

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N. F. 9	3	459—476	Abb. 43—47	Freiburg im Breisgau 1. Oktober 1967
--	---------	---	---------	---------------	---

Klima-Schwankungen in Europa seit 1670, das Klima-Optimum 1942 - 1953 und die nachfolgende Klima-Verschlechterung

von

HANS V. RUDLOFF, Freiburg i. Br.*

Mit Abb. 43—47

Das menschliche Leben entwickelte sich auf der Erde erst während der letzten 3 % des Erdzeitalters. Innerhalb dieser 3 % trat der Mensch aber erst während der letzten 0,02 % aus dem sogenannten „Primitiv-Stadium“ heraus. Davon wiederum umfassen lediglich 5 % das „technische Zeitalter“. Über 99 % des menschlichen Werdegangs fallen somit in eine „steinzeitliche“ Kulturstufe, knapp 1 % in die Kulturepoche einschließlich des technischen Zeitalters.

Allein die letzten 600 000 Jahre — eine kurze Periode innerhalb des Erdzeitalters — brachten erhebliche Klimaschwankungen: Einerseits Eiszeiten, die in Zentraleuropa um 6—10 Grad niedrigere Mitteltemperaturen aufwiesen als wir sie heute „normal“ nennen. Zeitweise dürften sogar noch größere negative Abweichungen aufgetreten sein [1; 2]. Andererseits gab es Wärmeperioden, die als „Zwischeneiszeiten“ wesentlich höher temperiert waren als unsere mildesten Abschnitte innerhalb der letzten 5000 Jahre. Zwischen 130 000 und 120 000 vor Christus lag der Meeresspiegel bis zu 18 m höher als heute. Dies bedeutet, daß seinerzeit viel weniger Eis auf der Erde vorhanden war. Allerdings gilt es dabei auch tektonische Bewegungen zu berücksichtigen.

Die letzte Vereisung liegt knapp 20 000 Jahre hinter uns. Vor 15 800 Jahren lag der Rand des abschmelzenden Eises im nordöstlichen Schonen [3]. Endmoränenbildungen in Pommern kann man sogar ziemlich genau auf das Jahr 15 730 vor Christus datieren [4]. Während des letzten Vereisungs-Höchststandes befand sich der Meeresspiegel um rund 90 m tiefer als in „unserer“ Klima-Epoche [5].

Nach der letzten Vereisung trat die Erwärmung auf die heutigen mittleren Verhältnisse nicht stetig ein. Nach einer anfänglichen raschen Temperaturzunahme gab es etliche empfindliche Rückschläge [6]. Die wärmegünstigsten Epochen nach der letzten Vereisung wiesen während der Sommermonate um 2—3 Grad höhere Mitteltemperaturen auf als heute. Sommer wie 1911, 1947 oder 1952 dürften seinerzeit „durchschnittlich“ gewesen sein. Etwa zwischen 800 und 500 vor Christus führte die letzte „postglaziale Klimaverschlechterung“ etwa

* Anschrift des Verfassers: Oberregierungsrat Dr. H. v. RUDLOFF, Dipl.-Meteorol., 78 Freiburg i. Br., Schneburgstraße 11 b.

zum heutigen Klimazustand [7]. Doch auch diese letzten 2000—3000 Jahre blieben nicht frei von Schwankungen, die jedoch im Vergleich mit den Klimaschwankungen der Eis- und Zwischeneiszeiten gering waren. Innerhalb der letzten 2000 bis 3000 Jahre gab es günstigere und schlechtere Klimaperioden, als wir sie heute erleben. Die letzte relativ warme nacheiszeitliche Periode ging zwischen 1300 und 1540 zu Ende. In dieser wärmegünstigen Epoche dürften die Jahresmitteltemperaturen um 1—2 Grad über den heute üblichen Werten gelegen haben. Die Sommer waren im Durchschnitt sogar um 2—3 Grad, die Winter um geringe Beträge wärmer als beispielsweise der Durchschnitt 1851—1950. Das Klima vor 1540 entsprach im wesentlichen den Verhältnissen unserer günstigsten Jahre wie 1911, 1921, 1934, 1937, 1943, 1947, 1949, 1953 oder 1959. Der Meeresspiegel lag damals bis zu 3 m über dem heutigen Stand. Dies läßt auf verringerte Eisvorkommen schließen. Begünstigt durch den hohen Meeresspiegel konnten schwere Sturmfluten an der Nordseeküste wiederholt große Verheerungen anrichten, die über 100 000 Menschen das Leben kosteten und die Landfläche verringerten [8].

