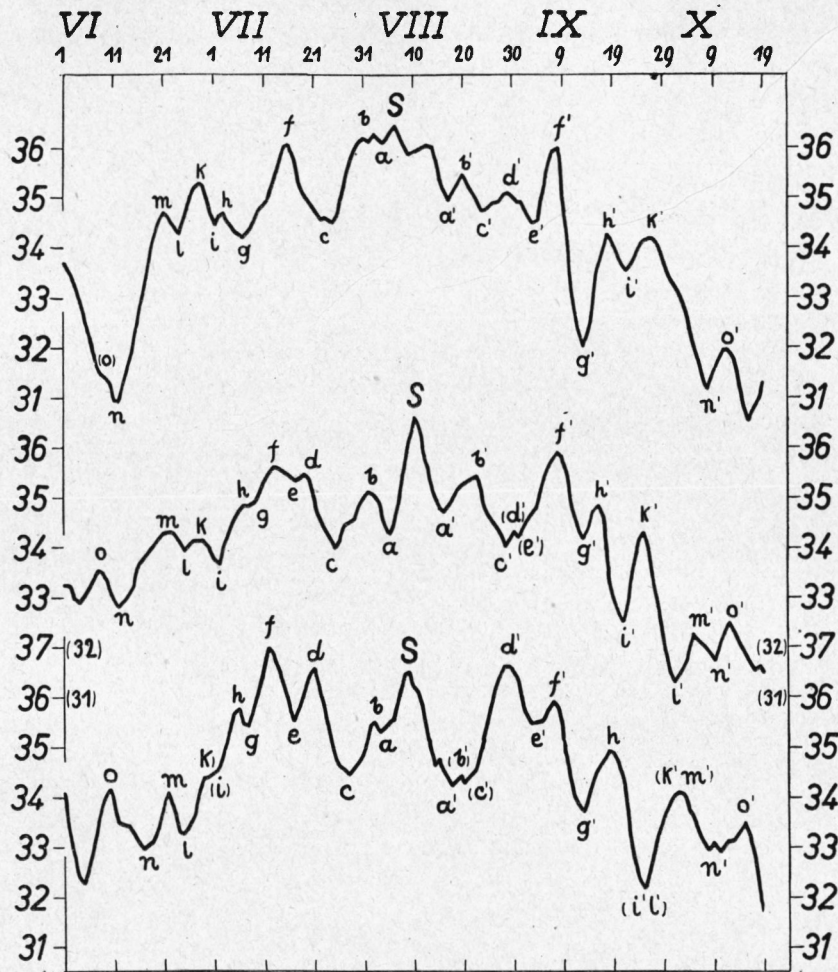


Bild 12. Verlauf des Luftdruckes auf der Zugspitze im Bereiche des Sommerspiegelungspunktes in übergreifenden Pentadenmitteln (500 + . . mm)

Obere Kurve (I) 1901-1910, mittlere (II) 1911-1920, untere (III) 1921-1930

Es sind alle wesentlichen Wendepunkte in allen drei Abschnitten aufzufinden, die wir von der 30jährigen Veranlagung her kennen, wenn auch ihre Wertigkeit manche Abwandlung erfahren hat. Auf Einzelheiten wollen wir hier nicht eingehen und nur die Lage des Spiegelungspunktes besprechen. Als dominierender Punkt erscheint er nur im mittleren Abschnitt. Im Abschnitt I ist er gerade noch zu erkennen; auch im Abschnitte III würde man ohne vorherige Kenntnis des Bildes 7 dem Punkte S nicht die Bedeutung zuerkennen, die er wirklich besitzt. Wie schon oft betont, schwanken die Singularitäten relativ wenig, was den zeitlichen Eintritt anlangt, dagegen sehr, was ihre Intensität betrifft, die so gering

sein kann, daß in einigen Abschnitten nur Rudimente vorhanden sind, die in der Zeichnung durch () kenntlich gemacht wurden. Diese Auffassung mag vielleicht fragwürdig erscheinen; sie drängt sich aber jedem auf, der sich in eingehender Betrachtung eine gewisse Vertrautheit erworben hat. Wenn die eine oder andere Singularität in dem einen oder anderen Abschnitt nur wenig entwickelt oder ganz unterdrückt erscheint, ist man über die Zuweisung der Buchstaben doch nie im Zweifel; die Ordnung wird durch die bemerkenswert gleichbleibenden Zeiten hergestellt. Ich führe als Beispiele die Eintrittszeiten einiger willkürlich herausgegriffenen Singularitäten in den drei Abschnitten an.

Bezeichnung	o	f	S	f'	o'
Abschnitt I	9. Juni	16. Juli	7. August	8. September	11/12. September
Abschnitt II	7. Juni	13. Juli	10. August	8. September	12. September
Abschnitt III	10. Juni	12. Juli	9. August	7. September	15. September

Die kleineren oder größeren Änderungen des Klimas in den drei Abschnitten finden demnach ihren Ausdruck in den Amplituden, in der Reliefenergie der Druckkurve, während die Eintrittszeiten eine höhere Stabilität besitzen.

Noch deutlicher tritt das im Winterabschnitt hervor.

Was wir von allen anderen meteorologischen Elementen wissen, daß sie im Winter stärker streuen als im Sommer, gilt auch für die Singularitäten. Die gelegentliche Aufspaltung eines Gipfels in zwei finden wir sogar auch am Spiegelungspunkte in den Abschnitten I und II; überbrückt man sie durch die punktierte Kurve, dann kommt man aber wieder zu fast demselben Datum. Die korrigierten Spiegelungspunkte liegen am 19., 21. und 23. Januar. Auch die Eintrittszeiten der übrigen Singularitäten sind erfreulich gleichgelegen, so daß man sich über die Zuordnung bzw. Aufspaltung im klaren ist.

Dagegen sind die Ordinaten noch mehr, als wir das am Sommerabschnitt festzustellen hatten, von den Klimaverschiebungen in Mitleidenschaft gezogen, so daß man schon den Rückhalt des höheren Kollektivs benötigt, um die Singularitäten des kürzeren zu verteidigen.

Aus beiden Bildern geht aber eindeutig hervor, daß man in der Tat auch schon aus 10jährigen Veranlagungen Singularitäten nachweisen kann, wenn ein etwa 30jähriges Kollektiv zum Vergleich zur Verfügung steht. Wie man kürzere Temperaturreihen an längere anschließen kann, kann man auch schon 10jährige Reihen mit Erfolg auf Singularitäten absuchen, wenn man sich an Hand einer Standardstation das Gerippe der kalendermäßigen Bindungen bereits verschafft hat. Nach den bisherigen Erfahrungen an Singularitäten auch entfernter Stationen ist die Reichweite solcher Standardstationen, soweit es das Kriterium Zeit anlangt, wesentlich größer als man sie sonst gewohnt ist. Dagegen werden die Amplituden der in den Singularitäten zum Ausdruck kommenden Rhythmen denselben regionalen Einflüssen unterworfen sein, die uns auch aus den Untersuchungen der Reichweite von Standardstationen für die Ableitung „wahrer“ Mittel vertraut sind; denn die Amplituden stehen in Korrelation zu den Klimaschwankungen und sind geeignet, ein weiteres Bestimmungsstück zu deren Erfassung zu liefern.

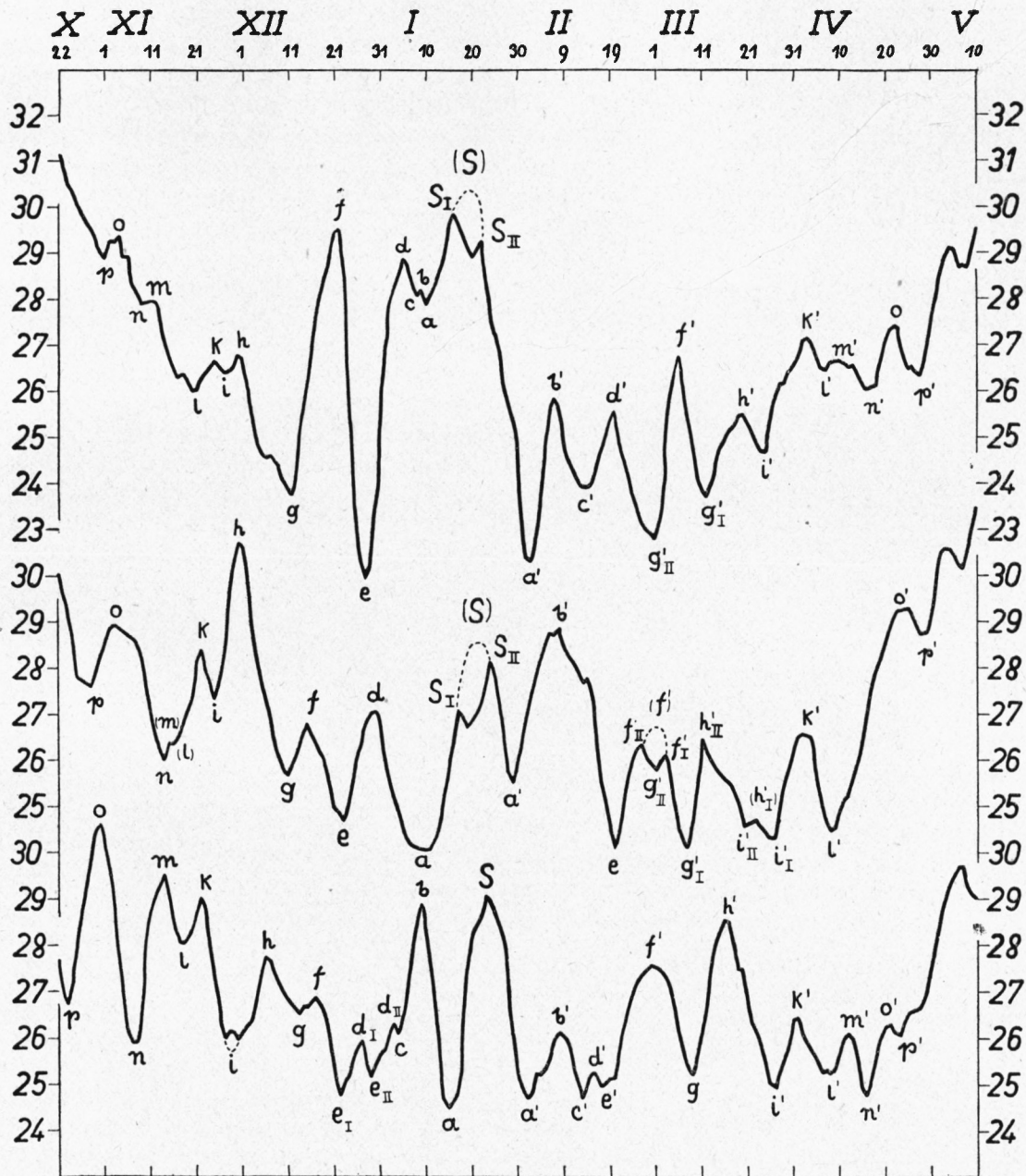


Bild 13. Verlauf des Luftdruckes auf der Zugspitze im Bereiche' des Winterspiegelungspunktes
in übergreifenden Pentadenmitteln (500 + . . mm)

Obere Kurve (I) 1901-1910, mittlere (II) 1911-1920, untere (III) 1921-1930

Nach dem Erfolg mit den 10jährigen Veranlagungen wurde die Untersuchung noch
auf 5jährige Unterabschnitte ausgedehnt; das Ergebnis war das gleiche, so daß von der

Veröffentlichung abgesehen werden kann. Noch mehr als bei der 10jährigen Berechnung zeigte sich, daß eine alleinstehende 5jährige Reihe die Singularitäten nicht so sicher zu erfassen erlauben würde, wie es in Anlehnung an eine 30jährige Reihe ohne prinzipielle Schwierigkeiten möglich ist.

Nach diesem Ergebnis wird man es wagen dürfen, den Singularitäten der Einzeljahre nachzugehen, was ohne Kenntnis des Kollektivs eine vergebliche Arbeit wäre.

LAGE DER MARKANTEN PUNKTE IN EINZELNEN JAHREN

Die Feststellung eines rhythmischen Verlaufs eines meteorologischen Elementes in 30jährigen Mitteln braucht noch kein Nachweis zu sein, daß auch die zur Mittelbildung verwendeten Einzeljahre die gleichen Rhythmen aufweisen. Das Ganze kann Eigenschaften haben, die seine Teile nicht besitzen.

Es wurden daher die Luftdruckgänge aller 30 Jahre in übergreifenden Pentadenmitteln dargestellt, wobei sich zeigte, daß in jedem der veranlagten Jahre ein Sommer- und Winterspiegelungspunkt nahe dem Datum der Mittel auftrat, wenn auch nicht immer in so aufdringlicher Art, wie das in den beiden Kollektivbildern 7 und 8 der Fall ist. Recht oft fand sich nahe dem 10. August bzw. 23. Januar nur eine nicht besonders markante Spitze; aber ihre Bedeutung als Spiegelungspunkt konnte daran erprobt werden, daß es sich ermöglichen ließ, auch die anderen markanten Punkte des Kollektivs aufzufinden, wenn auch eine Vertrautheit mit den Singularitäten Vorbedingung war. Um sicher zu gehen, daß Vertrautheit nicht gleichbedeutend mit Voreingenommenheit ist, habe ich für jedes Jahr die Daten der markanten Punkte ausgeschrieben. Aus diesen Zeitangaben konnten mittlere Zeiten berechnet werden, die mit den Terminen der Bilder 7 und 8 zu vergleichen waren.

Um einem etwaigen Einwand von Voreingenommenheit zu begegnen, wurde noch ein Übriges getan: Es wurden die Luftdruckgänge der Jahre 1931–1935 in ganz gleicher Weise in übergreifenden Pentadenmitteln dargestellt und auf Symmetrieeigenschaften geprüft. Auch die nicht im Kollektiv 1901–1930 der Bilder 7 und 8 enthaltenen weiteren 5 Jahre zeigten dieselben Spiegelungspunkte. Auf Einzelheiten wird noch einzugehen sein. In der folgenden Tabelle ist die Lage der beiden Spiegelungspunkte in den 35 Einzeljahren aufgeführt, die zu dem darunterstehenden mittleren Datum führten.

