Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Eine einfache Definition der Unruhe einer Naturerscheinung

mit einer vorläufigen Mitteilung

Über die Luftdruckunruhe als Anwendung

Von

Dr. Martin Kofler

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 17. Juni 1926)

Bidlingmaier[1] hat dem formellen Verlaufe einer Naturerscheinung den Grad ihrer zeitlichen Veränderlichkeit, ihre Unruhe oder Lebendigkeit, als eine an sich bedeutungsvolle Größe gegenübergestellt. Die durch den Wechsel der Naturerscheinung in der Raumeinheit geleistete Energie, die sogenannte Aktivität

$$A = \frac{f}{T}\int_0^T v^2\,dt,$$

ist nach ihm ein allgemein gültiges, absolutes Maß dieser Veränderlichkeit. Darin mißt v die Naturerscheinung und T die untersuchte Zeitstrecke, f ist eine von der besonderen Art der Naturerscheinung abhängige Größe.

Angeregt durch Prof. A. Wagner, versuchte ich, obige Aktivitätsformel auf den besonderen Fall der Windunruhe (Böigkeit) anzuwenden, fand aber den zu ihrer Berechnung notwendigen Arbeitsaufwand zu groß. Folgende Überlegung führte mich zu einem ebenso allgemein gültigen, gleichfalls von Willkür freien, gewissermaßen absoluten Maß der Unruhe, welches auf beliebige meßbare Naturerscheinungen angewendet werden kann. Mit dem Vorteil großer Anschaulichkeit verbindet dieses Maß den nicht weniger wichtigen besonderer Einfachheit. Es kann mit einem Minimum von Rechnungsarbeit (Bildung von Summen ohne Quadrierung!) gewonnen und, wenn es wünschenswert sein sollte, ohne besondere Schwierigkeit an das Bidlingmaier'sche Aktivitätsmaß angeschlossen werden.

Überschauen wir aufeinanderfolgende Schwankungen einer fortlaufend aufgezeichneten Größe, so erscheinen uns diese in erster Annäherung durch die Schwankungsamplitude (Differenz des absoluten Maximums und Minimums auf der betrachteten Zeitstrecke) gekenn-

---

[1] Prof. Dr. Bidlingmaier, Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen im Jahre 1911, mit besonderen Untersuchungen über die erdmagnetische Aktivität, p. 12 (Veröffentl. d. K. Obs. in Wilhelmshaven, 1913).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zeichnet. In vielen Fällen ist die Kenntnis dieser Amplitude von Wichtigkeit, in anderen eine derartige Beurteilung wenigstens hinreichend. Sehr große, vielleicht nur ganz vereinzelt auftretende Teilschwankungen über und unter dem Mittelwert kommen aber auf solche Art mit Übergewicht zur Geltung, obwohl sie dem Zufalle mehr unterworfen scheinen, und das mittlere Verhalten der Erscheinung tritt ihnen gegenüber in den Hintergrund. Nicht selten ist es aus diesem Grunde notwendig, derartige starke Teilschwankungen (z. B. Einzelböen gegenüber der mittleren Böigkeit) besonders zu beurteilen und beim Studium der mittleren Schwankungsbreite auszuscheiden.

Hat hienach die mittlere Schwankungsamplitude vor der absoluten einen gewissen Vorzug, so ist es anderseits bei Beurteilung des kontinuierlichen Verlaufes einer Erscheinung auch nicht wünschenswert, gewisse Teile desselben willkürlich zu unterdrücken. Wir suchen daher einen Weg, der alle Schwankungen gleichwertig zusammenzufassen gestattet. Auch die mittlere Schwankungsbreite ist kein ausreichendes Maß der Unruhe. Der Grad der letzteren kann ja bei gleicher mittlerer Amplitude sehr verschieden sein, je nach der Zahl der Teilschwankungen, welche auf ein vorgegebenes Zeitelement entfallen. Wir wollen daher mittlere Schwankungsamplitude und Zahl der Teilschwankungen als gleichwertige Bestimmungsstücke der Unruhe ansehen.