Schwere Sturmfluten:

16. Februar	1164
16. Januar	1219
14. Dezember	1287
23. November	1334
16. Januar	1362
18. November	1421
16. Januar	1511
	1625
11. Oktober	1634
	1686
25. Dezember	1717
3. Februar	1825
31. Januar	1953
16. Februar	1962

Die schlechteste Periode der letzten 2500 Jahre fiel zweifellos in den Abschnitt 1540—1700. Von englischen Klimaforschern wird diese Periode „little ice age“ = kleine Eiszeit“ genannt [9; 10]. Gegen Ende dieser kühlen Periode lag der Meeresspiegel bis zu 2 m unter dem heutigen Stand. Sturmfluten fehlten zwar nicht (1625, 1634, 1686), was auf gelegentliche schwere Nordweststürme und relativ große Intensität der maritim-polaren Kaltlufteinbrüche schließen läßt. Allerdings waren die sehr großen Sturmfluten (1634, 1717) nicht so häufig wie zuvor.

Die nach 1540 eintretende Klimaverschlechterung brachte — im Vergleich zur vorausgegangenen günstigen Epoche — einen Rückgang der Sommertemperaturen um rund 3 Grad. Gegenüber dem Durchschnitt 1851—1950 dürften die Sommertemperaturen um 0,8 Grad tiefer gelegen haben. Die Reihe der brauchbaren Instrumenten-Beobachtungen geht allerdings nur bis 1670 zurück [11; 12]. Aus den Daten alter Weinchroniken (vgl. Abb. 43) und früherer Wettertagebücher [13; 14; 15; 16; 17; 18; 19] ist man in der Lage, ziemlich exakte Angaben über den Ablauf des Klimas vor Einsetzen der ersten Instrumenten-Beobachtungen zu rekonstruieren.

Die ältesten ununterbrochenen Beobachtungen der Sonnenflecken [20; 21; 22] beginnen Anfang des 17. Jahrhunderts mit dem Zeitpunkt der kontinuierlichen

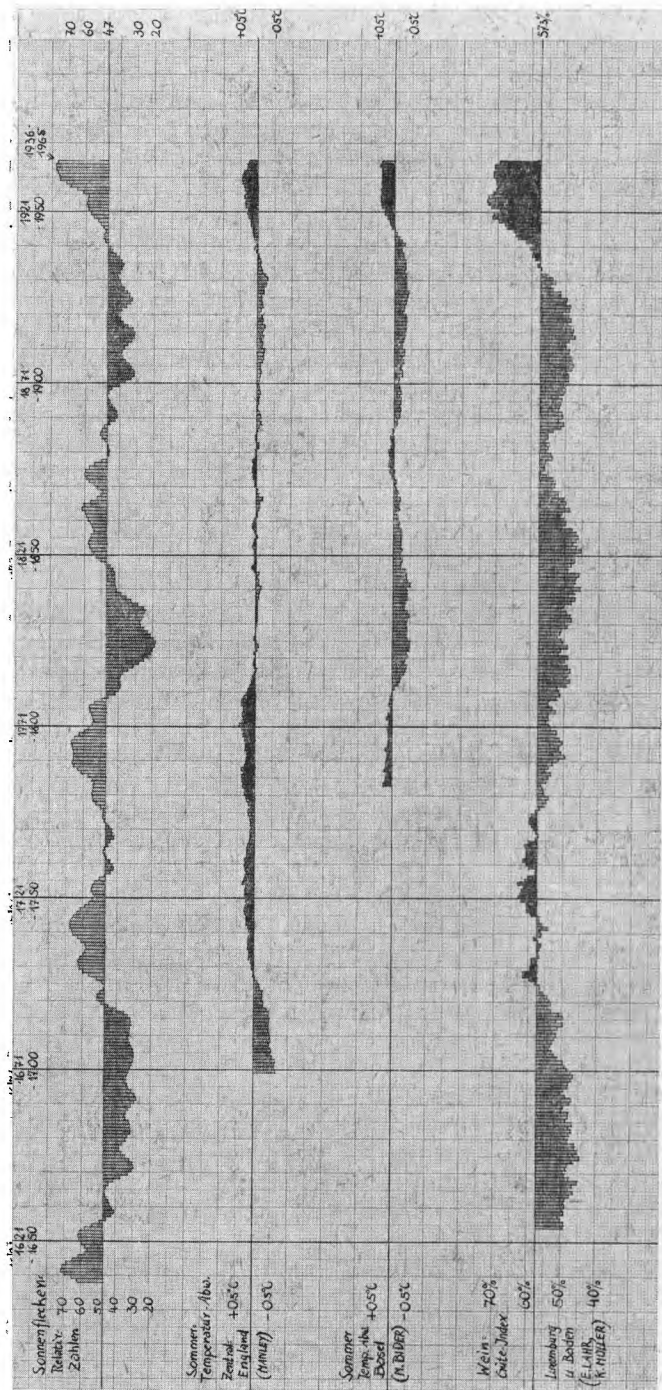


Abb. 43: Sonnenflecken, Sommertemperaturen und Weinqualitäten vom 17. bis zum 20. Jahrhundert [1; 13; 14; 15].

