

Brèves communications - Kurze Mitteilungen Brevi comunicazioni - Brief reports

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. — Für die kurzen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. — Per le brevi comunicazioni è responsabile solo l'autore. — The editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

Stratosphärische Wellenvorgänge als Ursache der Witterungssingularitäten

Die Frage nach den Ursachen der Singularitäten im Witterungsverlauf ist bisher nur selten über allgemeine Vermutungen hinaus behandelt worden. SCHMAUSS hatte schon in seiner ersten Arbeit¹ die Ausbrüche arktischer Kaltluft in die niedrigen Breiten in ihrer Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung als Beispiele kalendermäßig gebundener Wetterlagen² dargestellt. Ähnliches gilt auch von den als «Sommermonsun» bezeichneten Meereslufteinbrüchen in das überhitzte Festland. So sehr diese rein thermische Erklärung einleuchtet und sicher auch einen wesentlichen Anteil am Zustandekommen des normalen jährlichen Witterungsablaufes hat: als allgemeine Erklärung für alle Witterungssingularitäten reicht sie nicht aus, wie bereits mehrfach betont wurde^{3,4}. Nachdem wiederholt unabhängig voneinander die Existenz von Symmetriepunkten im Singularitätenkalender nachgewiesen worden war⁵ — SCHMAUSS, 1929, SPRINGSTUBBE, 1934, FLOHN, 1940, und MÜLLER-ANNEN, 1941 — setzte sich mehr und mehr die Erkenntnis vom Wellencharakter der Singularitäten durch, auf die außer SCHMAUSS auch LETTAU⁶ schon 1931 hingewiesen hatte. Insbesondere die mit dem Aufbau und Abbau der quasistationären «steuernden» Hochdruckgebiete verbundenen Großwetterumstellungen, die im Einzelfall so oft kalendermäßig gebunden auftreten, hängen mit großräumigen Schwingungsvorgängen zusammen, die von WEICKMANN und seinen Schülern in zahlreichen Einzeluntersuchungen erforscht wurden.

Wenn nun *Wellenvorgänge* an der Entstehung der *Witterungssingularitäten* beteiligt sein sollen, dann ist hierzu nicht nur notwendig, daß Wellen und Singularitäten überhaupt existieren, sondern daß auch die im *Einzelfall auftretenden Wellen bzw. Spiegelungspunkte kalendermäßig gebunden sind*. Das ist aber nur vorstellbar, wenn die dominierenden Wellen selbst — wenn auch mit sehr starken Schwankungen ihrer Amplitude, viel-

leicht sogar ihrer Phase — durchhalten und so immer wieder zu Schwingungen führen, die zu bestimmten Kalenderterminen in gleicher oder doch ähnlicher Form auftreten. In einer allgemein-verständlichen Darstellung der Grundlagen der Klima- und Wetterkunde gibt WEICKMANN¹ die Symmetrieescheinungen im Luftdruckverlauf der 8 Winter 1922–30 in Leipzig wieder. Wir können die Winter 1941–44 sowie 1946/47 hinzufügen, und erhalten in diesen 12 Wintern folgende Symmetriepunkte: 15., 16., 20., 21., 22., 24., 25., 26., 27., 30. Dezember, 2. und 15. Januar. Der «kollektive» Winterspiegelungspunkt für den Zeitraum 1901–15 liegt gleichfalls am 21. Dezember; daneben tritt bei zyklonalen Wetterlagen auch noch ein (sekundärer?) Spiegelungspunkt am 13. Januar auf². Auch bei dem — die Stärke der Zonalzirkulation für Europa wiedergebenden — Luftdruckgradienten St. Mathieu–Lerwick findet SCHMAUSS bei Untersuchung der Einzelfälle eine immerhin beachtliche Symmetrie zum 21. Dezember³ sowie eine wesentlich bessere zum 21. Juni. Zugleich ergab sich eine Art Fernbindung dieser beiden Spiegelungspunkte untereinander, die man sich zwar nicht allzu eng vorstellen darf, die jedoch die Existenz jahreszeitlich verankerter Wellen bestätigt. In einer neueren Untersuchung des Luftdruckganges in 3000 m Höhe (Zugspitze) findet SCHMAUSS⁴, daß in jedem Einzeljahr 1901–35 ein derartiger Spiegelungspunkt im Sommer wie im Winter auftritt — hier allerdings wegen der Höhenlage und des thermischen Einflusses erheblich verspätet; die übrigen Singularitäten ließen sich im Gegensatz zu den Spiegelungspunkten nicht in jedem der 35 Jahre mit Sicherheit wiedererkennen. Der Eintrittstermin der beiden Spiegelungspunkte schwankt maximal um 8 Tage (Sommer) und 12 Tage (Winter); die mittlere Streuung beträgt nach den angegebenen Daten nur 1,5 bzw. 2,1 Tage. Dabei ist es besonders beachtlich, daß in 55 % aller Fälle der Winterspiegelungspunkt in einem kontinentalen Hochdruckgebiet liegt; der gesamte antizyklonale Anteil der Wetterlagen liegt mit 78 % höher als an jedem anderen Wintertage. Es handelt sich dabei offensichtlich um eine *Spiegelung bestimmter Großwetterlagen*, wie im einzelnen näher begründet wird.