Tabelle V a: Lage des Sommerspiegelungspunktes in den Jahren 1901–1935

1901 10. VIII	1902 14. VIII	1903 7. VIII	1904 14. VIII	1905 11. VIII	1906 14. VIII	1907 10. VIII	1908 10. VIII	1909 11. VIII	1910 7. VIII
1911 8. VIII	1912 10. VIII	1913 12. VIII	1914 10. VIII	1915 9. VIII	1916 10. VIII	1917 12. VIII	1918 14. VIII	1919 11. VIII	1920 10. VIII
1921 7. VIII	1922 12. VIII	1923 10. VIII	1924 8. VIII	1925 9. VIII	1926 8. VIII	1927 9. VIII	1928 8. VIII	1929 14. VIII	1930 9. VIII
1931 10. VIII	1932 11. VIII	1933 11. VIII	1934 10. VIII	1935 8. VIII					

Daraus mittleres Datum 10. VIII

Tabelle V b: Lage des Winterspiegelungspunktes in den Jahren 1901–1935

1901/2 20. I	1902/3 28. I	1903/4 25. I	1904/5 25. I	1905/6 29. I	1906/7 22. I	1907/8 23. I	1908/9 27. I	1909/10 24. I	1910/11 23. I
1911/12 20. I	1912/13 26. I	1913/14 25. I	1914/15 27. I	1915/16 23. I	1916/17 21. I	1917/18 26. I	1918/19 23. I	1919/20 24. I	1920/21 22. I
1921/22 23. I	1922/23 24. I	1923/24 25. I	1924/25 18. I	1925/26 26. I	1926/27 26. I	1927/28 24. I	1928/29 20. I	1929/30 19. I	1930/31 21. I
1931/32 26. I	1932/33 25. I	1933/34 24. I	1934/35 19. I	1935/36 26. I					

Daraus mittleres Datum 24. I

Die Übereinstimmung der Zeitangaben mit den aus dem mittleren Verlaufe des Luftdrucks gewonnenen Terminen der Spiegelungspunkte: 10. August bzw. 23. Januar könnte nicht besser sein.

Die Streuung des Sommerspiegelungspunktes (zwischen 7. und 14. August) ist kleiner als die des Winterspiegelungspunktes (zwischen 18. und 29. Januar).

Ganz ähnlich wurde die mittlere Lage der übrigen markanten Punkte erfaßt, zu deren Berechnung aber nicht mehr 35 Werte zur Verfügung standen. Die Sonderstellung des Spiegelungspunktes kommt u. a. auch darin zum Ausdruck, daß die übrigen Punkte nicht in jedem der veranlagten 35 Jahre mit Sicherheit zu erkennen waren. Um darüber zu unterrichten, wurde daher in der folgenden Tabelle jeweils noch die Anzahl der benutzten Werte beigeschrieben.

Tabelle VI a: Lage der markanten Punkte im Sommerhalbjahr

Tabelle VI b: Lage der markanten Punkte im Winterhalbjahr

Zur besseren Übersicht ist jeweils noch der zeitliche Unterschied zwischen dem mittleren Datum eines markanten Punktes und der Lage im 30jährigen Gang des Luftdrucks beigeschrieben. Wenn man bedenkt, daß die beiden Zeitangaben auf so verschiedenem Wege gewonnen wurden, muß die Übereinstimmung befriedigen. Wir sehen, daß die Buchstabenbezeichnung in den einzelnen Jahren, die mit einem gewissen Einfühlungsvermögen vorgenommen werden mußte, im wesentlichen richtig erfolgt war.

Die Übereinstimmung ging sogar so weit, in den meisten Einzeljahren die Aufspaltung des Gipfels f' erkennen zu lassen, die sich im Bilde 8 gezeigt hatte. Dadurch ergab sich die Berechtigung, auch in anderen Fällen, in denen zwei Gipfel um den Vorrang streiten, vermittelnd einzugreifen, wie sich noch näher bei der Darstellung einzelner Jahre ergeben wird.

Die gute Übereinstimmung der Zeitangaben erscheint um so beachtlicher, wenn man daneben die Streuung hält, mit der die einzelnen markanten Punkte behaftet sind. Hierüber unterrichtet Tabelle VII a und b, in der die mittleren Abweichungen in Tagen eingetragen sind.

Tabelle VIa: Sommerabschnitt

	o	n	m	l	k	j	h	g	f	e	d	c	b	a	S
Mittleres Datum	8. VI	13. VI	19. VI	24. VI	28. VI	2. VII	6. VII	9. VII	14. VII	18. VII	22. VII	27. VII	31. VII	6. VIII	10. VIII
Anzahl der benutzten Jahre	34	32	28	30	28	25	28	28	32	28	28	34	29	30	35
Kollektives Datum . . .	9. VI	12. VI	22. VI	24. VI	29. VI	1. VII	5. VII	8. VII	14. VII	18. VII	20. VII	25. VII	1. VIII	4. VIII	10. VIII
Abweichung in Tagen . .	-1	1	-3	0	-1	1	1	1	0	0	2	2	-1	2	0

	a'	b'	c'	d'	e'	f'	g'	h'	i'	k'	l'	m'	n'	o'	
Mittleres Datum	15. VIII	20. VIII	25. VIII	29. VIII	3. IX	8. IX	13. IX	18. IX	22. IX	27. IX	30. IX	4. X	9. X	14. X	
Anzahl der benutzten Jahre	33	28	26	33	30	30	32	29	28	26	24	23	26	32	
Kollektives Datum . . .	17. VIII	21. VIII	24. VIII	30. VIII	3. IX	7. IX	13. IX	17. IX	22. IX	26. IX	1. X	2. X	8. X	12. X	
Abweichung in Tagen . .	-2	-1	1	-1	0	1	0	1	0	1	-1	2	1	2	

Tabelle VIb: Winterabschnitt

	p	o	n	m	l	k	i	h	g	f	e	d	c	b	a	S
Mittleres Datum	27. X	1. XI	7. XI	11. XI	16. XI	21. XI	27. XI	2. XII	12. XII	19. XII	26. XII	1. I	6. I	11. I	17. I	24. I
Anzahl der benutzten Jahre	32	32	30	26	27	32	31	30	32	32	33	30	28	32	33	35
Kollektives Datum	25. X	1. XI	8. XI	11. XI	17. XI	22. XI	26. XI	1. XII	11. XII	18. XII	28. XII	3. I	4. I	9. I	14. I	23. I
Abweichung in Tagen . .	2	0	—1	0	—1	—1	1	1	1	1	—2	—2	2	2	3	1

	a'	b'	c'	d'	e'	f'II	g'II	f'I	g'I	h'	i'	k'	l'	m'	n'	o'	p'
Mittleres Datum	31. I	5. II	10. II	14. II	19. II	23. II	28. II	5. III	9. III	17. III	24. III	30. III	6. IV	11. IV	17. IV	22. IV	28. IV
Anzahl der benutzten Jahre	33	30	28	27	30	29	25	25	28	33	30	29	30	31	31	31	31
Kollektives Datum	1. II	7. II	13. II	15. II	19. II	25. II	1. III	4. III	9. III	16. III	25. III	2. IV	8. IV	12. IV	16. IV	23. IV	28. IV
Abweichung in Tagen . . .	—1	—2	—3	—1	0	—2	—1	1	0	1	—1	—3	—2	—1	1	—1	0

Tabelle VIIa: Sommerabschnitt

	o	n	m	l	k	i	h	g	f	e	d	c	b	a	S
Mittlere Abweichung ± . . Tage	2.7	2.6	2.4	1.8	1.4	2.0	2.1	2.2	2.7	2.3	2.8	2.6	2.4	2.0	1.5
Frühestes Datum	2. VI	7. VI	10. VI	20. VI	24. VI	27. VI	3. VII	5. VII	8. VII	13. VII	14. VII	20. VII	25. VII	31. VII	7. VIII
Spätestes Datum	15. VI	19. VI	23. VI	27. VI	2. VII	7. VII	13. VII	15. VII	18. VII	23. VII	28. VII	2. VIII	7. VIII	10. VIII	14. VIII

	a'	b'	c'	d'	e'	f'	g'	h'	i'	k'	l'	m'	n'	o'	
Mittlere Abweichung ± . . Tage	2.0	2.3	2.1	2.6	2.4	1.3	2.0	1.5	1.9	1.7	1.7	2.0	2.1	2.4	
Frühestes Datum	9. VIII	14. VIII	21. VIII	23. VIII	29. VIII	4. IX	8. IX	15. IX	18. IX	23. IX	27. IX	29. IX	5. X	8. X	
Spätestes Datum	21. VIII	28. VIII	30. VIII	6. IX	9. IX	12. IX	17. IX	21. IX	26. IX	1. X	3. X	9. X	15. X	22. X	

Tabelle VIIb: Winterabschnitt

	p	o	n	m	l	k	i	h	g	f	e	d	c	b	a	S
Mittlere Abweichung ± . . Tage	2.3	2.4	2.5	2.7	2.6	3.0	2.6	3.2	3.7	2.9	3.5	2.7	3.0	3.5	3.0	2.1
Frühestes Datum	22. X	25. X	29. X	4. XI	8. XI	12. XI	21. XI	26. XI	3. XII	11. XII	18. XII	24. XII	29. XII	31. XII	10. I	18. I
Spätestes Datum	1. XI	6. XI	12. XI	18. XI	20. XI	29. XI	4. XII	12. XII	21. XII	28. XII	3. I	7. I	13. I	19. I	24. I	29. I

	a'	b'	c'	d'	e'	f'	g'	h'	i'	k'	l'	m'	n'	o'	p'
Mittlere Abweichung ± . . Tage	2.1	2.8	2.4	2.6	2.8	3.0	2.7	2.9	3.7	3.1	2.4	3.0	2.2	2.1	3.0
Frühestes Datum	25. I	30. I	3. II	6. II	11. II	18. II	20. II	22. II	27. II	11. III	15. III	22. III	30. III	4. IV	8. IV
Spätestes Datum	6. II	12. II	17. II	20. II	28. II	4. III	7. III	10. III	20. III	25. III	30. III	5. IV	13. IV	15. IV	24. IV

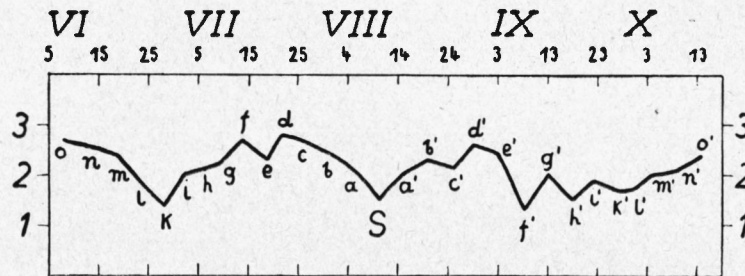
Tabelle VII: Mittlere und extreme Streuung der Eintrittszeiten

a) im Sommerabschnitt

b) im Winterabschnitt

Zur besseren Übersicht über die mittlere Streuung der Kalendertage, an denen in den veranlagten Jahren die einzelnen markanten Punkte gelegen waren, wollen wir Bild 14 betrachten.

Bild 14
Mittlere Streuung des Eintrittsdatums der markanten Punkte im Sommer



Auch hier erscheint der Symmetriepunkt als eine besondere Stelle, die eine höhere Präzision des Eintrittsdatums hat als ihre Umgebung. Wir bemerken aber auch, daß offensichtlich die Punkte k und f' eine Sonderstellung einnehmen und sich daher auch als Symmetriepunkte erweisen würden.

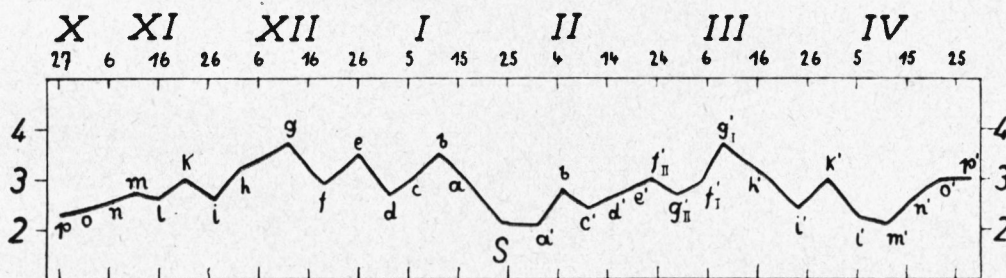


Bild 15
Mittlere Streuung des Eintrittsdatums der markanten Punkte im Winter

Auch im Winterhalbjahr ist der Punkt S durch relativ geringe Streuung des Eintrittsdatums ausgezeichnet, wenn auch nicht von der Schärfe des Punktes S im Sommer. Nach beiden Seiten hin steigen die Streuungen, die an den Punkten g und g_I ihre Maxima erreichen; ihnen kommt in diesem Abschnitt eine ähnliche Bedeutung zu wie den Punkten d und d' im Sommerhalbjahr. Von da ab nimmt die Präzision nach den Außenseiten wieder zu. Der nächstgelegene Minimalpunkt liegt bei p; nach dem Symmetriepunkt ist der Punkt m' bevorzugt, der sich wohl bei näherer Untersuchung auch als Symmetriepunkt ausweisen würde.

Bei näherer Betrachtung der Tabelle VI fällt auf, daß in den Abständen der einzelnen markanten Punkte von ihren Nachbarn die Werte 4 und 5 besonders häufig

vorkommen, was auf 8- bis 10-tägige Rhythmen im Luftdruckgang auf der Zugspitze hinweist. Man muß sich zwar bewußt bleiben, daß die Pentadenberechnung ihrerseits die 5-er Werte hervortreten läßt, braucht aber nicht zu fürchten, daß sie 5-er Rhythmen vortäuscht, wie das in einem sehr eindrucksvollen Bilde von K. Stumpff als möglich nachgewiesen wurde.¹ Es müßten wesentlich kürzere Wellen darunterliegen, um durch das 5-Tag-Raster eine solche Täuschung zustande zu bringen; daß es sich im vorliegenden Falle um echte Rhythmen handelt, wird durch das Vorkommen auch anderer Abstände erwiesen.

In Tabelle VIII ist angegeben, wie oft von den in () gesetzten Fällen ein Abstand von x Tagen an aufeinanderfolgenden Umkehrpunkten eingetreten ist.

Tabelle VIII: Häufigkeiten der Abstände von 0 zu n, n zu m usw.

a) Sommer											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tage	
1	7	9	8	14	9	7	0	0	1	(56)	

b) Winter															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tage
0	5	5	9	13	11	7	6	2	2	1	2	0	0	1	(64)

Die Bevorzugung von 5 Tagen ist unverkennbar; im Sommerabschnitt fielen 14 von 56 Fällen, im Winterabschnitt, der in allem unpräziser ist, 13 von 64 Fällen auf den Wert von 5 Tagen.

Auch der Abstand des frühesten und spätesten Datums einer Singularität ist nicht frei von Bindungen, wie man aus Tabelle IX erkennen kann.

Tabelle IX: Abstände des frühesten und spätesten Eintrittsdatums

a) Sommer											
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tage
0	2	2	4	2	8	1	2	4	4	0	(29)

b) Winter													
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	2	2	2	10	4	4	3	2	1	0	1	1	0
(33)													

Im Sommerabschnitt ist der Abstand von 10 Tagen (8 mal in 29 Fällen), im Winterabschnitt der Abstand von 14 Tagen (10mal von 33 Fällen) sichtlich bevorzugt.

Die Tatsache der Häufung bei bestimmten Werten erinnert an eine frühere Feststellung, die sich bei der Ermittlung des Eintritts der sog. Sommermonsunlage hatte machen lassen. Es ergaben sich mehrere Häufungsstellen,² die in bestimmten Abständen angeordnet sind. Wenn der Eintritt der „Sommermonsunlage“ an dem ersten kollektiven Datum nicht erfolgt, dann stellt er sich mit großer Wahrscheinlichkeit nicht etwa an einem

¹ K. STUMPPF, Grundlagen und Methoden der Periodenforschung; Springer, Berlin 1937.