Eine in der Zeit veränderliche Größe b sei in rechtwinkeligen Koordinaten (die Zeit t als Abszisse) durch eine ebene Kurve dargestellt, ebenso ihr Mittelwert abschnittweise durch Stücke von Geraden, welche der Zeitachse parallel sind. Diese Kurve b denken wir uns aus dem gebrochenen Zug der Mittelwert-Geraden durch Dehnung entstanden. Jedes Kurvenelement von b setzt sich zusammen aus einem Zeitelement dt in Richtung der Abszisse und einem Schwankungselement db in Richtung senkrecht zur Abszisse. Die Gesamtlänge der Kurve b ist demnach gleich dem entsprechenden Stück der Zeitachse, vermehrt um die Summe der Schwankungselemente senkrecht zur Zeitachse. Letztere Summe wächst sowohl mit der Schwankungsamplitude wie auch mit der Anzahl der Teilschwankungen und stellt uns daher ein strenges Maß der Unruhe anschaulich dar als Verzerrung der schwankungslosen Mittelkurve in die tatsächlich vorgegebene Kurve. Die Unruhe einer durch die Kurve b dargestellten Naturerscheinung wird auf solche Weise durch jene Längenzunahme gekennzeichnet, welche die Mittelkurve (der gebrochene Geradenzug) erfahren müßte, um durch seitliche Ausbiegungen nach oben und unten in die vorgegebene Kurve b übergeführt zu werden.

Rechnerisch stellt sich dieses Maß der Unruhe wie folgt dar:

$$U = \int_0^T \sqrt{1+y'^2}\,.\,dt - T = \frac{1}{2}\int_0^T y'^2\,dt - \frac{1}{8}\,.\int_0^T y'^4\,dt + \frac{1}{16}\int_0^T y'^6\,dt + \ldots$$

soferne $y'^2 < 1$.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mit Hilfe dieser Formel können wir für eine vorgegebene Funktion $y = f(t)$ die Unruhe entsprechend unserer Definition mit beliebigem Genauigkeitsgrade rechnen. Ist y' entsprechend klein oder, was auf dasselbe hinausläuft, die Zeitskale groß genug, so erhält das erste Glied gegenüber den weiterfolgenden ein entscheidendes Übergewicht. Angenähert können wir dann $U = \frac{1}{2}\int_0^T y'^2\,dt$ setzen und kommen so zu einer quadratischen Formel, ähnlich jener, welche Bidlingmaier als Aktivitätsmaß verwendet.

Der etwas umständlichen näherungsweisen Berechnung ziehen wir folgenden Weg vor, der uns mühelos den Wert U, und zwar nicht als Näherungswert, sondern in aller Strenge liefert. Die Zeitskale, nach der die Naturerscheinung aufgezeichnet wird, sei so groß gewählt, daß die einzelnen Schwankungen vollkommen aufgelöst erscheinen, ohne sich zu überdecken. In solchem Falle gelangen wir einfach zu unserer Schwankungssumme U, indem wir abschnittweise die Registrierkurve mit Meßrädchen abtasten und von der so erhaltenen Kurvenlänge das entsprechende Stück der Zeitachse abziehen. Noch einfacher erreichen wir unser Ziel, wenn wir, dem Kurvenverlaufe folgend, abschnittweise die Amplituden aufeinanderfolgender Schwankungen (Unterschiede aufeinanderfolgender Kurvenmaxima und -minima, die Grenzpunkte der Kurve als solche mitzählend) summieren.

Die Schwankungssumme in ihrer bisherigen Form ist insofern noch nicht eindeutig festgelegt, als über die Maßeinheit keine Festsetzung getroffen wurde. Als ungezwungenste Einheit ergibt sich jene Maßeinheit, in welcher die betrachtete Naturerscheinung selbst gemessen wird, also ° C. für Temperatur, *mm* für Luftdruck, *km/h* für Windgeschwindigkeit usw. Durch diese Festsetzung erscheint jede Willkür beseitigt und das Maß der Unruhe kann als in gewissem Sinne absolut gelten.

Die Frage, welche kleinste Amplitudengröße hiebei noch berücksichtigt werden soll, hängt von der Genauigkeit ab, mit welcher eine Naturerscheinung der Messung überhaupt zugänglich ist, wie auch von dem Ziele, das im Einzelfalle gesteckt ist, kann also nicht allgemein beantwortet werden. In vielen Fällen wird an Stelle der wirklichen Registrierkurve mit hinreichender Genauigkeit eine geglättete treten können.