Bei der Verwendung von Rhythmen zur Großwettervorhersage ergibt die Erfahrung, daß viele Rhythmen in der freien Atmosphäre, etwa im Niveau der 500-mb-Fläche, klarer und ungestörter auftreten als am Boden. Es handelt sich vielfach um «steuernde» Wellen, wie sie SCHMIEDEL⁵ näher untersucht hat. Für die Singularitäten haben sich schon öfters die Bergstationen als geeignetes Untersuchungsobjekt erwiesen. So mehren sich die Hinweise, daß der Sitz derjenigen Wellen, die den Großwetterablauf steuern und mit ihrer kollek-

¹ A. SCHMAUSS, Dtsch. meteorol. Jb., Bayern 1928, Anhang B.

² Der Begriff «Wetterlagen» darf in diesem Zusammenhang nicht allzu eng definiert und verstanden werden. Wenn man 15 oder noch mehr verschiedene Großwettertypen unterscheidet⁶, dann ist es kaum mehr möglich, bei diesen Singularitäten aufzufinden, da der einzelne schon recht spezielle Typ nur noch selten vorkommt. Aber eine typische Hochdrucksingularität für den größten Teil Mitteleuropas ist nicht an das Auftreten eines Zentralhochs über dem gleichen Gebiet gebunden: der Hochkern kann auch über Osteuropa, über Südkandinavien (Ostlage) oder über den Alpen (nördliche Westlage) liegen; es kann sich auch um eine langgestreckte zonale Hochdruckbrücke Azoren–Rußland handeln. Legt man solche Zusammenfassungen zugrunde, dann findet man sehr charakteristische Singularitäten, wie bereits⁷ gezeigt wurde.

³ H. FLOHN, Naturwissenschaften 1942, 718–728; «Witterung und Klima in Deutschland», Forsch. z. Dtsch. Landeskunde 41 (1942).

⁴ W. LAUN, Z. angew. Met. 305–309 (1943); 82–83 (1944).

⁵ H. LETTAU, Veröff. Geophys. Inst. Leipzig 5, 107–167 (1931).

⁶ F. BAUR, P. HESS und H. NAGEL, Forsch. und Erf. Ber. RDW., Reihe B, Nr. 12, (1943).

⁷ Zentrale Wetterdienstgruppe, «Die Großwetterlagen Mitteleuropas I, II», Potsdam 1944.

¹ L. WEICKMANN in: «Klima – Wetter – Mensch», hg. von R. WOLTERECK (1938), Abb. 44.

² H. FLOHN, Naturwissenschaften 1942, 718–728; «Witterung und Klima in Deutschland», Forsch. z. Dtsch. Landeskunde 41 (1942).

³ A. SCHMAUSS, Met. Z. 89–99, 140–149 (1940).

⁴ A. SCHMAUSS, Abh. Bayr. Akad. Wiss., Math. Nat. Kl., N. F., Heft 53 (1943).