² A. SCHMAUSS, Met. Zeitschr. 1940, 90.

der folgenden Tage ein, sondern erst zu einem späteren, statistisch festzulegenden Termin. Ähnlich zeigten sich die Termine für die Beendigung der Sommermonsunlage nicht zufallsmäßig angeordnet, sondern sichtlich „wellenmäßig gesteuert“.

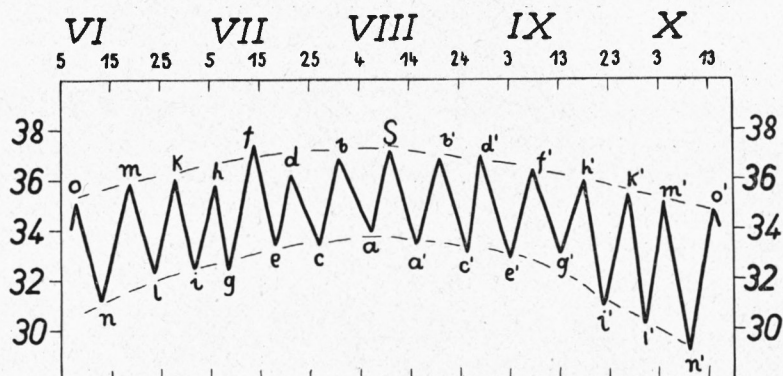
Die für den Sommerabschnitt gefundene Häufung für einen Abstand von 10 Tagen harmonisiert mit dem in Tabelle VI a nachgewiesenen Häufigkeitsgipfel für den Halbzeitsabstand von 5 Tagen; überraschend ist das Auftreten eines 14tägigen Rhythmus im Winterabschnitt, der durch die Häufigkeit der Abstände aufeinanderfolgender Singularitäten keine Erklärung findet. Es scheinen sich im Winter noch andere Rhythmen einzustellen. Die Häufung bei 14 Tagen ist so präzise, daß daraus auf eine rhythmische Steuerung der Druckan- und abstiege geschlossen werden muß. Möglicherweise liegt ein 7tägiger Rhythmus darunter, auch wenn der Wert 7 in der Tabelle VI b nicht vertreten ist. Einen Hinweis darauf gibt das Auftauchen von 3 Fällen, in denen der Abstand des frühesten und spätesten Termins des Eintretens 21 bzw. 22 Tage betragen hat. Es scheint auch die gelegentliche Aufspaltung eines Gipfels wie von f' damit zusammenzuhängen, wie aus dem 7tägigen Abstand der Punkte f'_{II} und f'^I im Kollektiv geschlossen werden kann, während der Abstand des auf der gestrichelten Kurve gelegenen Punktes f' vom nächsten Gipfel 14 Tage beträgt.

Es sind auch manche Hinweise auf einen 27- bis 28tägigen Rhythmus vorhanden, wie man z. B. den Abständen der besonders hervortretenden Punkte f und f' vom Sommer-spiegelungspunkte entnehmen kann. In der Volksmeinung werden solche Rhythmen gerne mit dem Monde in Beziehung gebracht; hier sehen wir aber kalendermäßig gebundene 28tägige Rhythmen, also sichtlich auf die Sonne hinweisende Vorgänge zum Ausdruck gebracht.

AMPLITUDEN DER RHYTHMEN

Nach den Aufschlüssen, die wir über die Lage und zeitliche Streuung der markanten Punkte bekommen haben, müssen wir uns über die Amplituden der Rhythmen unterrichten. Es wurde für jedes Jahr der Luftdruck an allen Wendepunkten herausgeschrieben, um für jeden markanten Punkt den mittleren Luftdruck zu berechnen. Über das Ergebnis unterrichtet Bild 16.

Bild 16
Mittlere Luftdrucke
an den markanten Punkten
des Sommerhalbjahrs
(500 + . . mm)



Das Bild 16 unterscheidet sich von dem Bild 10 dadurch, daß nicht die mittleren Drucke eines bestimmten Kalendertags, sondern die mittleren Luftdrucke einer bestimmten Singularität eingetragen wurden, deren zeitliche Streuung aus den vorangegangenen Tabellen zu entnehmen war. Die große Übereinstimmung der Amplituden ist erstaunlich. Die Scheitel und Senken lassen sich durch eine Einhüllende zusammenfassen, die den Jahresgang deutlich zum Ausdruck bringt. Der Symmetriepunkt wird der Scheitelpunkt dieser die Gipfel verbindenden Kurve, doch konkurriert auch hier der Punkt f.

Bemerkenswert ist der Abstand der Maximal- und Minimallinie, der sichtlich einen jahreszeitlichen Gang aufweist: Minimum im Sommer, höhere Werte im Vor- und Nachsommer.

Könnte ein mit den Singularitäten nicht vertrauter Beobachter die Gipfel und Senken des Bildes 1 als Zufälligkeiten ansehen, dann wird ihn Bild 16 belehren, daß es sich um die Überlagerung von Rhythmen handelt, die durch die individuelle Veranlagung nach Einzeljahren gewissermaßen herauspräpariert wurden. Es handelt sich um wellenartige Vorgänge, die bei der Mittelbildung nach Kalendertagen verschleiert werden.

Noch deutlicher treten diese Wellen im Winterhalbjahre zutage, wie das Bild 17 zeigt.

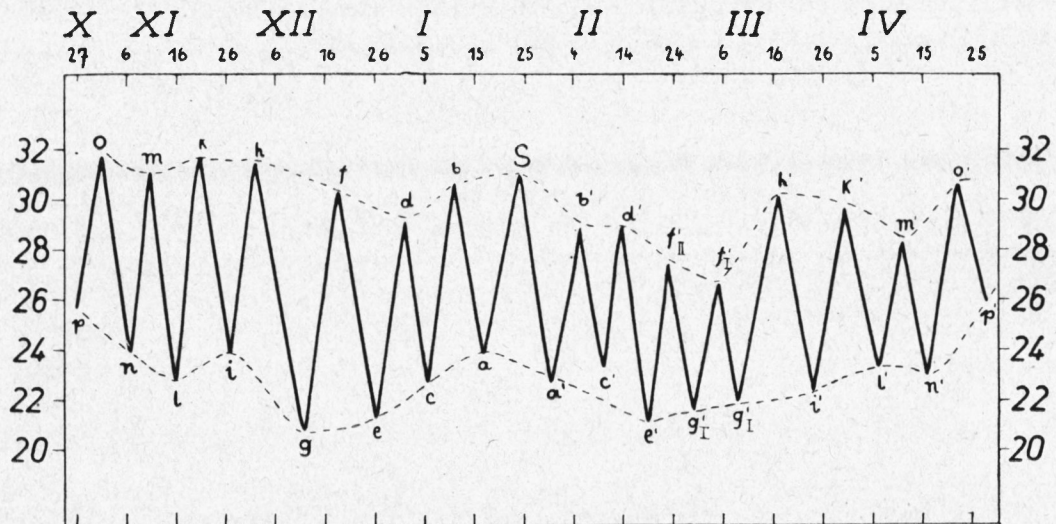


Bild 17. Mittlere Luftdrucke an den markanten Punkten des Winterhalbjahrs (500 + .. mm)

Auch im Winterabschnitt lassen sich die Spitzen und Senken durch parallellaufende Kurven verbinden, erscheinen daher wie die Maxima und Minima eines meteorologischen Elementes. Der winterlichen Aktivität entsprechend sind die Amplituden wesentlich größer und unregelmäßiger als im Sommerhalbjahr. Der Spiegelungspunkt S ist zwar auch im Bilde 17 als ein besonderer Punkt zu erkennen, doch machen ihm andere Punkte den Rang streitig, den er im Bilde 11 besitzt. Man kann die umhüllenden Kurven in drei Unterabschnitte zerlegen; ihnen entsprechen die drei Wellenzüge im Senkenbereich.

Daß nicht alle Verhältnisse so glatt liegen, wie sie sich im Sommerabschnitt gezeigt hatten, wird nicht überraschen; daß trotzdem so viel Ordnung im atmosphärischen Geschehen vorhanden ist, läßt wohl noch manche Aufschlüsse aus dem Singularitätenstudium erwarten.

Die annähernde Gleichwertigkeit der Amplituden, die sich in den Bildern 16 und 17 ergab, weist deutlich darauf hin, daß es nicht angängig wäre, in den Bildern 10 und 11 den Singularitäten eine Rangordnung nach der Größe der dort gefundenen Amplituden einräumen zu wollen. Ich habe schon in früheren Arbeiten betont, daß die kleineren Singularitäten ebenso Beachtung verdienen wie die vordringlicheren. Bis zu welcher Höhe sich ein Gipfel erhebt, ist eine mehr zufällige als eine prinzipielle Angelegenheit. Es geht nicht an, wie das bei Erörterungen über die Auslegung der Singularitäten gelegentlich geschehen ist, nur den „prominenten“ Beachtung zu schenken. Das mag seine Berechtigung haben, wenn man das jährliche Wettergeschehen in großen Zügen schildern will; für das Studium der den Singularitäten zugrunde liegenden Rhythmen hat man auch die bescheidener auftretenden „Wellen“ zu berücksichtigen.

Nachdem die Gleichberechtigung der Singularitäten untereinander erwiesen ist, können wir eine praktische Folgerung ziehen: Daß sich Untersuchungen von Singularitäten auch mit der Mittelbildung der Werte eines bestimmten Kalendertages durchführen lassen, und es in Zukunft nicht nötig sein wird, den mühsameren, hier des tieferen Einblicks wegen eingeschlagenen Weg über die Einzelwerte zu gehen.

Das Ganze hat, wie sich zeigte, die Eigenschaften seiner Unterglieder; diese haben umgekehrt keinen Rhythmus erkennen lassen, der nicht auch in der normalen Mittelbildung erschlossen wurde.

Daß die Amplituden der Rhythmen nicht die Bedeutung besitzen wie die Eintrittszeiten der markanten Punkte, können wir ihrer Streuung entnehmen, die in den Bildern 18 und 19 ebenso dargestellt wurde wie die der zeitlichen Streuung in den Bildern 14 und 15.

Wie man sieht, nimmt der Spiegelungspunkt S hier keine bevorzugte Stelle ein. Versucht man, eine mittlere Linie hindurchzulegen, dann kann man wohl sagen, daß die Streuung der Amplituden gegen den Symmetriepunkt hin abnimmt; aber nicht am Punkte S, sondern beim Punkte a finden wir das Minimum; auch diesem ersteht

eine Konkurrenz an den Punkten c, i und m. Eine Gesetzmäßigkeit, soweit man von einer solchen sprechen kann, ist also nur für den Zeitabschnitt nach dem Symmetriepunkt herauszulesen.

Noch mehr gilt das vom Winterabschnitt, wie man aus Bild 19 erkennen kann.

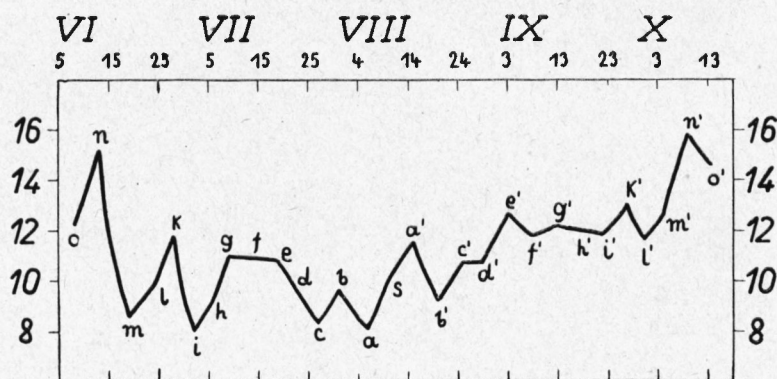


Bild 18. Mittlere Abweichungen des Luftdrucks in mm an den markanten Punkten der einzelnen Jahre im Sommerabschnitt

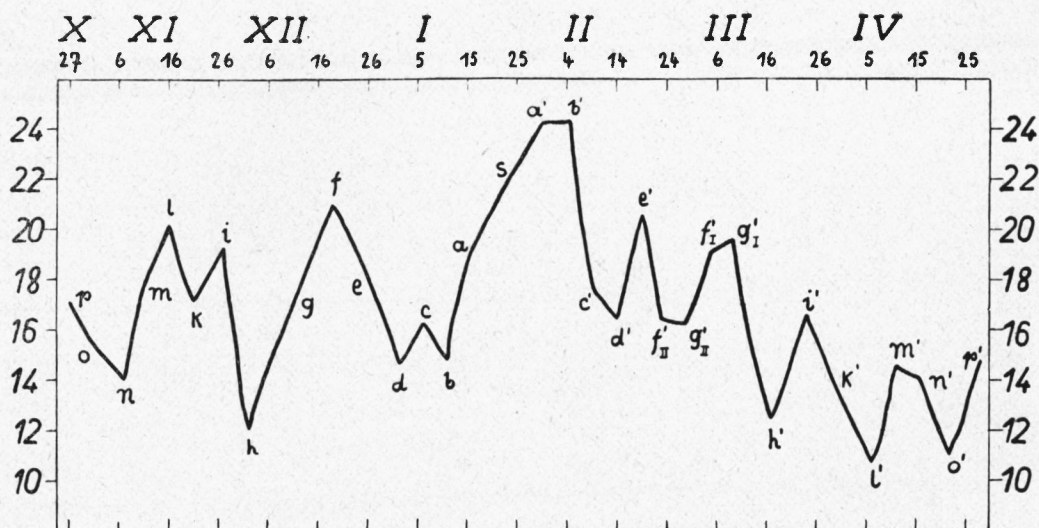


Bild 19. Mittlere Abweichungen des Luftdrucks in mm an den markanten Punkten der einzelnen Jahre im Winterabschnitt

Großzügig betrachtet läßt sich der Verlauf dahin beschreiben, daß, im Gegensatz zum Sommerabschnitt, die Streuung zum Symmetriepunkte hin ansteigt, aber nicht dort ihr Maximum erreicht. Wie im Sommerabschnitt zeigt der Verlauf nach dem Spiegelungspunkt ein gleichmäßigeres Verhalten als vor demselben.

Wie für die zeitliche Veranlagung wurden auch von den Drucken an den markanten Punkten die Höchst- und Tiefstwerte herausgeschrieben.