Die oben gegebene Definition der Unruhe läßt sich auch in recht einfacher Weise durch einen mechanischen Zähler verwirklichen, der unmittelbar an jenes Meßgerät angeschlossen werden kann, das die Naturerscheinung selbst aufzeichnet. Es gelingt so, den Verlauf der letzteren und ihrer Unruhe auf demselben Papierstreifen festzuhalten. Bei einem Zusatzgerät zum Böenschreiber, das RegRat Dr. Pircher[1] nach meinen Angaben gebaut hat, wird z. B. nur

[1] Siehe p. 417.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Bewegung der Schreibfeder senkrecht von unten nach oben summiert, also nur die halbe Schwankungssumme als Maß der Böigkeit verwendet.

Vorstehende Überlegungen stammen aus dem Jahre 1923, schon zu Beginn 1924 wurden die ersten Böigkeitsregistrierungen in dieser Weise gewonnen. Im Jahre 1925 sind mir zwei Arbeiten bekanntgeworden, welche sich zum Teil in ähnlicher Weise mit derselben Frage befassen.[1]

Unruhe und auf bestimmte Zeit bezogene Veränderlichkeit.

In der Meteorologie ist eine Größe sehr gebräuchlich, welche zu der eben dargelegten Schwankungssumme in enger Beziehung steht, nämlich die auf eine bestimmte Zeit bezogene Veränderlichkeit, wie Stundenveränderlichkeit, interdiurne Veränderlichkeit usw. beliebiger meteorologischer Elemente. Wählen wir die Zeitelemente, auf welche wir die Veränderlichkeit beziehen, so klein, daß jedes Schwankungsmaximum und jedes Schwankungsminimum auf Grenzpunkte von Zeitelementen fallen, und bilden wir die Summe der eben genannten Veränderlichkeit (wie üblich ohne Rücksicht auf das Vorzeichen) über eine beliebige Anzahl aufeinanderfolgender Zeitelemente, so wird diese mit der über die gleiche Zeitstrecke genommenen Schwankungssumme, dem Maß der Unruhe, identisch. Für die meteorologischen Elemente liegen im allgemeinen Stundenwerte vor, Schwankungen, welche im Innern der Stundenintervalle liegen, treten in den Stundenwerten nicht mehr in Erscheinung. Bilden wir die Summe der vorzeichenlosen Stundendifferenzen, etwa über einen ganzen Tag, so erhalten wir einen Wert, der zwar kleiner ist als die eigentliche tägliche Schwankungssumme U, sich ihr aber gleichzeitig um so mehr nähert, je ruhiger der Verlauf des betreffenden Elementes ist. Neben der Doppeldeutigkeit unseres Unruhemaßes, welches ja Schwankungsamplitude und Schwankungszahl als wesentliche Bestimmungsstücke enthält, muß man sich also gegenwärtig halten, daß aus Stundenwerten abgeleitete Schwankungssummen nur eine untere Grenze als erste Annäherung an die definitionsgemäße Unruhe liefern können.

Luftdruckunruhe.

Ich habe versucht, das Unruhemaß U in der eben besprochenen vereinfachten Art auf ein Element anzuwenden, das einen besonders regelmäßigen Verlauf hat, und gebe im folgenden zu einer ersten Orientierung einige Ergebnisse als vorläufige wieder. Die auf Zehntel-

---

[1] Suminosuke Ono: On the Magnetic Characterization of days and the Variability of Natural Phenomena (An. Rp. C. Met. Obs. Japan for the year 1916) Tokyo 1923, erschienen 1924. — W. J. Witkewitsch: Über mikrothermische Schwankungen (Etudes scient. de l'atmosphère. Obs. Aerologique de Moscou. Fasc. II., 1925).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

millimeter abgerundeten Stundenwerte des Luftdruckes Wien (202 *m*) und Hoher Sonnblick (3106 *m*) der Jahre 1923 bis 1925 liegen den folgenden Untersuchungen zugrunde. In Wien erfolgt die Luftdruckregistrierung mit dem Sprung'schen Wagebarographen, auf dem Hohen Sonnblick mit dem Richard'schen Aneroidbarographen (mittleres Modell). Wir bezeichnen im folgenden die tägliche Schwankungssumme, von welcher allein die Rede sein wird, mit T. S. S. Alle Zahlen bedeuten, sofern nicht anders angegeben ist, Zehntelmillimeter.