⁵ H. SCHMIEDEL, Veröff. Geophys. Inst. Leipzig 9, 1–102 (1937).

tiven Verankerung im Kalender die Singularitäten der Witterung erzeugen, in höheren Luftschichten zu suchen ist. Diese Frage ist in den letzten Jahren, nachdem regelmäßig Wetterkarten höherer Schichten (bis über 20 km Höhe hinaus) gezeichnet werden konnten, weiter gefördert worden. SCHERHAG hat¹ auf die Existenz einer etwa 30tägigen Welle in der Hochstratosphäre im Winter 1941/42 hingewiesen, die sich mit abnehmender Amplitude den ganzen Sommer über hielt und auch im Winter 1942/43 deutlich auftrat. Ebenso erschien sie im Winter 1943/44 von neuem. Sie kommt im kollektiven Verlauf der Singularitäten besonders gut heraus². Mit einer solchen kollektiven 30,5tägigen Welle hängt das Auftreten von antizyklonalen Witterungssingularitäten jeweils um den 21. der Monate November, Dezember, Januar, Februar und März zusammen. Diese Singularitäten traten in den Wintern 1941–44 recht deutlich auf; SCHERHAG wies bereits auf die zugehörigen Maxima in Nähe der Solstitien (20. Dezember 1941, 21. Juni 1942, 24. Dezember 1942; hinzu tritt der 27. Dezember 1943) hin. Die nähere Untersuchung durch R. SCHERHAG, H. LETTAU, F. LEYOLDT und der Verfasser zeigte, daß ihre Amplitude, gemessen an der absoluten Topographie, d. h. der Höhenlage bestimmter Isobarenflächen, im allgemeinen mit der Höhe wuchs, so daß der Sitz dieser Schwingungen offenbar in großen Höhen zu suchen war. Auch in einer neuesten Untersuchung von NITSCHÉ³ wird für eine 18tägige Schwingung im Frühjahr 1944 die Abhängigkeit der Welle von der Höhe bei zwei Stationen (Berlin und Hanstholm) geprüft. Ein strenger Vergleich der Amplituden erfordert zunächst eine Umrechnung auf Druckschwankungen im mittleren Niveau jener Isobarenflächen. Diese Druckschwankungen muß man wieder in Beziehung setzen zum mittleren Luftdruck in jener Höhe, denn 1 mb Schwankung bedeutet natürlich am Boden, also bei einem Luftdruck von 1000 mb, etwas ganz anderes als im Niveau von 100 mb (etwa 16 km Höhe). Berechnet man auf diese Weise die relative Schwingungsweite der Luftdruckschwankungen in verschiedenen Höhen in Prozent der Schwankung am Boden, so erhält man folgende Werte:

Höhe Luftdruck	0 1000	5 500	11 225	16 96	21 km 41 mb
32tägige Welle 1943/44 ...	10,0 mb = 100	160	221	200	254 %
30tägige Welle 1941/42 ...	16,2 mb = 100	156	214	299	455 %
18tägige Welle 1944	100	137	178	75	%
16tägige Welle 1943/44 ...	12,5 mb = 100	133	169	115	98 %

Die Genauigkeit der Radiosondenaufstiege reicht aus, um jedenfalls die Richtung der Änderung mit der Höhe wiederzugeben; auf die Absolutbeträge darf kein allzu hoher Wert gelegt werden. Im Winter 1941/42 handelt es sich um die von SCHERHAG⁴ erwähnte 30tägige Welle