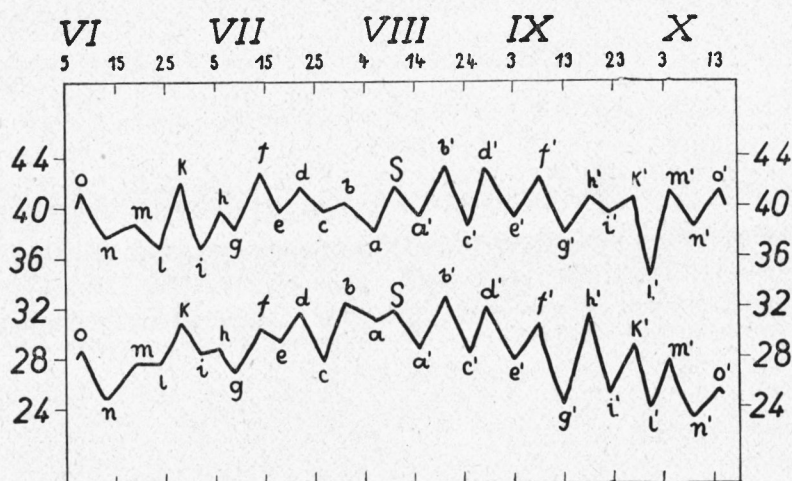


Bild 20
Höchst- und Tiefstwerte
des Luftdrucks an den
markanten Punkten
des Sommerabschnitts
(Maxima oben, Minima
unten)

Angesichts der bedeutenden Streuung der Druckwerte, die sich für die markanten Punkte ergeben hatte, ist die Tatsache doch überraschend gut ausgeprägt, daß die Maxima und Minima aufeinanderfolgender markanter Punkte durchweg so angeordnet sind wie die

mittleren Drucke der markanten Punkte. Die Zähne sind zwar ungleich lang, aber ihre Spitzen liegen an denselben Stellen wie bei den mittleren Drucken. Versucht man Einhüllende um die beiden Punktreihen zu legen, dann findet man eine ähnliche Kurvenführung, wie sie sich bei dem Bilde 16 der mittleren Drucke ergeben hatte, nur nicht so exakt, was für Extremwerte nicht weiter überrascht.

Auch im Winterabschnitt gilt das Gesetz des Parallelverlaufs, wie wir am Bilde 21 erkennen.

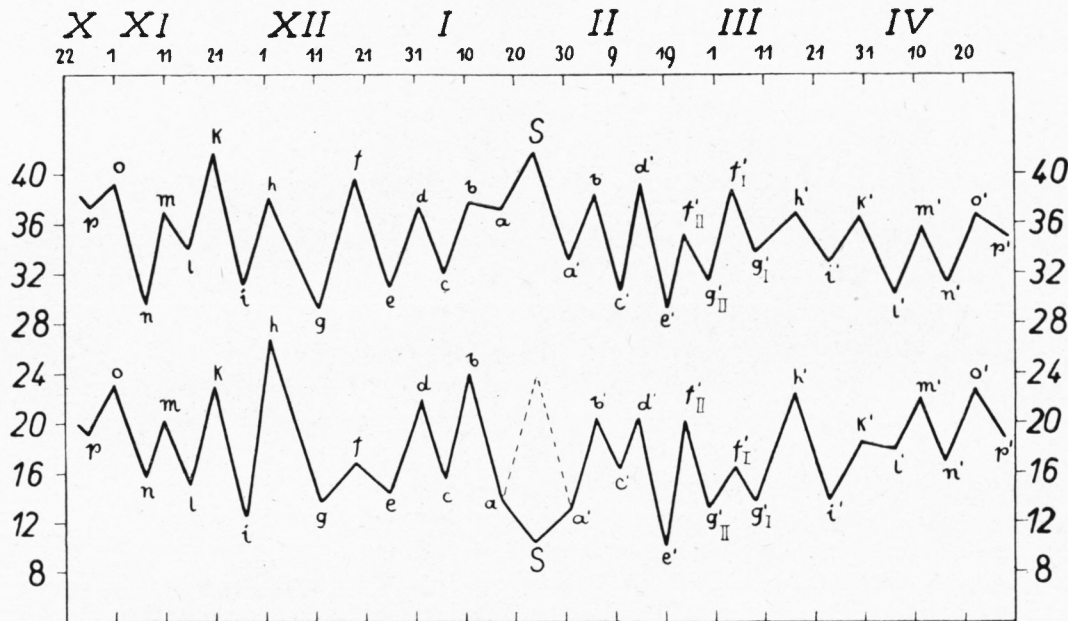


Bild 21

Höchst- und Tiefstwerte des Luftdrucks an den markanten Punkten des Winterabschnitts
(Maxima oben, Minima unten)

Es gibt nur eine Ausnahme, deren Untersuchung daher noch gesondert erfolgen muß, das ist der Symmetriepunkt selbst; der Höchstwert des an ihm eingetretenen Luftdrucks ordnet sich gut ein, aber der Tiefstwert liegt weit unter dem Soll und wird nur durch einen Abstieg von den Punkten a und a' erreicht. Wo der Punkt S eigentlich liegen sollte, ist dem punktierten Anstieg zu einem Gipfel zu entnehmen. Auch sonst bemerkt man bedeutendere Abweichungen, wenn man die Einhüllenden zu zeichnen versucht. Zwar ergeben sich dieselben Gruppierungen, wie wir sie anlässlich des Bildes 17 besprochen hatten, d. h. an Stelle einer einfachen Kurvenführung eine solche mit erkennbaren Wellen; aber nicht jeder Höchst- oder Tiefstwert liegt da, wo wir ihn erwarten. Die größten Abweichungen ergeben sich, wie wir im Bilde 21 ersehen können, bei den Tiefstwerten; man sehe z. B. die Punkte f, c', f', l'. Die Gründe für deren Abweichung liegen wohl auf demselben Gebiete wie die Ursache der Anomalie des Symmetriepunktes.

WELLEN UND SYMMETRIEPUNKTE IN EINZELNEN JAHREN

Es ist nicht möglich, aber auch nicht nötig, sämtliche 2mal 35 Diagramme zu veröffentlichen und zu besprechen. Es muß der Hinweis genügen, daß sich grundsätzlich in jedem Sommer- und Winterabschnitt in der Nähe des kollektiven Datums markante Punkte zeigten, von denen aus die Spiegelung vorgenommen werden konnte.

Unter den 70 Einzeldiagrammen finden sich zwei, bei denen der Spiegelungspunkt nicht bei einer Spitze des Druckes sondern in einer Senke liegt. Die Anomalie in diesen Jahren geht so weit, daß sich in beiden Fällen nicht eine unbedeutende Senke, sondern ein bemerkenswert tiefer Wert des Druckes – der tiefste des ganzen Winters – einstellte.

Zur Erklärung solcher Kontraste muß auf den Einfluß der Temperatur eingegangen werden, den ich in einer Nebenuntersuchung zu klären versuchte. Da es sich nicht um genaue Maßbeziehungen handelt, konnten zur Vereinfachung der Rechenarbeit die früher ermittelten täglichen Temperaturmittel auf der Zugspitze (August 1900–Juli 1930) für den Morgentermin herangezogen werden.¹ Die graphische Darstellung nach der üblichen übergreifenden Mittelbildung über fünf Tage ergab auch im Temperaturverlauf sowohl im Sommer wie im Winter fast alle aus dem Druckbilde geläufigen Spitzen und Senken, so daß von der Mitteilung der Bilder abgesehen werden kann. Wesentlich ist die eindeutige Zuordnung: Relativ hohe Druckwerte treten immer in Verbindung mit relativ hohen Temperaturen auf; die Senken im Druckverlauf finden ihr Abbild in entsprechenden Senken der Temperatur. Die quantitativen Zuordnungen dagegen sind variabel, was nicht verwunderlich ist, wenn wir uns daran erinnern, daß ein starker „primärer“ Druckanstieg im Sinne H. von Fickers² mit einer advektiven Erwärmung oder Abkühlung der unteren Troposphäre einhergehen kann. Damit sind Verbindungen zu einer Arbeit von H. Hoinkes³ hergestellt, die uns schon in einer vorangehenden Untersuchung beschäftigten.⁴

Im Wettergeschehen liegen die Extreme oft nahe beisammen, während die Zwischenwerte unwahrscheinlich sind. Wir wollen daher untersuchen, wie weit in den beiden Wintern die Annahme der Spiegelungspunkte an den Tiefstwerten des Luftdrucks berechtigt ist.

Wenn wir nicht zögern, im Winter 1909/10 beim tiefsten Druckwert den S-Punkt anzunehmen, geschieht das zunächst wegen des Datums des 24. Januars, in dessen Nähe bei allen übrigen Diagrammen ein Spiegelungspunkt aufzufinden war. Seine Brauchbarkeit geht aus der folgenden Tabelle hervor, in der die Abstände korrespondierender Punkte eingetragen sind.

Tabelle X: Abstände vom Winterspiegelungspunkt 1910

a	11	Tage	a'	9	Tage	i	63	Tage	i'	54	Tage
b	16	„	b'	14	„	k	67	„	k'	62	„
c	P	„	c'	15	„	l	70	„	l'	74	„
d	P	„	d'	18	„	m	79	„	m'	77	„
e	36	„	e'	21	„	n	80	„	n'	81	„
f	41	„	f'	40	„	o	83	„	o'	86	„
g	52	„	g'	P	„	p	89	„	p'	91	„
h	58	„	h'	49	„						

¹ A. SCHMAUSS, Bayr. Met. Jahrb. 1930, Anh. B.

² H. von FICKER, Wien. Sitz.-Ber. mathem.-naturw. Klasse 129, 1920.

³ H. HOINKES, Wien. Sitz.-Ber., mathem.-naturw. Klasse 149, 1940.

⁴ A. SCHMAUSS, Abh. mathem.-naturw. Klasse. Neue Folge Heft 51, 1941.

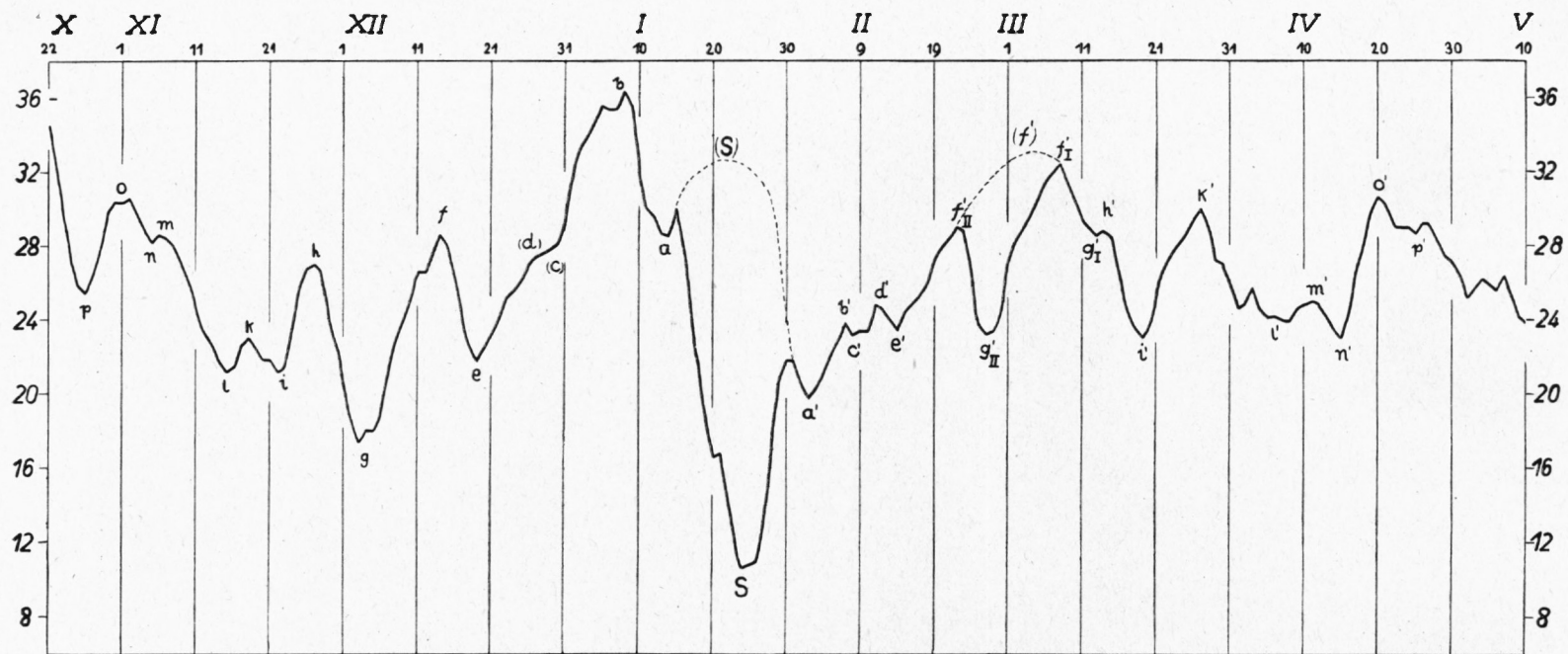


Bild 22. Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze in übergreifenden Pentadenmitteln (500 + .. mm) im Winter 1909/10

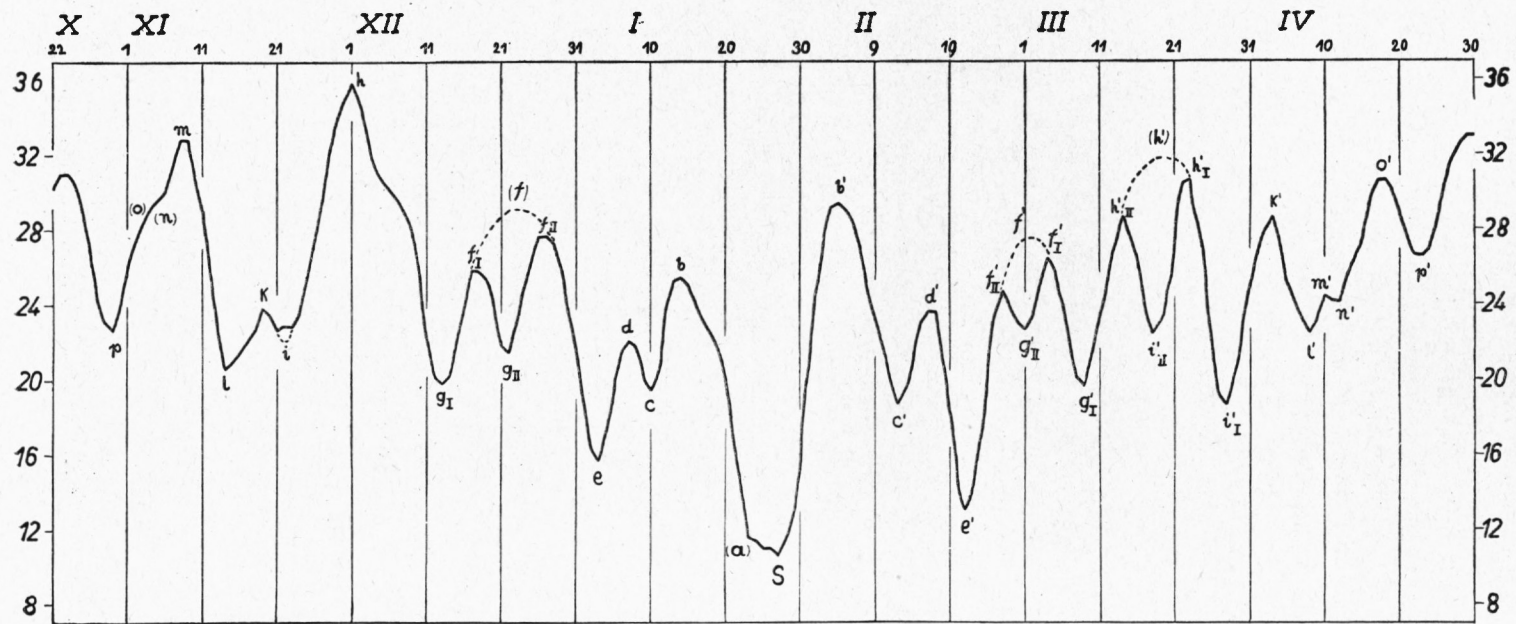


Bild 23. Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze in übergreifenden Pentadenmitteln (500 + .. mm) im Winter 1914/15

Im Bilde 22 bemerken wir den Ansatz zu einem Maximum sowohl bei a wie bei a'. Der jähe Absturz zum Symmetriepunkt läßt auf ein außergewöhnliches Tief schließen, das sich an Stelle des sonst gewohnten Hochs eingestellt hat.