Die T. S. S. erweist sich als eine in weiten Grenzen veränderliche Größe, welche vielfach einen über mehrere Tage kontinuierlichen Verlauf zeigt, oft aber auch von Tag zu Tag beträchtlich steigt oder fällt. Man hat den Eindruck, daß es sich um eine Art Schwingung längerer Periode handelt, welche von kürzerperiodischen, stärker veränderlichen Schwankungen überlagert ist. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß diese Schwankungen sowohl nach Größe aufeinanderfolgender Amplituden, als auch nach der Periode ihres Ablaufes zeitweise große Regelmäßigkeit zeigen und eine Art innerer Kohärenz vermuten lassen. Betrag und Periode der Änderung weisen dagegen untereinander nur im Gesamtmittel einen einigermaßen klaren (linearen) Zusammenhang auf.

Unruhe und tägliche Schwankungssumme.

Um ein ungefähres Bild zu gewinnen, wie weit die T. S. S. gegen den wahren *U*-Wert zurückbleiben, habe ich aus den drei Jahren für Wien 120 Tage so ausgewählt, daß sie den Bereich von T. S. S. einigermaßen gleichförmig überdecken, und habe die *U*-Werte unmittelbar nach den Sprungregistrierungen mit freiem Auge nach Zehntelmillimetern abzuschätzen versucht. Ich erhielt folgende Differenzen. Unter △ ist die mittlere Abweichung des Einzelwertes vom Stufenmittelwert angegeben.

T. S. S.-Stufe . .	—20	—30	—40	—50	—60	—70	—80	—90	—100
U—T. S. S. (Mittelwert) in Prozenten der Stufe	25	40	30	26	23	20	16	14	13
△ in Prozenten der Stufe	± 25	± 23	± 15	± 10	± 9	± 17	± 10	± 12	± 9

T. S. S.-Stufe	—110	—120	—130	—140	—150	—160	—170	—180
U—T. S. S. (Mittelwert) in Prozenten der Stufe	12	11	(9)	(8)	(7)	(4)	(3)	(2)
△ in Prozenten der Stufe	± 8	± 13	—	—	—	—	—	—

Ein richtiges schätzungsweises Erfassen der kleinsten Schwankungen begegnet einigen Schwierigkeiten und ist nicht frei von Willkür. Ungleiches Vorgehen in dieser Richtung nach Verschiedenheit der Person, der Zeit, auch der Form der Registrierkurve je nach Empfindlichkeit des Instrumentes, mit dem die Aufzeichnungen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

erfolgen, kann die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sehr in Frage stellen. Es empfiehlt sich daher mehr, den Kurvenverlauf nur nach Schnitten mit einem genügend eng gewählten Koordinatennetz zu beurteilen. Nach obiger Zusammenstellung geben im Falle des Luftdruckes bei relativ empfindlicher Registrierung schon Stundenintervalle U in richtiger Größenordnung wieder, wenn man den Stufen unter 50 etwa 30%, von 50 bis 90 etwa 20%, 90 bis 130 etwa 10%, darüber 5% ihres Wertes zuschlägt. Um die Genauigkeit zu vergrößern, könnte man allenfalls, und zwar höchstens noch auf Halbstundenintervalle herabgehen. An den weiter unten mitgeteilten Werten T. S. S. ist eine Reduktion auf wahre U nicht vorgenommen worden.

Monatsmittelwerte der täglichen Schwankungssumme.