über Helsinki, wobei allerdings die Amplituden nicht durch eine zeitlich exakte Analyse der Welle gewonnen wurden, sondern durch Mittelung der zeitlich ziemlich stark variierenden Extremwerte. Legt man die Werte der harmonischen Analyse zugrunde, so erhält man für die 30tägige Welle in 21 km Höhe eine relative Amplitude von 196% des Bodenwertes, jedoch für eine auch hier gleichzeitig auftretende 15tägige Oberschwingung nur 79%. Dagegen handelt es sich bei der Welle von 1943/44 über Berlin, deren Periode von 30 Tagen im Winter auf 32 Tage im Sommer anwuchs – ähnlich wie 1942 von 30 auf 36 Tage –, um einen exakten Mittelwert über sechs volle Perioden, nach dem einfachen Rechenverfahren von DEFANT. Die Rechenergebnisse für die Wellen des Winters 1942/43 sind leider verlorengegangen, im Winter 1944/45 konnte ihr Auftreten mangels genügenden Beobachtungsmaterials nicht näher verfolgt werden. Damit ist der Beweis geliefert, daß die Amplitude einer der wichtigsten steuernden Wellen, die den Großwetterablauf des Winters beherrscht und derart häufig wiederkehrt, daß sie auch im langjährigen Mittel Witterungssingularitäten verursacht, mit der Höhe bis über 20 km hinaus ständig anwächst. Man wird daher wohl die Vermutung als begründet annehmen dürfen, daß der Sitz der 30,5tägigen kollektiven Welle in der Hochstratosphäre oberhalb 20 km Höhe zu suchen ist, während andererseits eine etwa 15tägige, weit weniger regelmäßig auftretende Welle ihre maximale Amplitude im Tropopausenniveau hat, ebenso auch eine 18tägige. Ob man die 15tägige Welle, die offenbar physikalisch reell und nicht nur ein Rechenergebnis der harmonischen Analyse ist, mit SCHERHAG als rein troposphärisch ansehen kann, läßt sich mit guten Gründen bezweifeln. Ihr Sitz in der Tropopausenregion liegt in der gleichen Höhe wie die maximale (wettermäßige) interdiurne Veränderlichkeit. An der Entstehung der Singularitäten scheint sie jedenfalls in geringerem Maße beteiligt zu sein als die 30tägige. Eine synoptische Darstellung der räumlichen Verteilung dieser Wellen nach Amplitude und Phase in den verschiedenen Höhenstufen dürfte sich wohl lohnen und die Frage nach den eigentlichen physikalischen Ursachen vertiefen. Aus der vertikalen Verteilung der Phasen folgert NITSCHÉ¹, daß die Bodenwelle unabhängig von der Höhenwelle, ja ihr entgegengesetzt verläuft, und schließt daher auf eine Erzeugung der westwärts wandernden Bodenwelle durch periodisch wiederkehrende Kaltluftausbrüche, die ihrerseits sekundär ostwärts wandernde Tropopausenwellen hervorruft. Hierfür könnte ein eigenartiges Minimum der Amplituden in 900 mb (rund 1000 m) sprechen, dessen Realität jedoch einer eigenen Nachprüfung nicht standhält. Erst eine räumliche Analyse der Welle in allen Höhen könnte einen ausreichenden Beweis für diese physikalisch schwer zu deutenden Schlußfolgerungen, insbesondere die entgegengesetzte Zugrichtung der beiden Wellen, beibringen.

Dieser Nachweis von hochstratosphärischen Wellen als Ursache der Singularitäten wird noch erheblich gestützt durch die Entdeckung von langperiodischen Schwingungen, Symmetriepunkten und Singularitäten im Verlauf der Ozonmenge, die wir F. W. P. GÖRTZ² (Arosa) verdanken. Er fand eine Anzahl uns wohlvertrauter Perioden, insbesondere solche von 10, 15, 20, 24, 27 (Sonnenrotation!), 37 und 36 Tagen. Die Spiegelungs-

¹ R. SCHERHAG, Forsch. u. Erf. Ber. d. RWD., Reihe B, Nr. 11 (1943).

² H. FLOHN, Naturwissenschaften 1942, 718–728; «Witterung und Klima in Deutschland», Forsch. z. Dtsch. Landeskunde 41, (1942).

³ H. NITSCHÉ, «Sequenzen im Luftdruckgang», Diss. Leipzig 1946 (unveröff.).

⁴ R. SCHERHAG, Forsch. u. Erf. Ber. d. RWD., Reihe B, Nr. 11 (1943).

¹ H. NITSCHÉ, «Sequenzen im Luftdruckgang», Diss. Leipzig 1946 (unveröff.).