Die Nachschau in den Wetterkarten des Januar 1910 ergab in der Tat am 15. Januar den Versuch der Ausbildung eines kontinentalen Hochs durch Zusammenschluß eines vom Azorenmaximum ausgehenden Keils mit einem vom Schwarzen Meere aus vorführenden Rücken hohen Drucks. In den folgenden Tagen breitete sich aber ein bei Island erschienenen Tief immer weiter gegen das Festland hin aus; am 19. finden wir zwei Tiefdruckkerne, einen vor der norwegischen Küste, den zweiten im südlichen Ostseeraum. Der Ansatz zu einem „Resonanztief“ jenseits der Alpen ist unverkennbar, das am 20. deutlich in Erscheinung tritt. Im weiteren Verlauf finden wir die Ausbildung eines Hochdruckrückens westlich der britischen Inseln, der eine Luftzufuhr aus arktischen Gebieten erzwingt. Davon werden vor allem die größeren Höhen betroffen; wir können an Hand der Zugspitztemperaturen auf die Mächtigkeit der Kaltluftmassen schließen. Die Minima der Temperatur vom 21. bis 25. Januar waren -14.3 , -23.7 , -26.2 , -26.3 und -16.1 . Temperaturen von -26 Grad gehören zu den Tiefstwerten des Zugspitzobservatoriums.

Wir haben gelegentlich die Singularitäten als Wetterwendepunkte bezeichnet. Einen schrofferen Wechsel der Gesamtwetterlage als den vom 23. zum 24. Januar 1910 kann man selten erleben. Am 23. hatte es den Anschein, als breite sich hoher Druck über Mitteleuropa aus, indem sich zu dem von Westen her vorstoßenden Maximum Verstärkung durch Strahlungsfrost gesellen würde. Mitteleuropa wurde aber in den Bereich eines über den britischen Inseln eingebrochenen Sturmfeldes gezwungen, das sich bis zum 25. Januar nach der Rheinmündung verlagerte.

Wir haben hier einen der Fälle, in denen obere Steig- und Fallgebiete des Luftdrucks mit einer unten in Bewegung gesetzten Kaltluftmasse konkurrierende Druckänderungen bewirken.¹

Solche Gegenläufigkeit zwischen der absoluten und relativen Topographie einer höher gelegenen Isobarenfläche hat u. a. H. Thomas² eingehend studiert. Als Ergebnis seiner Arbeit konnte festgestellt werden, daß für das Zustandekommen der atmosphärischen Gegenläufigkeit neben den Vertikalbewegungen vor allem die horizontalen Kalt- und Warmluftströmungen eine wesentliche Rolle spielen.

Es ist noch hervorzuheben, daß eine Symmetrie der Großwetterlagen vom 15. und 31. Januar bestand, an den beiden Tagen, die im Bild 22 den Ansatz zum gestrichelten, erwarteten Druckanstieg zeigen. Auch am 31. Januar erstreckte sich ein Rücken hohen Druckes quer über Europa, in dem, wie am 15., ein Kern im Südwesten, ein zweiter im Osten gelegen war. Dagegen fehlte am 16. Januar das Gegenstück zu dem dritten Kern vom 31. Januar, der sich über Süddeutschland einstellte.

Das zweite, in mancher Hinsicht noch interessantere Beispiel der Verlegung des Symmetriepunktes von der sonst gewohnten Spitze in eine Senke im Winter trat 1914/15 ein.

¹ HANN-SÜRING, Lehrbuch der Meteorologie, 5. Aufl. S. 735/36, 1942.

² H. THOMAS, Met. Zeitschr. 1940, 215. Siehe auch W. WAHL, Met. Zeitschr. 1940, 1.

Wie im Januar 1910 veranlaßte zunächst das Datum des 27. Januar, dorthin den Spiegelungspunkt zu legen. Die Berechtigung hiezu ergibt sich wieder aus der Zusammenstellung der zeitlichen Abstände der einzelnen markanten Punkte.

Tabelle XI: Abstände vom Winterspiegelungspunkt 1915

b	13 Tage	b'	8 Tage	h	57 Tage	h'	gespalten
c	17 „	c'	16 „	i	67 „	i'	gespalten
d	20 „	d'	20 „	k	69 „	k'	66 Tage
e	24 „	e'	25 „	l	74 „	l'	71 „
f _{II}	31 „	f' _{II}	30 „	m	79 „	m'	73 „
g _{II}	36 „	g' _{II}	33 „	n	? „	n'	75 „
f _I	41 „	f' _I	36 „	o	? „	o'	81 „
g _I	45 „	g' _I	41 „	p	89 „	p'	86 „

Die Übereinstimmung ist recht befriedigend; wir bemerken sogar die gemeinsame Aufspaltung des Gipfels f und der zugehörigen Senke g; dagegen ist zur Aufspaltung des Gipfels h' bzw. der Senke i' nach dem Spiegelungspunkte ein Gegenstück vor dem Symmetriepunkt nicht vorhanden.

In der Großwettergestaltung, soweit sie sich den durch den Krieg beschränkten Nachrichten entnehmen läßt, waren manche Parallelen zur Januarwetterlage 1910 zu erkennen: Am 19. Januar schien, ausgehend vom Azorenmaximum, ein kontinentales Hoch zu kommen; es war aber nur ein Zwischenhoch, dessen Ostwärtsverlagerung schon am 21. Januar einer tiefen, von den britischen Inseln aus ansetzenden Depression den Weg freigab. Wieder trat ein Resonanztief jenseits der Alpen auf – anscheinend auch eine kalendermäßig gebundene Angelegenheit. In zwei Staffeln wurden arktische Kaltluftmassen herangeführt; bemerkenswerterweise wurden aber die tiefsten Temperaturen nicht am 25. bis 27. Januar erreicht, zum Zeitpunkte des niedrigsten Luftdrucks auf der Zugspitze im Winter 1914/15, sondern in der Nacht vom 19. zum 20. Januar und am 30. Januar; die erste Welle brachte Temperaturen von —24 Grad, die letztere solche von —25 Grad.

Die Pentadenmittelbildung, die sich zur Herausarbeitung von Singularitäten bewährt hat, hat naturgemäß eine nicht immer erwünschte Unterdrückung kleinerer Schwankungen zur Folge, die aufschlußreich sein können. Es läßt sich das auch im vorliegenden Falle zeigen, wenn wir auf die Einzelablesungen zurückgehen und nicht nur die Ablesung von 21 Uhr, sondern auch die Beobachtungen der beiden anderen Termine berücksichtigen, wie das im Bild 24 geschehen ist.

In dieser gewissermaßen zerdehnten Barographenkurve entdecken wir den Versuch zu einer Spitzenbildung am Symmetrietage. Wir ersehen auch eine ins Kleine gehende Spiegelung in der unmittelbaren Nachbarschaft von S, die im Bild 23 nicht zum Vorschein gekommen war. Um keine Verwechslung mit den markanten Punkten des Bildes 23 aufkommen zu lassen, wurden die hier sich entsprechenden Punkte mit gleichen Ziffern kenntlich gemacht.

Wir hatten schon bei früheren Untersuchungen über Singularitäten feststellen können, daß sie als Rudimente fast immer aufzufinden sind, wenn sie sich auch nicht durchzusetzen vermochten. Darum haben wir auch den Singularitäten als einem Ausdruck bestimmter Tendenzen Bedeutung beigelegt.

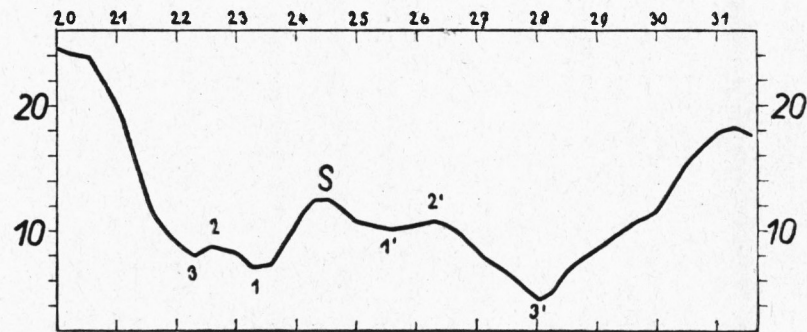


Bild 24
Verlauf des Luftdrucks vom 20. bis 31. Januar 1915,
dargestellt durch die drei Terminbeobachtungen
(500 + . . mm)

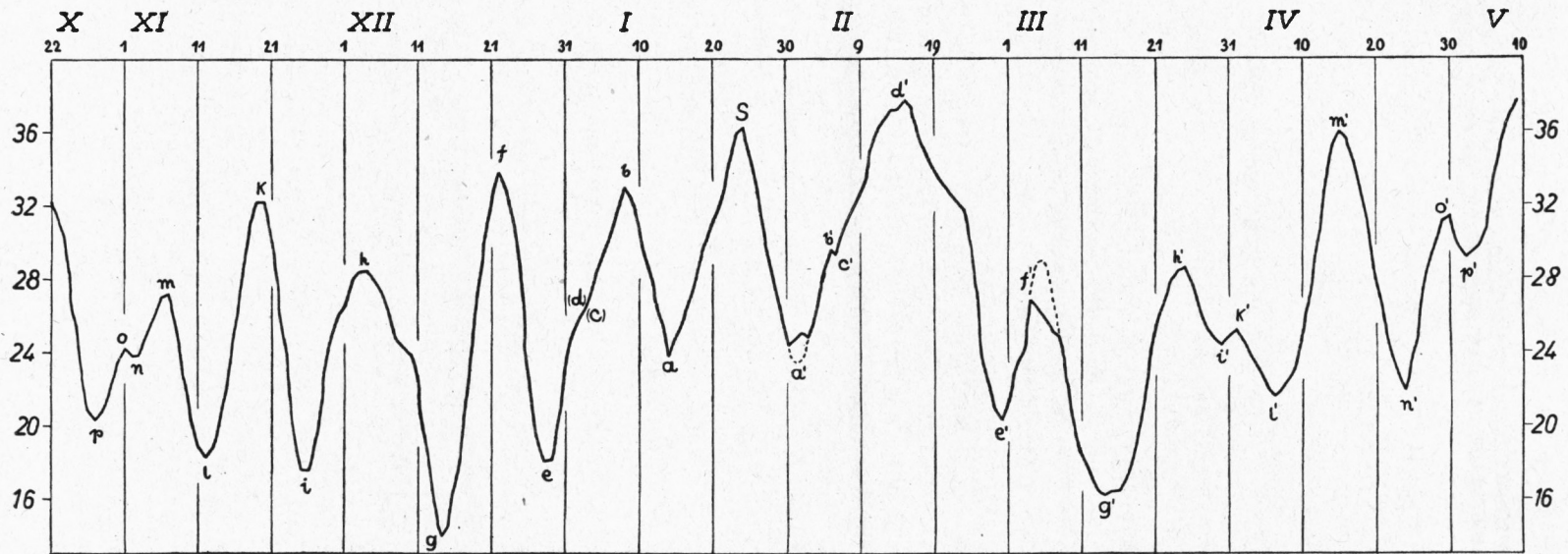


Bild 25
Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze in übergreifenden Pentadenmitteln (500 + . . mm) im Winter 1933/34

Die Erfahrungen mit dem in die Senke verlegten Symmetriepunkt geben uns auch die Möglichkeit, die Aufspaltung von Gipfeln zu verstehen, wie wir sie im Winter 1914/15 bei f , f' und h' zu schauen bekommen. In all diesen Fällen ist, durch eine Druckwelle gesteuert, ein Schwall arktischer Luftmassen herangetragen worden, der zu einer entsprechenden Absenkung der Druckflächen führte.

Wie schon die beiden Bilder 22 und 23 erkennen lassen, hat jedes Jahr sein eigenes Gesicht; es gibt in der 30jährigen Reihe keines, das alle Singularitäten des Kollektivs aufweist. Daß aber fast alle wenigstens ansatzmäßig vorhanden sind, soll noch ein Beispiel zeigen, das nicht in dem Kollektiv enthalten ist.

Wir wählen den Winter 1933/34, an dem das Ausbleiben der Aufspaltung von f' bemerkenswert ist; ganz unterdrückt ist sie aber nicht, wie man an der Abschrägung der Kurve bei f' erkennen kann. Von anderen Rudimenten sei die Krümmung der Kurve zwischen e und b hervorgehoben, die auf den Ausfall der Punkte c und d hinweist, sowie auf den Ansatz von b' und c' , die gerade noch erkennbar sind.

Die drei Bilder mögen genügen, die Abwechslung erkennen zu lassen, mit der sich in der Atmosphäre die kalendermäßig gebundenen Vorgänge einstellen können.

Daß auch im Sommer, der im allgemeinen eine geringere Reliefenergie der Barogramme aufweist, prinzipiell die gleichen Bemerkungen zu machen sind, möge ebenfalls an einigen Beispielen gezeigt werden.

Wir entnehmen u. a. aus dem Bilde 26, daß gelegentlich nicht nur Aufspaltungen von Gipfeln und Senken sondern auch Verschmelzungen eintreten können. Die Punkte i , h , g sind zu einer Senke zusammengerückt. Die Verschmelzung der Punkte m und l ist als eine s-förmige Krümmung zu erkennen. Dafür ist der Amplitudenunterschied zwischen den Punkten n und k gewaltig überhöht – ein Beispiel dafür, mit welcher Abwechslung die Atmosphäre bei an sich gleichbleibender Disposition arbeiten kann.

Im Sommer 1913 fällt vor allem der Spiegelungspunkt S auf, dem man diese Stellung, wenn man nur diese Kurve 1913 zu betrachten hätte, sicherlich nicht auf den ersten Blick zubilligen würde. Wir bemerken ferner, daß auch in diesem Sommer die Energie der Durchbildung der Welle i - h - g recht gering gewesen ist; beinahe wäre es auch hier zu einer Verschmelzung gekommen, wie wir sie im Bilde 26 am 5. Juli angetroffen hatten. Beachtlich bleibt aber, wie immer, die zeitliche Bindung. Die Verschmelzung von b' und c' gibt sich wieder in einer s-förmigen Krümmung zu erkennen; bei f' bemerken wir den Versuch einer Aufspaltung, wie sie sich im Winterhalbjahre beim Punkte f' als Regel gezeigt hatte.