Die Tabelle auf p. 139 enthält die mittleren T. S. S. für die einzelnen Monate 1923 bis 1925. Im Mittel über diese drei Jahre ergibt sich in 200 *m* wie in 3000 *m* Höhe ein stark ausgeprägtes Wintermaximum und Sommerminimum (Juli), daneben treten an beiden Beobachtungsorten sekundäre Maxima (April, August) und Minima (März, September) in den Übergangsjahreszeiten auf. Der Quotient T. S. S. Wien : T. S. S. Sonnblick läßt im Mittel über die drei Jahre einen schwach ausgeprägten jährlichen Gang in dem Sinne erkennen, daß die Unruhe in Bodennähe verglichen mit jener in 3000 *m* Höhe in der kalten Jahreszeit etwas unter, in der warmen eher etwas über dem Mittelwert liegt. Letzterer beträgt 1·62, mit einer mittleren Abweichung der dreijährigen Monatsmittel von 0·063. Er ist also merklich größer als dem Verhältnisse des mittleren Luftdrucks unten und oben (1·43) entsprechen würde. Bildet man die T. S. S.-Quotienten nicht für die dreijährigen Mittel, sondern durch Verbindung entsprechender Monatsmittelwerte der einzelnen Jahre, so so erhält man, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, eine stark veränderliche Größe, welche zwischen den äußersten Grenzen 1·99 und 1·32 schwankt, gelegentlich also auch unter den Wert sinkt, der dem Luftdruckverhältnis entspricht. Letzteres erweist sich, übrigens auch für die einzelnen Monatsmittelwerte gebildet als kaum veränderlich. Die Amplitude des T. S. S.-Quotienten erreicht bis über 40% des Mittelwertes. Die einzelnen Schwankungen lassen in den Jahren 1924 und 1925 einen etwa 5- bis 6-monatigen Rhythmus (Abstand aufeinanderfolgender Maxima sowie jener der Minima: kleinster 4, größter 7 Monate) erkennen, der im Jahre 1923 gestört erscheint. (Vgl. die Figur).

Das Jahr 1924 weist den niedrigsten Jahresmittelwert von T. S. S. auf, und zwar übereinstimmend in Wien und auf dem Hohen Sonnblick, es ist in der ersten Hälfte etwas unruhiger, in der zweiten Hälfte, und zwar namentlich vom Oktober an, viel ruhiger als dem Mittel aus den drei Jahren entspricht. Der T. S. S.-Verlauf der einzelnen Jahre ist derart verschieden, daß ihre Zusammenfassung ein nur wenig verläßliches Bild ergeben kann, das

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle.

Luftdruck	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Monatsmittelwerte der tägl. Schwankungssumme													
Wien 1923 ..	77·1	49·6	47·6	54·5	59·9	53·9	49·9	66·1	55·9	65·6	74·0	71·5	60·47
detto 1924	62·3	63·0	53·7	62·9	56·9	48·2	52·7	49·6	53·2	44·6	47·5	48·1	53·56
1925 ..	49·9	58·0	57·0	59·0	49·0	48·4	46·0	55·6	56·3	61·9	67·1	79·4	57·30
Monatsmittelwerte der tägl. Schwankung.													
Hoher Sonnblick 1923. ..	43·1	33·1	28·8	35·7	32·5	33·3	27·4	33·2	37·0	39·8	46·2	41·4	35·96
detto 1924 . ..	47·1	39·2	28·2	38·3	31·8	32·2	34·1	32·5	30·6	26·5	30·9	32·8	33·68
1925..... ..	32·1	40·2	35·8	34·7	30·7	31·1	29·0	36·5	33·8	35·0	48·8	48·4	36·34
Monatsmittelwerte der Tagesamplitude													
Wien 1923..... ..	59·1	34·4	33·1	41·3	36·0	36·7	29·0	46·5	35·6	43·6	58·0	54·1	42·28
detto 1924.. .	51·3	51·2	35·4	48·5	34·1	31·7	33·1	32·3	31·6	30·8	31·3	34·5	37·15
» 1925.....	32·4	37·1	40·5	37·7	26·5	30·1	27·2	38·6	36·8	46·1	50·4	55·8	38·27
Monatsmittelwerte der Tagesamplitude													
Hoher Sonnblick 1923.	35·2	25·3	22·4	27·8	24·2	27·1	17·4	23·9	23·4	31·9	38·6	29·5	27·23
detto 1924..	36·3	30·9	18·8	28·7	19·0	23·2	24·3	22·7	20·3	18·3	19·9	25·6	24·00
» 1925.....	21·4	30·0	22·5	25·6	19·3	19·9	19·9	25·6	23·0	25·0	38·2	32·8	25·27
Quotient der Monatsmittelwerte der tägl. Schwankungs- Wien / Hoher Sonnblick 1923.. .	1·79	1·50	1·65	1·53	1·84	1·62	1·82	1·99	1·51	1·65	1·60	1·73	1·69
1924.... ..	1·32	1·61	1·90	1·64	1·79	1·50	1·55	1·53	1·74	1·68	1·54	1·47	1·61
1925..	1·55	1·44	1·59	1·70	1·60	1·50	1·59	1·52	1·67	1·77	1·37	1·64	1·58