² F. W. P. GÖRTZ, Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 87–88 (1943); Vjschr. Naturf. Ges. Zürich 250–264 (1944).

punkte im Ozongang fallen auf wohlbekannte Witterungssingularitäten, z. B. 13. Januar, 23. Januar, 20. März, 16. Juni, 24. Juli, 15. August, 26. Dezember. Damit wird der Sitz unserer kollektiven 30,5tägigen Welle und zugleich der wichtigsten Singularitäten in der Hochstratosphäre bestätigt und die Ozonschicht in 20–30 km Höhe rückt in das unmittelbare Interesse der mit Wellenvorgängen arbeitenden Mittelfristvorhersage.

Gewiß setzen die Schwingungsvorgänge in allen Höhen praktisch gleichzeitig ein – auch in der Ozonschicht, worauf Götz¹ hinweist –, so daß durch die Betrachtung der höheren Schichten kein unmittelbarer prognostischer Zeitgewinn zu erzielen ist. Aber die Wellen kommen viel klarer und deutlicher heraus, während sie am Boden durch den (nicht völlig zu unterschätzenden) statischen Druckeinfluß der sekundär gesteuerten Luftmassenverschiebungen der unteren Troposphäre z. T. kompensiert, z. T. verzerrt werden.

Eine weitere Stütze dieser Welleneigenschaft der Singularitäten dürfen wir in dem Nachweis erblicken², daß wichtige Hochdrucksingularitäten im Herbst – rund 7.–11. September, 24.–29. September, 12.–15. Oktober – in verschiedenen Gebieten der Nordhalbkugel (Osten der USA., Mittel- und Osteuropa, Ostasien) in gleicher Weise auftreten. Für die Altweibersommerlage Ende September ließ sich das Auftreten eines meridionalen Zirkulationstyps auf der ganzen Nordhalbkugel nachweisen; dabei fanden wir quasistationäre warme Hochdruckwellen über den Oststaaten der USA., über dem europäischen Rußland und auf dem Nordpazifik, und entsprechende Tiefdrucktröge über dem Mississippigebiet, Westeuropa und zwischen Kurilen und Philippinen. Diese auch im Einzelfall häufig – mit geringen räumlichen Schwankungen – nachzuweisende synoptische Situation zeigt also im räumlichen Bild deutlich den Charakter von stehenden bzw. nur langsam ostwärts wandernden Schwingungen, wie sie etwa dem Typus IV, Klasse 3 (oder 4?) der uniparen Wellen nach MARGULES entsprechen (vgl. bei LETTAU³). Auf der rotierenden Erde ergäbe sich – ohne Berücksichtigung der Reibung und der zonalen Grundströmung – für sie eine Schwingungsdauer von rund 18 Tagen⁴, was genau dem Abstand der mittleren Daten der oben erwähnten Hochdrucksingularitäten entspricht.

Die Existenz «kollektiver» Wellen, die in nahezu gleicher Phase, wenn auch mit wechselnder Amplitude jährlich wiederkehren und so maßgebend bei der Entstehung von Witterungssingularitäten beteiligt sind, erfordert entweder die Annahme einer alljährlich quasi regelmäßig wiederkehrenden Auslösung – wobei jedoch die Gleichheit der Phase nur schwer zu erklären wäre – oder die der Persistenz der Welle, wenn auch mit stark abgeschwächter Amplitude. Die Erfahrungen der Sommermonate 1942 und 1944 legen letztere Annahme nahe, wenn man auch mit einer geringen, wohl thermisch begründeten Vergrößerung der Periode im Sommer rechnen muß. Das Spektrum aller vorkommenden Wellen läßt wohl keine nur irgend denkbare Periodenlänge aus. Aber es lassen sich doch eindeutig Häufungspunkte erkennen, von denen außer der bekannten 5–6tägigen Periode die von 12–13 Tagen, 18, 20, 24, 30 und 36 Ta-