Auch alle übrigen Einzelkurven bestätigten die prinzipiellen Erörterungen über die Singularitäten. Nur das an vielen Beispielen geschulte Auge vermag die Kurven zu deuten, die markanten Punkte zu identifizieren. Für einen flüchtigen Beschauer mag der Eindruck der Willkür der Zuordnung vorherrschen; wer sich näher damit befaßt, wird sie aber als ebenso berechtigt anerkennen wie der Mineraloge mit den Kristallsystemen arbeitet, auch wenn es in der Natur nur selten zu ganz reinen Formen kommt.

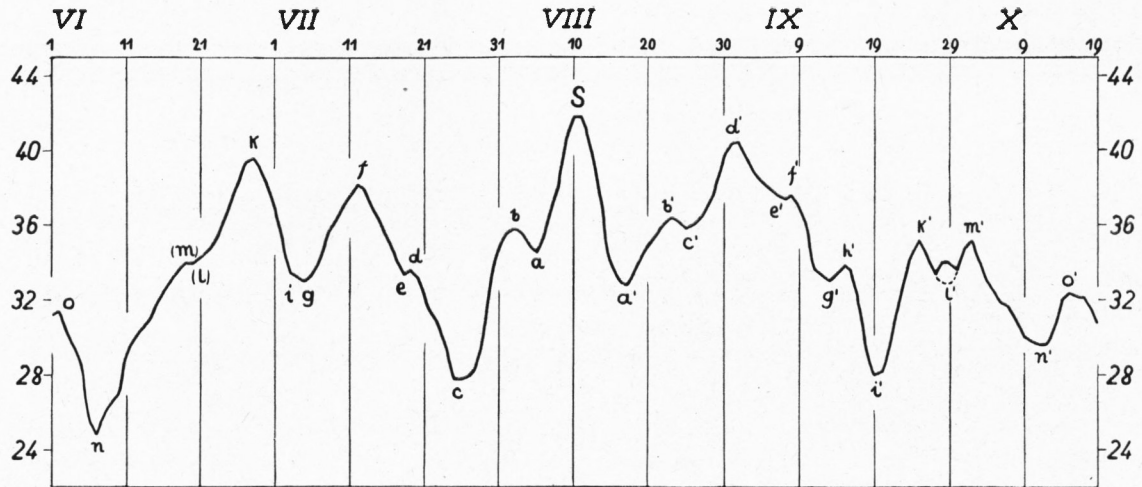


Bild 26

Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze in übergreifenden Pentadenmitteln (500 + . . mm)
im Sommer 1914

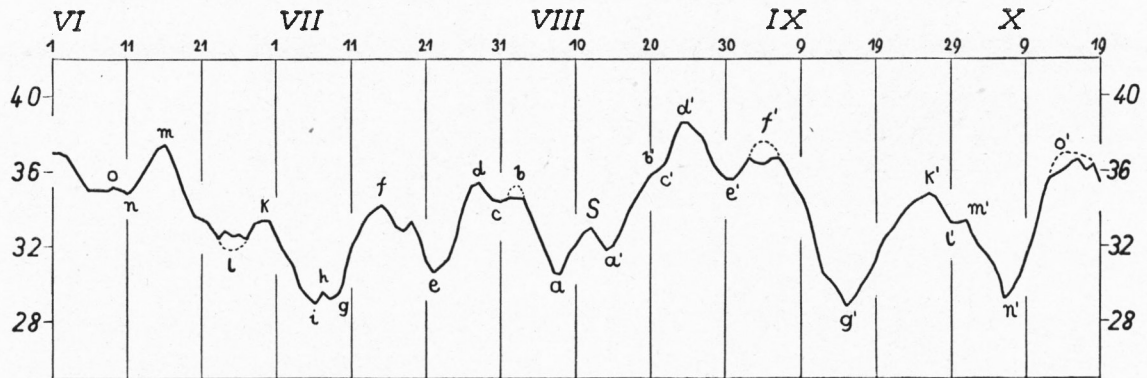


Bild 27

Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze in übergreifenden Pentadenmitteln (500 + . . mm)
im Sommer 1913

SYNOPTISCHE LAGE AN DEN MARKANTEN PUNKTEN

Bei der Betrachtung der Großwetterlagen vom 15. und 31. Januar 1910 (Bild 22) war aufgefallen, daß eine Art Ausrichtung auf den Symmetriepunkt gegeben schien, die aber auch zufällig sein konnte. Es war daher zu prüfen, ob die Großwetterlage an den markanten Punkten beliebig war oder eine Bevorzugung bestimmter Luftdruckverteilungen aufwies. Zu diesem Zwecke wurde für jeden der markanten Punkte die Wetterlage in tunlichst einfacher Form festzuhalten versucht, die Zugehörigkeit zu einem kontinentalen Hoch, einem Ost- oder Westkeil, einem Tief über den britischen Inseln usw., wobei naturgemäß

auf feinere Unterteilungen verzichtet werden mußte. Das Betrachten so vieler Wetterkarten war recht anregend. Manche „Moden“ ließen die Wandlungen erkennen, denen die Synoptik in diesem 35jährigen Zeitraum unterworfen war, so besonders die Zeit der barocken Isobarenführung, in der allen kleinen Abweichungen großzügiger Isobarenführung Rechnung getragen wurde; ihr folgte die Herausarbeitung der Fronten bis herab zu jedem vertretbaren Knick der Isobaren.

Unter Außerachtlassung dieser mitunter etwas problematischen Feinheiten wurde in erster Linie versucht, die Richtung des Gradienten zu erfassen, die als die Dominante

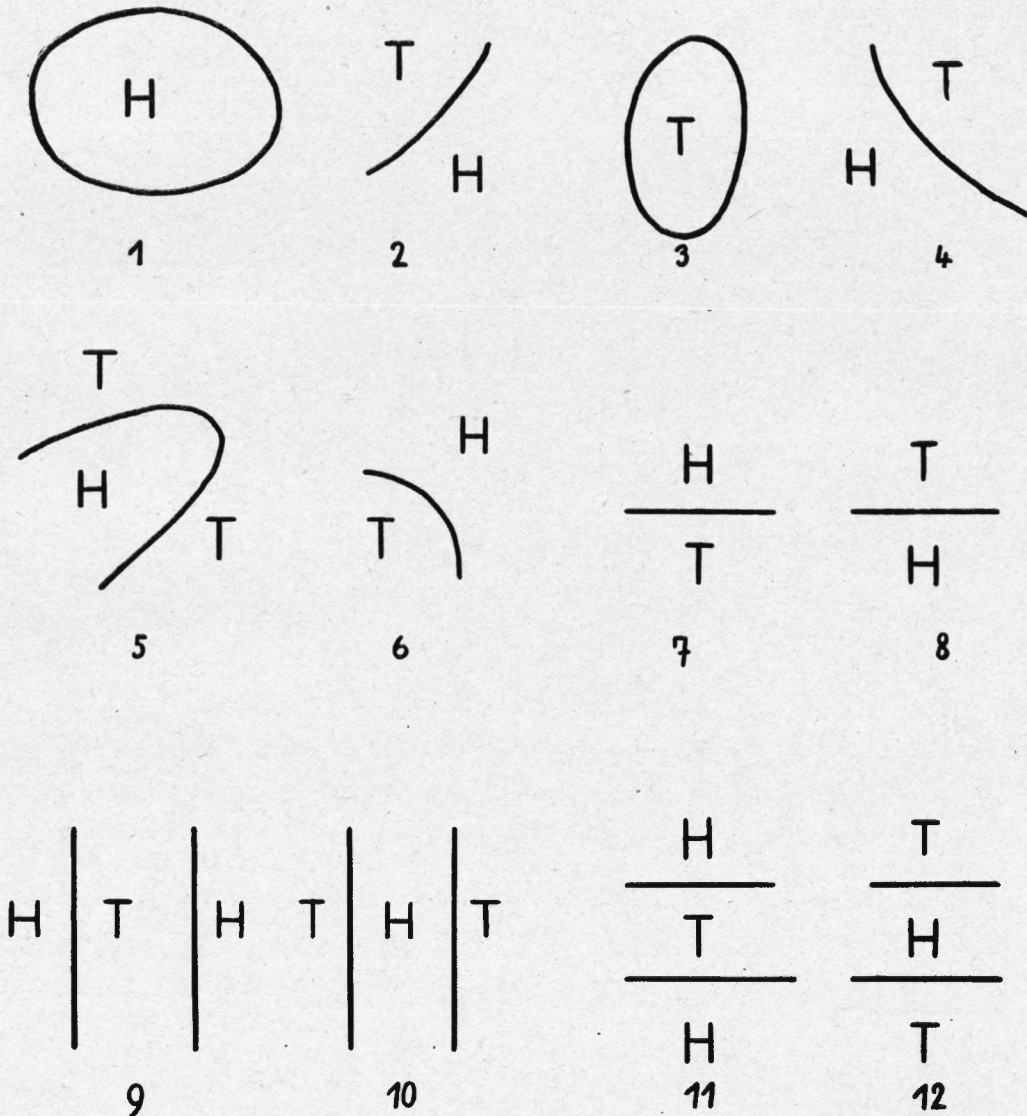


Bild 28

Übersicht über die Großwetterlagen an den markanten Punkten

einer Großwetterlage auch heute noch ihren Wert besitzt. Ein späterer Bearbeiter mag an ihre Stelle die Luftmassenanalyse treten lassen und die gleichen Fragen auf dieser Grundlage beantworten.

Die Veranlagung an Hand der Wetterkarten wurde zunächst an 22 typischen Großwetterlagen vorgenommen; es erwies sich aber als nötig, sich mit 12 Typen zu begnügen, die schematisch im Bild 28 niedergelegt wurden.

Wenn die Einreihung in einzelnen Fällen auch nicht ohne einen gewissen Zwang geschehen konnte, war es doch möglich, mit dieser beschränkten Zahl von Typen auszukommen. In einer Grundtabelle wurde vermerkt, welchem Typ die markanten Punkte der einzelnen Jahre angehörten; zu den 12 Typen im Bild 28 trat noch ein Typ U, der mit „unbestimmt“ die Fälle bezeichnete, in denen die Zuweisung zu einem der angegebenen 12 Typen nicht möglich war.

Über die Verteilung der Häufigkeiten unterrichtet Tabelle XII, in der die Anzahl der ermittelten Fälle, umgerechnet auf Prozente der Gesamtzahl, eingetragen wurde.

Aus der Zusammenstellung geht deutlich hervor, daß z. B. der Symmetriepunkt am häufigsten mit einem kontinentalen Hoch verbunden war. Die Präzision, mit der das der Fall war, ist im Winterabschnitt bedeutend größer als im Sommer. Man bemerkt ferner, daß auch andere markante Punkte eine starke Vertretung von Hochdruckwetterlagen zeigen und mit dem Symmetriepunkt in Konkurrenz stehen, wie sich das auch bei anderer Gelegenheit gezeigt hatte.

Zur leichteren Übersicht wurden die Werte der Tabelle XII in zwei Gruppen zusammengefaßt, eine antizyklonale und eine zyklonale; hiezu war es nötig, die 13 Typen sinngemäß aufzuteilen, indem ihr Gehalt an antizyklonaler bzw. zyklonaler Art ermittelt wurde. Die Typen, bei denen ohne eine besondere Untersuchung nicht zu ermitteln war, ob sie als bevorzugt antizyklonal oder zyklonal anzusprechen waren, wurden zur Hälfte dem einen, zur anderen Hälfte dem anderen zugerechnet.

Die Aufteilung aus Tabelle XII erfolgte demnach nach dem Schlüssel:

antizyklonal: $1 + \frac{1}{2} \mid 2 + \frac{1}{2} \mid 4 + \frac{1}{2} \mid 5 + \frac{1}{2} \mid 7 + \frac{1}{2} \mid 8 + 10 + 12 + \frac{1}{2} \text{ U}$
 zyklonal: $\frac{1}{2} \mid 2 + 3 + \frac{1}{2} \mid 4 + \frac{1}{2} \mid 5 + 6 + \frac{1}{2} \mid 7 + \frac{1}{2} \mid 8 + 9 + 11 + \frac{1}{2} \text{ U}.$

Das Ergebnis wollen wir graphisch darstellen im Bild 29.

Der Symmetriepunkt erzielte nicht die höchsten Werte antizyklonaler Zugehörigkeit. Es ist das nicht überraschend, da auch andere Termine als Ausgangspunkte von Spiegelungen ihre Bedeutung haben. Ich erinnere insbesondere an die einschlägigen Arbeiten von H. Flohn,¹ in denen er auf die nahe den Solstitien gelegenen Symmetriepunkte für Hochdrucklagen am 21. Dezember und 17. Juni, für Tiefdrucklagen am 13. Januar und 13. Juli verwiesen hat, die wegen ihrer unmittelbaren Beziehung zum Sonnenstande besondere Beachtung verdienen. Wenn in der vorliegenden Arbeit der 23. Januar bzw. 10. August als Spiegelungspunkte herausgegriffen wurden, geschah das nur im Hinblick auf die Maxima des Luftdrucks auf der Zugspitze. Die Punkte f, k usw., die wir als Konkurrenten von S kennen lernten, können auch als Spiegelungspunkte behandelt werden.

¹ H. FLOHN, Met. Zeitschr. 1940, 134; Beitr. Physik d. fr. Atm. 27, 110, 1941.