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vorliegend verarbeitete Material ist eben zu spärlich, um ein bestimmtes Urteil zuzulassen. Nimmt man aber das Wintermaximum und Sommerminimum als sichergestellt an — die Antwort auf diese Frage sei umfassenderen Untersuchungen vorbehalten —, so gewinnt man den Eindruck, daß die Unruhe in der Zeit etwa Juni 1924 bis etwa Juli 1925 unternormal war.

Dieser Umstand mag es rechtfertigen, wenn ich, ohne im übrigen den Boden des Tatsächlichen zu verlassen, darauf hinweise, daß die Auswahl der Jahre 1923 bis 1925 mit besonderer

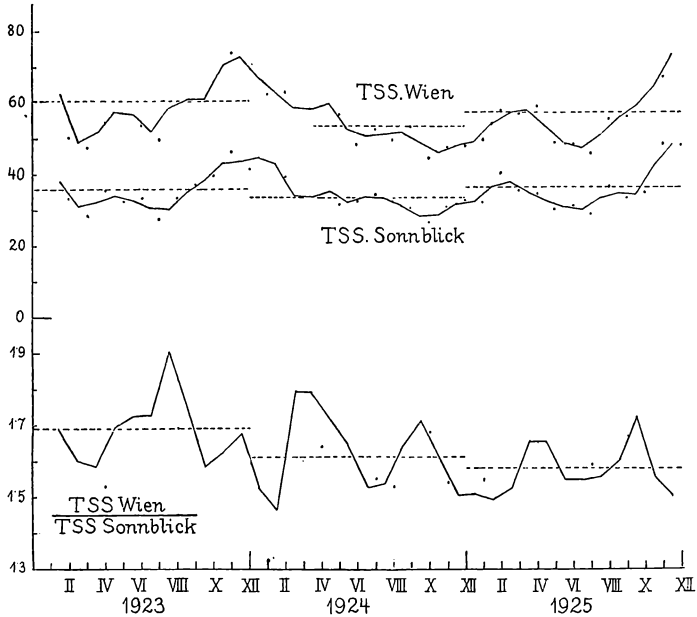

Fig. 1.

Absicht getroffen wurde. In unseren Breiten, wo die atmosphärische Zirkulation so verwickelter Art ist und ortsfremde Einflüsse sehr zur Geltung kommen, dürften sich meteorologische Zusammenhänge mit der Sonnentätigkeit an der Hand der Veränderlichkeit meteorologischer Elemente leichter nachweisen lassen als an den Elementen selbst. Irrtümlich hatte ich 1924 als Minimumsjahr der Sonnenflecken-Relativzahlen angenommen. Einer Arbeit von A. Wolfer[1] entnehme ich als wahrscheinlichsten Wert der Minmumsepoche 1923·6. Doch bemerkt der Verfasser ausdrücklich, daß 1923 nicht den Charakter eines ausgesprochenen Minimumsjahres hatte, wie etwa 1901 und 1913, und daß er sich neben anderen Erwägungen besonders durch die Verteilung der aufeinanderfolgenden Teilminima bestimmen ließ obigen Zeitpunkt als den wahrscheinlichsten anzunehmen. Die Teil-

A. M. Nr. CXIV.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

minima fielen auf 17. Februar bis 15. März, Juli und August 1923; 6. Jänner bis 13. Februar und nach geringer vorübergehender Tätigkeitszunahme zu Ende Februar, nochmalige durch kurze Fleckenbildungen unterbrochene Minimalperiode Anfang März bis Mitte April 1924, wobei die erstere Periode 6. Jänner bis 13. Februar 1924 als längste fleckenlose Zeit dieses Minimums erscheint. Durch Ausdehnung der vorliegenden Untersuchung auf das letztvorausgegangene Fleckenmaximum soll versucht werden, dieser Frage näherzutreten, dies um so mehr als die vereinfachte Art der Summenbildung mit Monatsintervallen, auf den jährlichen Gang meteorologischer Elemente angewendet, ähnliche Zusammenhänge anzudeuten scheint.