gen (runde Zahlen) erwähnt seien (vgl. auch BAUR¹)². Weshalb treten diese Perioden immer wieder auf? Die Annahme liegt nahe, daß es sich um Eigenschwingungen der Erdatmosphäre handelt, wie es z. B. LETTAU³ an Hand der MARGULESSchen Theorie für die 36tägige Schwingung nachgewiesen hat. Jedoch müßte diese Rechnung, die auf der Annahme einer überall isothermen Atmosphäre beruht, noch einmal mit solchen Voraussetzungen wiederholt werden, die der Wirklichkeit näher kommen und zugleich die Anfangsbedingungen einschränken (Existenz einer zirkumpolaren Westdrift, nicht aber zwei Hauptfrontalzonen, jahreszeitliche Temperaturänderungen). WAGEMANN⁴ hat über eine derartige Rechnung, der eine zonale Grundströmung zugrunde liegt, ganz kurz berichtet. Wenn kollektive persistente Wellen existieren und im langjährigen Mittel zu Witterungssingularitäten führen sollen, dann müssen sie außerdem in einem rationalen Verhältnis zur Jahreslänge stehen, wie wir bereits eingangs erwähnt haben. Wenn wir die einfachen Teiler der Jahreslänge von 365,24 Tagen ermitteln, dann ergeben sich folgende Reihen. (Die Werte, in deren Nähe auffällige Häufungen von Wellenlängen liegen, sind in Schrägschrift gedruckt.)

365,24	182,62 (2)	91,31 (4)	45,65 (8)	22,85 (16)
	121,75 (3)	60,88 (6)	30,44 (12)	15,22 (24)
		40,58 (9)	20,29 (18)	10,15 (36)
	73,05 (5)	36,52 (10)	18,26 (20)	
		24,35 (15)	12,18 (30)	

Wir sehen, daß gerade die einfachen rationalen Teiler der Dreier- und Fünferreihen (warum auch nicht der Zweierreihen?) bevorzugt auftreten. Es handelt sich also offenbar bei unseren kollektiven Wellen um solche Schwingungen, die einmal wegen ihrer Verwandtschaft mit Eigenschwingungen der Atmosphäre und zweitens wegen der einfachen Beziehung zur Jahreslänge, d. h. zur periodischen Wiederkehr gleicher Strahlungsverhältnisse häufiger auftreten als die übrigen regellos über das gesamte Spektrum verteilten Wellenlängen. Die Atmosphäre mit den ihr eigenen Rhythmen siebt offenbar die zahllosen möglichen Schwingungen aus und bevorzugt einzelne Gattungen; von diesen können sich im kollektiven Mittel nur diejenigen durchsetzen, die in einem einfachen Teilverhältnis zur Jahreslänge stehen. Damit können also die Singularitäten aufgefaßt werden als *höhere Oberschwingungen der Jahresperiode*⁵.

¹ Die Polemik BAURS² gegen den behaupteten Zusammenhang zwischen Wellen und Singularitäten geht an der Tatsache vorbei, daß die tatsächlich auftretenden Wellen keinesfalls auf ganzzahlige, diskrete Periodenlängen beschränkt sind; die Singularitäten erzeugenden Wellen werden als statistische Mittelwerte fast immer gebrochene Periodenlängen haben. Ob z. B. im Einzelfall eine 3–4 Perioden lang dominierende Welle nun eine Länge von 18 oder 19 Tagen hat, ist nicht eindeutig zu entscheiden: beide Ziffern stellen nur Näherungswerte dar, und geringe Schwankungen in der Periodenlänge einer persistenten Welle werden immer wieder beobachtet. Daß die Höchst- und Tiefstwerte des Luftdrucks in jedem Jahr am gleichen Kalendertag auftreten sollen, ist noch nirgends behauptet worden.

² F. BAUR, P. HESS und H. NAGEL, Forsch. u. Erf. Ber. RDW., Reihe B, Nr. 12 (1943).

³ H. LETTAU, Veröff. Geophys. Inst. Leipzig 5, 107–167 (1931).

⁴ H. WAGEMANN, Ann. Hydr. 236–240 (1943).