Tabelle XII
Prozentische Verteilung der markanten Punkte auf die 12 + 1 Typen

Winter														Sommer													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	U		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	U
S	54.6	21.2	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	9.1	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	S	32.4	11.8	0.0	11.8	8.8	0.0	0.0	14.7	11.8	0.0	0.0	5.9	2.9
a	9.7	22.6	9.7	3.2	9.7	6.4	6.5	3.2	6.4	0.0	6.5	6.4	9.7	a	13.3	13.3	6.7	10.0	16.7	0.0	0.0	3.3	13.3	6.7	0.0	10.0	6.7
a'	3.4	17.2	24.2	20.7	17.2	6.9	3.4	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	3.4	a'	3.2	0.0	16.1	22.6	19.4	0.0	3.2	6.5	16.1	6.5	0.0	3.2	3.2
b	34.5	27.6	3.4	3.4	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	10.0	0.0	b	13.8	20.7	6.9	17.2	13.8	0.0	0.0	10.3	3.4	0.0	0.0	6.9	6.9
b'	25.0	10.7	0.0	3.6	17.9	7.1	10.7	3.6	0.0	3.6	0.0	14.3	3.6	b'	18.5	7.4	11.1	14.8	14.8	3.7	0.0	3.7	7.4	7.4	3.7	7.4	0.0
c	0.0	0.0	30.4	8.7	34.8	4.4	4.3	4.4	0.0	0.0	0.0	8.7	4.3	c	3.1	0.0	15.6	9.4	34.4	0.0	0.0	6.2	15.6	6.3	3.1	0.0	6.2
c'	12.0	20.0	8.0	0.0	20.0	12.0	4.0	8.0	8.0	8.0	0.0	0.0	0.0	c'	4.0	8.0	12.0	8.0	32.0	0.0	0.0	8.0	12.0	4.0	0.0	12.0	0.0
d	28.0	20.0	12.0	8.0	20.0	0.0	0.0	4.0	4.0	0.0	0.0	4.0	0.0	d	30.8	15.4	7.7	11.5	7.7	0.0	0.0	11.5	7.7	7.7	0.0	0.0	0.0
d'	30.4	17.4	8.7	8.7	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	4.0	d'	33.3	26.6	3.3	3.3	6.7	0.0	0.0	6.7	13.3	0.0	3.3	3.3	
e	0.0	23.5	17.6	2.9	20.6	11.8	5.9	2.9	8.8	0.0	2.9	2.9	0.0	e	4.3	8.7	30.4	21.7	8.7	0.0	4.4	8.7	8.7	0.0	0.0	4.3	
e'	3.6	10.7	10.7	14.3	25.0	7.1	10.7	3.6	7.1	0.0	0.0	3.6	3.6	e'	3.6	17.9	25.0	3.6	10.7	3.6	7.1	3.6	7.1	3.6	0.0	7.1	7.1
f	51.5	21.6	0.0	2.7	5.4	2.7	0.0	5.4	0.0	2.7	2.7	5.4	0.0	f	23.1	0.0	3.9	11.5	19.2	3.9	3.9	11.5	7.7	15.4	0.0	0.0	0.0
f'	31.4	29.6	1.8	1.9	14.8	5.6	1.8	1.9	5.6	1.8	1.9	0.0	1.8	f'	28.6	17.7	0.0	10.7	7.1	0.0	7.2	0.0	7.1	3.6	0.0	14.3	3.6
g	3.0	24.2	12.1	6.1	21.2	6.1	6.1	0.0	6.1	6.1	3.0	3.0	3.0	g	0.0	5.9	17.7	17.7	23.6	0.0	0.0	0.0	23.6	5.9	0.0	0.0	5.9
g'	1.8	19.6	14.3	16.1	12.5	10.7	7.1	5.4	3.6	1.8	1.8	3.6	1.8	g'	6.9	10.3	27.6	3.4	10.3	0.0	3.4	6.9	17.2	6.9	3.4	0.0	3.4
h	28.2	31.3	0.0	0.0	12.5	0.0	6.3	9.4	3.1	3.1	0.0	6.3	0.0	h	21.8	13.0	0.0	13.1	13.0	0.0	0.0	4.3	0.0	17.4	4.3	8.7	4.3
h'	30.0	23.4	6.7	3.3	10.0	6.7	0.0	0.0	3.3	6.7	0.0	3.3	6.7	h'	24.0	24.0	4.0	4.0	12.0	0.0	0.0	12.0	8.0	8.0	0.0	4.0	0.0
i	6.4	22.6	22.6	9.7	9.7	9.7	0.0	6.5	6.5	0.0	0.0	3.2	3.2	i	7.7	0.0	50.0	0.0	7.7	3.8	0.0	0.0	15.4	0.0	3.8	7.7	
i'	3.1	9.4	28.2	3.1	9.4	15.6	6.2	0.0	6.3	9.4	3.1	3.1	3.1	i'	3.7	7.4	37.0	0.0	3.7	0.0	7.4	7.4	29.6	0.0	0.0	0.0	3.7
k	37.9	20.7	0.0	0.0	3.4	0.0	3.4	13.8	3.4	0.0	3.4	10.3	3.4	k	32.0	8.0	0.0	8.0	8.0	4.0	0.0	12.0	0.0	8.0	4.0	12.0	4.0
k'	27.6	31.0	3.4	0.6	6.9	3.4	6.9	6.9	0.0	6.9	3.4	3.4	0.0	k'	47.8	21.8	4.3	0.0	0.0	4.4	0.0	8.7	4.3	4.3	0.0	4.4	0.0
l	4.3	13.1	30.4	8.7	4.3	13.1	8.7	4.3	4.3	0.0	0.0	4.3	4.3	l	7.4	0.0	18.5	11.1	14.8	0.0	3.7	3.7	25.9	3.7	7.4	0.0	3.7
l'	0.0	4.0	24.0	8.0	24.0	16.0	8.0	4.0	8.0	0.0	4.0	0.0	0.0	l'	5.0	10.0	15.0	25.0	5.0	5.0	0.0	5.0	15.0	15.0	0.0	0.0	0.0
m	31.8	13.6	4.5	4.5	4.5	0.0	4.5	9.1	9.1	9.1	0.0	9.1	0.0	m	25.0	10.7	3.6	10.7	21.4	0.0	3.6	10.7	3.6	3.6	0.0	7.1	0.0
m'	11.1	26.0	3.7	3.7	18.5	14.8	3.7	0.0	3.7	7.4	0.0	3.7	3.7	m'	31.6	31.6	0.0	15.8	5.3	0.0	0.0	5.3	5.3	5.3	0.0	0.0	0.0
n	0.0	22.2	22.2	14.8	3.7	3.7	0.0	0.0	22.2	3.7	3.7	0.0	3.7	n	0.0	0.0	16.7	13.3	10.0	3.3	6.7	6.7	26.6	6.7	0.0	3.3	6.7
n'	3.6	0.0	28.6	7.1	25.0	7.1	14.3	0.0	3.6	0.0	7.1	0.0	3.6	n'	4.2	8.3	16.7	0.0	12.5	0.0	4.2	16.7	20.8	8.3	0.0	4.2	4.2
o	41.9	22.6	3.2	3.2	6.4	0.0	3.2	9.7	3.2	3.2	0.0	0.0	3.2	o	38.7	16.1	12.9	6.4	6.5	0.0	0.0	6.4	3.2	6.5	0.0	3.2	0.0
o'	31.0	27.6	10.3	3.4	6.9	0.0	0.0	3.4	0.0	10.3	3.4	3.4	0.0	o'	21.9	21.9	0.0	3.1	6.3	0.0	0.0	18.8	3.1	15.6	0.0	6.2	3.1
p	6.4	22.6	25.8	3.2	12.9	16.1	0.0	3.2	6.5	0.0	0.0	3.2	0.0														
p'	0.0	0.0	32.2	7.1	25.0	14.3	10.7	0.0	7.1	0.0	0.0	3.6	0.0														

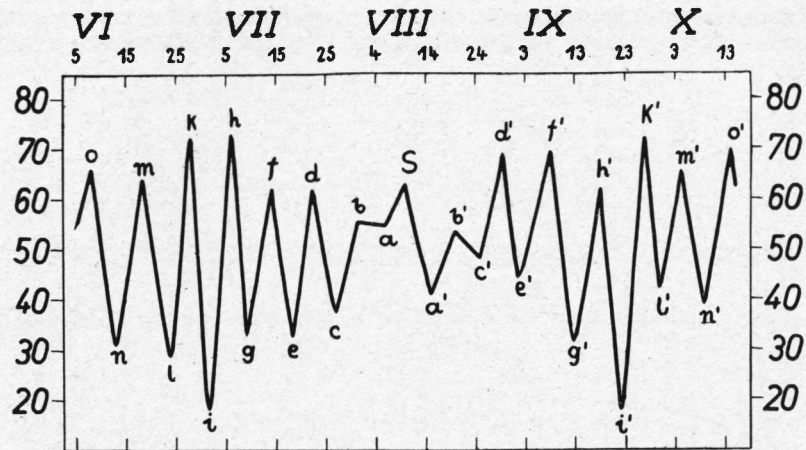


Bild 29

Antizyklonalanteil der Wetterlagen an den markanten Punkten im Sommerabschnitt in Prozenten

Es sei noch auf den zyklonalen Gehalt hingewiesen, der den Tiefstwerten von Bild 29 entnommen werden kann. Der Punkt i erreicht eine Häufigkeit zyklonaler Zuordnung von 80.7%, der Punkt i' von 81.4%, eine Präzision, die keinem der antizyklonalen Werte zukommt. Wir finden für die Punkte k 70.6% und k' 71.7%. Die Symmetrie zum Punkte S ist aber auch dabei gewahrt.

Auch im Winterabschnitt gelten dieselben Feststellungen, wie aus dem Bilde 30 zu erkennen ist.

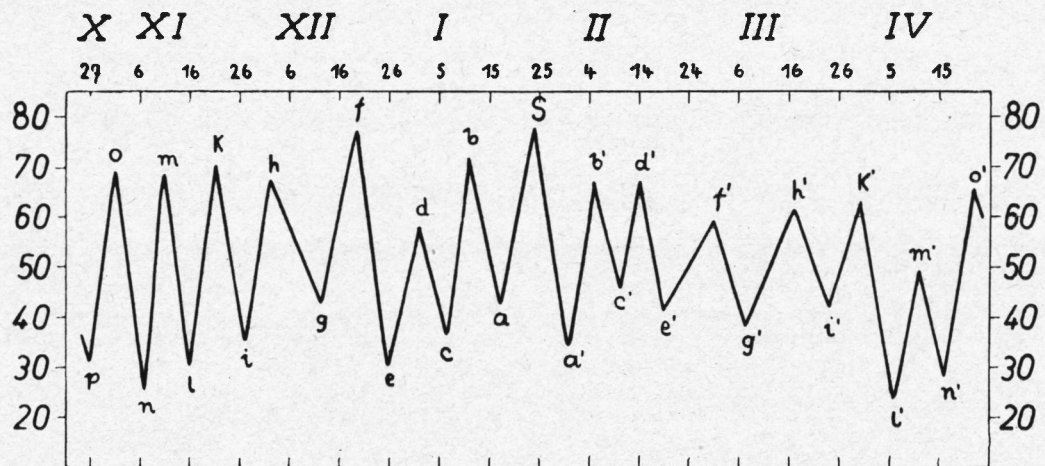


Bild 30

Antizyklonalanteil der Wetterlagen an den markanten Punkten im Winterabschnitt in Prozenten

Stärker als im Sommerabschnitt ist der antizyklonale Anteil des Symmetriepunktes, doch wird auch ihm von anderen Punkten Konkurrenz gemacht, so vor allem von dem

Punkte f. In dem Punkte f' und g' finden sich die Anteile vereinigt, die in den einzelnen Jahren auf die Unterteilungen f'_I und f'_{II} bzw. g'_I und g'_{II} gefallen waren.

Den stärksten Anteil an zyklonalen Wetterlagen weisen im Winter die Punkte n und l bzw. l' und n' auf, womit die Stellung des Punktes S als Spiegelungspunkt eine weitere Stütze erhält.

Die Tatsache, daß die für Spiegelung geeigneten markanten Punkte eine starke Bevorzugung von Hochdruckwetterlagen zeigen, erinnert an den Nachweis von Flohn (a. a. O.), daß die verlässigsten Singularitäten mit antizyklonalen Wetterlagen verbunden zu sein pflegen.

Kehrt man nach dieser für eine erste Übersicht berechtigten Zusammenfassung der antizyklonalen und zyklonalen Anteile zur Betrachtung der Tabelle XII zurück, so findet man darin eine ganze Anzahl von kollektiven Spiegelungen. Es sei z. B. auf den Höchstwert des Vorkommens der Wetterlage 9 im Sommerabschnitt beim Punkte n verwiesen, der sein Gegenstück in n' findet. Die Wetterlage 5 hat im Sommerabschnitt ihre größte Häufigkeit am Punkte c und c' . Im Winterabschnitt findet man die starken Anteile der Wetterlage 6 bei den Punkten i und i' , p und p' usw., so daß sich der Eindruck ergibt, daß nicht nur der Luftdruckgang Spiegelungen aufweist, sondern daß auch Spiegelungen bestimmter Großwetterlagen damit verbunden sein können.

Die Möglichkeit war schon von dem Entdecker der Spiegelung im Luftdruckgang L. Weickmann¹ betont und von seinem Schüler F. Model² näher untersucht worden. Wir wollen zu dieser Frage noch einen Beitrag liefern.

SPIEGELUNGEN VON WETTERLAGEN

Es wurden die Wetterkarten der Deutschen Seewarte für alle markanten Tage auf ein Blatt übertragen. Für die hier beabsichtigte statistische Untersuchung der Frage genügte es, wie das schon bei der Anlage der Häufigkeitsstatistik des vorangegangenen Abschnittes geschehen ist, nur die großen Züge der Wetterkarten festzuhalten, um damit den Überblick über etwaige Beziehungen von Wetterlagen vor und nach einem Spiegelungspunkte zu erleichtern.

Die Durchsicht der Wetterkarten ließ bald erkennen, daß es nicht genügt, nur zwei Fälle zu registrieren: ähnliche und unähnliche Wetterlagen an den korrespondierenden Punkten. Es zeigten sich auch Wetterlagen, die zwar nicht ähnlich waren, aber nicht ganz außer Fühlung zu stehen schienen: Eine Gruppe, bei der eine Ähnlichkeit durch eine Drehung der einen Karte um 90 Grad zu erreichen wäre; das ist der Fall beim Vergleich der Typen 9 und 11 sowie 10 und 12 der Abbildung 28, und eine zweite Gruppe, bei der eine Ähnlichkeit durch eine Drehung der einen Karte um 180 Grad zu erzielen wäre; das ist der Fall beim Vergleich der Typen 2 und 4 sowie 7 und 8 der Abbildung 28. Diesen gegenläufigen Wetterlagen, wie wir sie nennen wollen, wird man darum besondere Aufmerksamkeit entgegenbringen, als über die Spiegelung von Wetterlagen bald nach der

¹ L. WEICKMANN, Wellen im Luftmeer, XXXIX. Bd. d. Abhandl. d. mathem.-phys. Klasse der Sächs. Akademie d. Wiss. Nr. II. Leipzig 1924.

² F. MODEL, Symmetriepunkt und Wetterkartensymmetrie, Veröff. d. Geophys. Inst. d. Univ. Leipzig, 2, Ser. Bd. XI, Heft 2, 1938.

Entdeckung der Spiegelung der Barographenkurven eine lebhafte Debatte einsetzte. Weickmann hatte berichtet: „Die Spiegelungspunkte teilen nicht nur die Luftdruckkurven in symmetrische Züge, sondern sind auch, da sie für größere Gebiete die gleichen sind, in der räumlichen Verteilung des Luftdruckes nachweisbar, derart, daß Wetterkarten entsprechender Tage ein übereinstimmendes Bild der Luftdruckverteilung zeigen“.¹ Dem gegenüber machte Defant darauf aufmerksam, daß, wenn dies der Fall wäre, die Luftdruckgebilde vor dem Symmetrietage eine entgegengesetzte Wanderungsrichtung haben müßten als nach demselben.² Aber auch ohne Bezug auf diese Erörterungen hatte ich das Bedürfnis, die unähnlichen Wetterlagen verschieden zu bewerten. Wenn die Wetterkarte nach dem Spiegelungspunkte dieselben Gebilde zeigt, nur in konträrer Anordnung, z. B. einen Ostkeil hohen Druckes vor, einen Westkeil nach der Spiegelung, hat man doch den Eindruck gewisser Beziehungen zwischen den beiden, deren Vorkommen statistisch zu belegen ist.