Tägliche Schwankungssumme und Tagesamplitude der Luftdruckschwankung.

Um einen Vergleich zu ermöglichen, habe ich die Monatsmittelwerte auch für die Tagesamplitude der Luftdruckschwankung berechnet und in die Tabelle auf p. 413 aufgenommen. Ihr Verlauf schließt sich jenem der T. S. S. ziemlich gut an. Eine stufenweise Zuordnung von Tagesamplitude und Schwankungssumme liefert im Mittel über alle Wertepaare der drei Jahre für den Sonnblick folgendes graphisch ausgeglichenes Bild.

Tagesamplitude a..	4	8	10	20	30	40	50	60	70	80
T. S. S.	12	20		31	39	47	56	64		81

Bei $a = 8$ erreicht der Unterschied T. S. S.—a ein Maximum und nimmt gegen kleinere a sehr schnell, gegen größere langsam, nach beiden Seiten angenähert linear ab. T. S. S. über 75 sind schon der Tagesamplitude gleich. Die relative Schwankung der T. S. S.

$$\left(\frac{\text{T. S. S. max.—T. S. S. min.}}{\text{Mittelwert T. S. S. der Stufe}}\right)$$

nimmt mit wachsenden Stufen der Tagesamplitude von 0·8 bei $a = 5$ auf 1·6 bei $a = 20$ zu und fällt angenähert linear auf etwa 0·2 bei $a = 50$. Die Streuung der Werte ist sehr groß.

Abschließend fassen wir die Hauptergebnisse vorliegender Arbeit kurz zusammen in:

1. Ableitung eines einfachen, allgemen anwendbaren, von Willkür freien Maßes der Unruhe.

2. Abgrenzung der definitionsgemäßen Unruhe gegenüber der auf bestimmte Zeit bezogenen Veränderlichkeit.

3. Abschätzung des Genauigkeitsgrades, mit welchem eine vereinfachte Summenbildung in einem besonderen Falle an Stelle der wahren Unruhe treten kann.

4. Ableitung der Monatsmittelwerte der täglichen Schwankungssumme des Luftdruckes für Wien und Hohen Sonnblick, nach

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

welchen einerseits für die Jahre 1923 bis 1925 eine das Luftdruckverhältnis übersteigende, zeitlich stark schwankende Abnahme der Unruhe mit der Höhe und anderseits mit einiger Wahrscheinlichkeit eine merklich unternormale Luftdruckunruhe im zweiten Halbjahr 1924 und ersten Halbjahr 1925 anzunehmen ist.

5. Ableitung und Vergleich der Monatsmittelwerte der Tagesamplitude des Luftdruckes mit den täglichen Schwankungssummen.

Vollkommen außer Betracht blieb die rein statistische Verarbeitung der täglichen Schwankungssummen nach Betrag und Periode ihrer Änderung. Der Bereich, welchen die Werte der täglichen Schwankungssummen überdecken, reicht für Wien (Sonnblick) von 18 (8) bis 180 (96) und hat ein Häufigkeitsmaximum zwischen 40 bis 50 (20 bis 30). Letzteres teilt den Bereich im Sinne steigender Werte im Verhältnisse 1 : 3·8 (1 : 3·5), wodurch sich ein Überwiegen kleinerer Werte deutlich kundgibt. Schon die besondere Definition der Unruhe bedingt es, daß eine solche Größe weniger für die seltenen gewaltigen Luftbewegungen der großen Zirkulation als vielmehr für die zahlreichen kleinen, also gewissermaßen für das Feingefüge der Luftbewegung, bedeutend sein kann. Auf eine statistische Verarbeitung soll an anderer Stelle eingegangen werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: 135_2a

Autor(en)/Author(s): Kofler Martin

Artikel/Article: Eine einfache Definition der Unruhe einer Naturerscheinung. Mit einer vorläufigen Mitteilung: Über die Luftdruckunruhe als Anwendung. 407-416