⁵ Eine inzwischen durchgeführte harmonische Analyse des jährlichen Luftdruckganges nach langjährigen Tagesmitteln (bis zur 76. Oberschwingung) bestätigte diese Auffassung in vollem Umfang. Es ergaben sich für die 5., 11. und 12., sowie die 22. Oberschwingung (Wellenlänge 73, 30–33, 16,6 Tage) Amplituden, die den 3–5-fachen Wert der Expektanz erreichen.

¹ F. W. P. Götz, Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 87–88 (1943); Vjschr. Naturf. Ges. Zürich 250–264 (1944).

² H. FLOHN, «Indianersommer – Altweibersommer», Met. Rdsch., im Druck.

³ H. LETTAU, Veröff. Geophys. Inst. Leipzig 5, 107–167 (1931).

Was ist nun die *Ursache* dieser stratosphärischen Wellenvorgänge selbst? Auch wenn wir sie als Eigenschwingungen der Atmosphäre auffassen, die nur zeitweise, etwa jahreszeitlich, unterdrückt werden – SCHMAUSS sprach kürzlich von «rezessiven» Singularitäten¹ – muß irgendein Anlaß von außen her diese Schwingungen auslösen. HOFFMEISTER leugnet eine irdische Erklärung der Singularitäten und denkt an die alljährlich wiederkehrenden Schnittpunkte der Erdbahn mit den großen Meteorströmen (z. B. Perseiden um den 12. August, Leoniden 14.–16. November, usw.²). Aber die Verteilung der Witterungssingularitäten über das Jahr hin und ihr symmetrischer Aufbau zu den Solstitien schließt eine solche Deutung meines Erachtens von vornherein aus. Ein Sonneneinfluß liegt nahe, vor allem auch deshalb, weil die wichtigsten Symmetriepunkte in unmittelbarer Nähe der Solstitien oder der um 26–28 Tage später liegenden thermischen Extreme liegen. Wie eine derartige solare Wirkung zustande kommt, ob über eine Änderung der photochemischen Ozonerzeugung, ob über den noch hypothetischen Einfluß der chromosphärischen Eruptionen, das läßt sich zur Zeit nicht sagen. So wäre auch eine Stellungnahme zu den noch nicht im einzelnen begründeten Gedankengängen von W. LAUN³ über eine planetarische Steuerung dieser solaren Einwirkungen, sowenig wahrscheinlich sie erscheint, verfrüht. Eine Untersuchung über etwaige Beziehungen zwischen Singularitäten und Sonnenflecken ist bereits im Gang. In einer neuesten Arbeit begründet – in anderem Zusammenhang – HAURWITZ⁴ die Hypothese von unmittelbar thermisch bedingten Druckänderungen in der Ozonschicht zwischen 20 und 40 km. Auch die jahreszeitliche Änderung des Einfallswinkels dürfte eine verschieden starke Absorption der UV-Strahlung in den einzelnen Breiten der Taghalbkugel bedingen; daraus ergeben sich Temperatur- und Druckänderungen in der Ozonschicht, die symmetrisch zu den Solstitien Druckwellen auslösen können. F. MÖLLER⁵ denkt an einen mittelbaren Zusammenhang zwischen der Ozonmenge und troposphärischen Vorgängen über die Absorption der CO₂-Banden und den dabei erfolgenden Temperaturänderungen.

Auf jeden Fall geben uns diese Erkenntnisse die Möglichkeit, die *Schwankungen im Auftreten der Witterungssingularitäten*, auf deren extreme Abweichungen BAUR⁶ mit Recht hingewiesen hat, von neuen Gesichtspunkten aus zu betrachten. Im Einzeljahr können einmal ganz andere Rhythmen den Witterungsablauf beherrschen als die gewohnten kollektiven Wellen. So hat sich nachweisen lassen, daß in strengen Wintern besonders in Osteuropa andere Wellen und damit auch andere Singularitäten auftreten als in milden Wintern. Das Studium solcher «spezifischen» *Singularitäten* erscheint geeignet, uns weiter in die inneren Zusammenhänge des Wettergeschehens einzuführen.