Über das Ergebnis der Veranlagung unterrichtet Tabelle XIII, in der zum leichteren Vergleich die Anzahl der Fälle in Prozenten der Gesamtzahl angegeben ist.

Tabelle XIII: Verteilung der Wetterlagen

	Winter	Sommer
Ähnliche Wetterlagen	37.9%	36.3%
Drehung um 90 Grad	5.1%	5.1%
Drehung um 180 Grad	29.6%	20.2%
Unähnlich	27.4%	38.3%

Mag auch das Vorkommen von um 90 Grad gedrehter Wetterkarten ein Zufallsergebnis sein, bei den gegenläufigen Luftdruckverteilungen wird man eine innere Verbundenheit annehmen dürfen. Wenn man sich auch des Zufalls bewußt bleiben muß, der auch bei unabhängiger Gestaltung der Luftdruckverteilung solche Lagen korrespondierender Wetterkarten ergeben könnte, ist doch festzuhalten, daß die Statistik nicht gegen eine solche Annahme spricht.

Ebenso klar ist aber das Ergebnis, daß man nicht erwarten darf, daraus eine statistisch fundierte Hilfe für die Vorhersage zu gewinnen. Die Häufigkeit der ähnlichen, der gegenläufigen und der unähnlichen Wetterlagen ist praktisch mit so wenig unterschiedlichen Beträgen ermittelt worden, daß eine Behandlung des prognostischen Problems auf die jeweilige Ermittlung der an der Spiegelung beteiligten Schwingungen und ihrer räumlichen Verteilung hinauslaufen wird. Daß diese aussichtsreich sein würde, scheint aus der vorliegenden Untersuchung hervorzugehen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

1. Auch im jährlichen Gang des Luftdrucks auf der Zugspitze zeigen sich kalendermäßige Bindungen. Es ließ sich durch Zerteilung der zum Nachweise benutzten 30jährigen Reihe zeigen, daß es sich dabei nicht um Zufälligkeiten handelt. Der Vergleich mit dem jahreszeitlichen Verhalten des für das Wettergeschehen in Mitteleuropa maßgebenden

¹ L. WEICKMANN, am angeg. Ort, S. 45.

² A. DEFANT, Festschrift d. Zentr. Anst. f. Meteorol. u. Geodyn. Wien 1926, S. 101.

Druckgradienten auf der Linie St. Mathieu-Lerwick ergab weitgehende Übereinstimmung der markanten Punkte. Die Korrelation ergab sich im allgemeinen als positiv.

2. Die Streuung der Luftdruckwerte auf der Zugspitze hat ebenfalls Maxima und Minima an den markanten Punkten.

3. Die Druckdifferenz Hohenpeißenberg-Zugspitze unterliegt den gleichen kalendermäßigen Bindungen; das Vorzeichen der Korrelation ist nicht eindeutig.

4. Die Streuung der Druckunterschiede Hohenpeißenberg-Zugspitze erweist sich an dieselben Termine gebunden; es überwiegen die Fälle, in denen einem relativ hohen Werte des Druckgradienten St. Mathieu-Lerwick eine geringere Streuung des Druckunterschieds Hohenpeißenberg-Zugspitze entspricht.

5. Der rhythmische Verlauf des Luftdrucks auf der Zugspitze läßt Symmetriepunkte erkennen, von denen ein Sommerspiegelungspunkt mit dem kollektiven Datum 10. August und ein Winterspiegelungspunkt mit dem kollektiven Datum vom 23. Januar näher untersucht wurden; der erstere fällt mit dem Jahresmaximum des Luftdrucks auf der Zugspitze zusammen, der letztere mit dem sekundären Höchstwert im Winterhalbjahr. Die Korrespondenz der Punkte zu beiden Seiten der Spiegelungspunkte wurde durch die Übereinstimmung des zeitlichen Abstands der markanten Punkte erwiesen. Das Winterhalbjahr ist in seinen Rhythmen klarer als das Sommerhalbjahr.

Aus den Abständen der Spitzen und Senken ließen sich statistisch „Wellen“ ermitteln.

6. Dieselbe Untersuchung wurde auch für den Luftdruckgang von München durchgeführt, der im wesentlichen dieselben Rhythmen zeigt, wenn auch nicht so gut ausgebildet wie der Luftdruckgang auf der Zugspitze.

7. Um einen Überblick über die säkularen Schwankungen der Singularitäten zu gewinnen – mit der Nebenabsicht, ihre „Realität“ zu prüfen – wurde der 30jährige Zeitraum in 3 Unterabschnitte von je 10 Jahren zerteilt. Auch in den voneinander unabhängigen Reihen ließen sich alle wichtigen markanten Punkte auffinden, deren zeitliche Streuung gering ist. Die Klimaschwankungen der drei Jahrzehnte finden ihren Ausdruck in der Schwankung der Amplituden. Was hiebei Ursache, was Wirkung ist, ist vorerst nicht zu entscheiden. Die Reliefenergie der Druckkurven ist jedenfalls ein geeignetes weiteres Bestimmungsstück zur Erfassung von Klimaschwankungen.

8. Es war möglich, auch in jedem Einzeljahr die Symmetrie- und sonstigen markanten Punkte aufzufinden. Zu den im Kollektiv untersuchten 30 Jahrgängen wurden noch die folgenden 5 Jahre hinzugenommen; auch für sie ließen sich dieselben Spiegelungs- und sonstigen markanten Punkte ermitteln, die demnach dem Verdacht von Zufallsergebnissen entrückt sind. In einzelnen Jahren ist die Identifizierung wegen der recht unterschiedlichen Amplituden eine Angelegenheit der Übung; daß sie nicht auch eine Angelegenheit der Willkür ist, ergab der Vergleich der mittleren Daten, gerechnet aus den 35 Einzelwerten, mit den Tagen, an denen die Symmetriepunkte und markanten Punkte im kollektiven Jahresgang des Luftdrucks auf der Zugspitze gefunden worden waren.

Die zeitliche Streuung der markanten Punkte ist verschieden; am geringsten erwies sie sich für den Spiegelungspunkt und einige andere markante Punkte, die als zusätzliche Spiegelungspunkte gelten dürfen, entsprechend den zugrundeliegenden Wellen im Luftdruckgang.

9. Ähnlich wie die Eintrittszeiten der markanten Punkte wurden auch die Amplituden der „Wellen“ in jedem einzelnen Jahre herausgeschrieben und gemittelt. In den individuell erfaßten Mitteln treten die „Wellen“ noch klarer hervor als in den kollektiven Mitteln und vor allem mit viel gleichmäßigeren Amplituden. Es geht daher nicht an, die im kollektiven Bilde verschieden stark zutage tretenden Singularitäten nach ihren Ausschlägen zu bewerten; es verdienen nicht nur die anerkannten „prominenten Singularitäten“ Beachtung, wie z. B. die Verwerfung der Temperatur zu Beginn der sommerlichen „Monsunzeit“; als Ausdruck bestimmter Vorgänge haben auch die kleineren Zacken ihre Bedeutung.

Für weitere Untersuchungen ist es nicht nötig, individuelle Veranlagungen vorzunehmen, wenn es sich nur um die Ermittlung von Singularitäten handelt; es genügt die weniger zeitraubende kollektive Mittelbildung, wenn man die dabei errechneten Amplituden nicht mißt sondern wägt. Der Eintrag der Höchst- und Tiefstwerte des Luftdrucks an den markanten Punkten zeigte Anordnungen, wie man sie als normale Streuungen eines meteorologischen Elements um seinen Mittelwert zu sehen gewohnt ist.

10. Der Sommerspiegelungspunkt war immer eine Spitze des Luftdrucks, wenn auch nicht, wie im Kollektiv, das Maximum desselben. Für den Winterspiegelungspunkt ergaben sich zwei Ausnahmen (Winter 1909/10 und 1914/15), in denen der Symmetriepunkt überraschenderweise auf das Druckminimum zu liegen kam. Eine besondere Untersuchung ließ erkennen, daß eine zufällige Hereinsteuerung einer anstehenden Kaltluftmasse eingetreten war. An Hand solcher Einzeluntersuchungen läßt sich die Bestätigung erbringen, daß die Amplituden, bis zu denen sich die Singularitäten erheben, etwas Zufälliges in sich tragen und darum nicht zu einer Einschätzung ihrer Wertigkeit verwandt werden dürfen. Die Steuerung zufällig bereitliegender Warm- und Kaltluftmassen läßt auch die gelegentliche „Aufspaltung“ verstehen, die an manchen markanten Punkten zu beobachten war. Wo die Aufspaltung zur Regel wurde, zeigte auch das Kollektiv eine Verdoppelung der betr. Spitzen bzw. Senken, deren gleichlautende Bezifferung bei der ersten Anlage im kollektiven Bilde als willkürlich erscheinen mochte.

11. Eine Betrachtung und statistische Veranlagung der Großwetterlagen an den markanten Punkten ergab Häufungen, die nicht dem Zufall entstammen können. Die Einstufung erfolgte an Hand von 12 typischen Wetterlagen, deren Verteilung auf die Spitzen und Senken der Druckkurve untersucht wurde. Die Spiegelungspunkte pflegen in einem kontinentalen Hoch zu liegen.

12. Im Verfolg einer schon von dem Entdecker der Spiegelungspunkte L. Weickmann gemachten Beobachtung, die von F. Model näher untersucht worden war, wurde geprüft, wie weit nicht nur die Druckwerte sondern auch die dazugehörigen Wetterlagen als gespiegelt angesehen werden können. Es ließen sich ähnliche Wetterlagen, gespiegelte, gedrehte und unähnliche Wetterlagen ziffernmäßig erfassen; keine ist mit einer solchen Häufigkeit vertreten, daß man sie ohne weitgehende Heranziehung der Synoptik für die Wettervorhersage verwenden könnte.

SCHLUSSWORT

Mit dem Nachweis, daß es auch kalendermäßig gebundene Symmetriepunkte gibt, ist eine weitere Begründung der Anschauung beigebracht, daß im jahreszeitlichen

Wettergeschehen manche Bindungen an den Kalender vorhanden sind, die auf rhythmische Vorgänge in der Troposphäre schließen lassen. Es gibt hierfür wohl keinen zwingenderen Hinweis als den Vergleich mitteleuropäischen Wettergeschehens mit der jahreszeitlichen Witterungsgestaltung, z. B. über den Britischen Inseln. Der Meteorologischen Versuchsgruppe des Marinewetterdienstes verdanke ich die Zusendung einer Bearbeitung alter Temperaturbeobachtungen von Edinburgh,¹ die auch eine Anzahl gut belegter, kalendermäßig gebundener Abweichungen der Temperatur von einem idealen jährlichen Verlauf erkennen läßt. Es treten aber andere Singularitäten zutage, als wir Binnenländer sie gewohnt sind. Z. B. fehlen die für unseren Klimaraum so charakteristischen Verwerfungen der Temperaturkurve im Juni, die auf den Einbruch von maritimen Luftmassen zurückzuführen sind.

Die Tendenzen zur Wiederkehr bestimmter Vorgänge in der Großwettergestaltung sind zu ermitteln, aber die Ausführung der Rhythmen ist von der jeweiligen synoptischen Lage abhängig, die das eine Mal einen imponierenden Gipfel, ein andermal nur ein Rudiment dazu erkennen läßt.

Die Gründe sind wohl die gleichen wie bei den Klimaschwankungen, die W. Portig² in sehr einleuchtender Weise durch die Interferenz der an der Großwettergestaltung beteiligten Rhythmen erklärt. Seine Theorie macht es verständlich, daß zwischen dem Klima zu Anfang und Ende des 19. Jahrhunderts Unterschiede bestehen können, „ohne daß man zur Erklärung irgendeine kontinuierlich veränderliche Größe, wie z. B. grundsätzliche Veränderungen der zugestrahlten Sonnenenergie nehmen muß“.

Übertragen wir diese Anschauung auf die Vorgänge im jahreszeitlichen Ablaufe der Witterung, dann wird es ebenso verständlich, daß Singularitäten wie die der viel studierten „Eisheiligen“ zeitweise ausbleiben können, ohne daß sie darum ihre Realität verlieren.

Wer sich eingehend mit Singularitäten befaßt, wird sich gleich mir über die Gesetzmäßigkeiten, nach denen das atmosphärische Geschehen veranlagt ist, freuen, aber auch das Bedauern empfinden, daß unsere Atmosphäre so viele Freiheitsgrade der Ausführung hat. Wir können zwar die Partitur lesen, müssen uns aber für die Wettervorhersage damit begnügen, zu wissen, was gespielt werden könnte. Die Partitur ist aber darum nicht wertlos, weil sie uns zu erhöhter Aufmerksamkeit im synoptischen Dienst auf bestimmte, wenn auch nur mögliche atmosphärische Vorgänge veranlaßt.

Die Singularitätenforschung kann das Auffinden von Rhythmen erleichtern, die in der Witterungsgestaltung mit genügender Andauer vorgekommen sind. Wellenforschung und Synoptik werden die Grundpfeiler der praktischen Wettervorhersage bleiben. Ich kann nur immer wieder bitten, keinen „Singularitätenkalender“ in die Öffentlichkeit gelangen zu lassen, da die Leser solcher Zusammenstellungen erfahrungsgemäß zwischen möglich und wahrscheinlich nicht zu trennen pflegen. Es darf nie vergessen werden, daß kollektive Ergebnisse eine prognostische Anwendung grundsätzlich nur auf Massen- aber nicht auf Einzelercheinungen erlauben.

Die Tatsache kalendermäßig gebundener Vorgänge in unserer Atmosphäre läßt auf die überragende Bedeutung der Sonne schließen, gibt aber auch indirekten Aufschluß

¹ J. D. FORBES, *Climate of Edinburgh*, Transactions R. Soc. of Edinburgh Vol. XXII, Part I 1860.

² W. PORTIG, *Ann. d. Hydr. u. Marit. Met.* 1942, 340.

über einen etwaigen Einfluß des Mondes auf unsere Witterungsgestaltung: Wenn wir schon nicht in der Lage sind, die gut erfaßbaren und gesicherten Singularitäten, die im letzten Grunde auf die Sonne zurückzuführen sind, unmittelbar prognostisch zu verwerten, wie viel mehr muß das von dem nach allen bisherigen Untersuchungen recht hypothetischen Einfluß des Mondes gelten! Das atmosphärische Geschehen bezieht zwar von der Sonne seine Energie, geht aber in deren Verwertung kraft eigener Gesetzmäßigkeiten vor. Warum sollte es im Falle etwaiger Einflüsse des Mondes anders sein? Wenn wir den gesicherten Singularitätenkalender nur in Verbindung mit der Synoptik, d. h. unter Berücksichtigung der jeweiligen Großwetterlage gebrauchen können, wie sollten wir berechtigt oder gar genötigt sein, dem Mondkalender im voraus einen Platz in unseren Überlegungen einzuräumen! Es ist eine merkwürdige, aber psychologisch interessante Volksmeinung, daß die „Wissenschaft“ sich dem Monde gegenüber prinzipiell ablehnend verhalte; wie der Kenner der einschlägigen Literatur weiß, hat sie sich in ungezählten Arbeiten in ihrem eigensten Interesse damit befaßt.