Wenn wir das Ergebnis kurz zusammenfassen wollen, so gelangen wir zu folgenden Leitsätzen, die nicht als endgültige Erkenntnisse, sondern als Arbeitshypothesen der weiteren Erforschung der tieferen physikalischen Zusammenhänge dienen sollen, auf die in diesem Zusammenhang nicht weiter eingegangen werden kann:

1. Das Grundgerüst des Singularitätenkalenders wird von kollektiven steuernden Wellenvorgängen geliefert, die sich auch in der räumlichen Verteilung über der ganzen Nordhalbkugel nachweisen lassen.

2. Diese kollektiven Wellen halten, wenn auch mit starken Schwankungen der Amplitude, durch und treten immer wieder zu bestimmten Kalenderterminen auf, soweit sie einfache rationale Teiler der Jahreslänge sind. Die Singularitäten können also als höhere Oberschwingungen der Jahreslänge angesehen werden.

3. Die Existenz solcher kollektiver Schwingungen ist am ehesten verständlich, wenn wir sie in ungefährer Übereinstimmung mit Eigenschwingungen der Erdatmosphäre auffassen.

4. Der Sitz der als Singularitätswellen zu bezeichnenden Schwingungen ist vielfach in der Tropopausenregion, im Falle der 30,5tägigen Welle in der Stratosphäre oberhalb 20 km Höhe zu suchen.

5. Luftmassenverschiebungen der unteren Troposphäre werden von diesen steuernden Vorgängen ausgelöst und können daher sekundär gleichfalls am «singulären» Witterungsablauf beteiligt sein.

6. Die Schwankungen im Auftreten der Singularitäten hängen mit dem Auftreten anderer Wellentypen zusammen.

H. FLOHN

Bad Kissingen, den 7. Juni 1947.

Summary

The existence of symmetries in the calendar of singularities in the average annual weather trend and the fixation of the symmetry points in atmospheric pressure within the calendar prove the causal connection between singularities and pressure waves. The maximum of the amplitude of an important wave (with a period of 30.5 days) is situated in the atmospheric layers above 20 km, that of waves with a period of 15 (or 18) days in the altitude of the tropopause. The same waves are found by GÖTZ in the annual ozone trend. They extend over the whole northern hemisphere.

The length of these «collective» pressure waves are single rational divisors of the year. The singularities will be understood as higher harmonic oscillations of the annual period, partly located in the high stratosphere.

Dien-Synthesen im Aufbau von Östrogenen¹

Bereits E. DANE² versuchte, östrogene Hormone ausgehend vom 1-Vinyl-6-methoxy-3,4-dihydro-naphthalin herzustellen. Aus Berichten von alliierter Seite geht hervor, daß St. BREITNER³ am gleichen Ziel arbeitete und zu einem racemischen Isomeren des Östrons gelangt sein soll. Anlässlich eines Kolloquiums berichtete W. E. BACHMANN⁴ über analoge Versuche.

¹ 66. Mitteilung «Über Steroide» (65. Mitt. siehe *Helv. chim. Acta* 30, 1037 [1947]), sowie XX. Arbeit «Über östrogene Carbonsäuren» (XIX. siehe *Exper.* 3, 279 [1947]).

² E. DANE und Mitarbeiter, *Liebigs Ann. Chem.* 532, 39 (1937).

³ St. BREITNER, Office of the Publication Board, Washington. Report No. 248, p. 20.

⁴ Gehalten am 9. Mai 1947 in der chemischen Anstalt der Universität Basel.

¹ A. SCHMAUSS, Sitzber. Bayr. Akad. Wiss., Math. Nat. Abt. 149–193 (1943).

² C. HOFFMEISTER, «Die Meteore», *Probl. kosm. Physik* 17 (1937).

³ W. LAUN, Z. angew. Met. 305–309 (1943); 82–83 (1944).

⁴ B. HAURWITZ, *Transact. Am. geophys. Un.* 27, 161–163 (1946).

⁵ F. MÖLLER, *Naturwiss.* 148 (1943).

⁶ F. BAUR, Z. angew. Met. 310–314 (1943).