Beobachtungen der Weinerträge und der Weinqualitäten in Luxemburg und in Baden. Die Winter der Periode nach 1540 wurden im Durchschnitt merklich zu kalt, wenn auch einzelne sehr milde Winter nicht fehlten. Es zeigte sich zu allen Zeiten, daß Extreme entgegengesetzten Charakters immer wieder auftraten. In Abschnitten schlechtesten Sommer gab es gelegentlich ungewöhnlich heiße Dürresommer, in Perioden mildesten Winter blieben auch Strengwinter nicht aus. Nur war die Häufigkeit dieser Extreme gering, wogegen die Intensität die Grenzwerte der uns bekannten Klima-Erscheinungen erreichen konnte.

Die Folgen der Klimaverschlechterung waren unausbleiblich. Der Weinbau, der vorher selbst in Südengland, in Holland, in Ostpreußen, Schlesien, im Münchener Raume und im Schwarzwald, dort bei Bonndorf sogar noch in 700 m Höhe vorkam (heute im Schwarzwald maximale Höhe des Weinbaus 450—480 m NN, Glottertal, Badenweiler), wurde in vielen Gegenden unrentabel. Gletscher stießen in Gebiete vor, die unter Kultur standen. Die Alpengletscher erreichten in der Folgezeit ihre größte Mächtigkeit seit mindestens 2000 Jahren. In Skandinavien häuften sich die Mißernten infolge kühler und schlechter Witterung. In den Höhepunkt der Entwicklung fiel der Dreißigjährige Krieg mit dem Drang der Schweden nach Süden. Die Eisverhältnisse um Island wurden nach 1540, besonders aber nach 1600 katastrophal. Englische Forscher führen diese merkliche Klimaverschlechterung auf erhöhte Vulkantätigkeit und relativ geringe Sonnenaktivität zurück. Große Lockerausbrüche bei Vulkaneruptionen können einen Schirm feinsten Staubpartikel um die Erde bilden, der sich mitunter jahrelang in der Stratosphäre hält. Die den Erdboden erreichende Sonnenstrahlung wird dadurch abgeschwächt. Die Zirkulation, die in unseren Breiten in Zeiten großer Sonnenaktivität und in der Periode schwacher Vulkantätigkeit stark „zonal“ (Westdrift mit stark ausgeprägtem subtropischem Hochdruckgürtel und verstärkter Tiefdruckzone zwischen Subtropenhoch und Polarhoch) war, wurde „meridional“. Dabei verlagerte sich der osteuropäische Höhentrog unter Verstärkung westwärts. In Jahren mit ausgeprägter Westdrift liegt dieser Trog um 10—30 Grad östlicher, er ist meist schwächer ausgeprägt und weniger nach Süden ausgeweitet (vgl. [7; 23]).

Bis 1700 waren die Winter im Durchschnitt zu kalt. Eine bedeutende Wintermilderung verzeichnete man zwischen 1725 und 1739. Die Sommer, die bis 1698 im Mittel zu kühl waren, wurden schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts merklich wärmer. Die besten Sommer traten während der ersten dreieinhalb Jahrzehnte und gegen 1770—1811 ein, von einer fühlbaren Unterbrechung 1784—1793 abgesehen. Die Wintertemperaturen nahmen schon in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wieder ab. Eine Reihe von kalten und strengen Wintern bestimmten diesen Zeitraum. Das schlechteste Jahr der durch Messungen belegten Periode zwischen 1670 und 1967 war in weiten Teilen Europas das Jahr 1740. Kein Jahr zuvor oder danach brachte so niedrige Mitteltemperaturen. Selbst in der Rheinebene reifte das Korn nicht überall vollkommen aus! Eine merkliche Wintermilderung fand zwischen 1790 und 1807 statt, doch fehlten Strengwinter nicht ganz.

Im 19. Jahrhundert trat zunächst noch einmal ein Temperaturrückgang ein, der vor allem die Sommer von 1812—1856 umfaßte. In der Abb. 44 wird der mittlere Sommerluftdruck 1812—1821 mit jenem der Periode 1943—1952 verglichen. Das Dezennium 1812—1821 wies in Zentraleuropa großenteils die niedrigsten, der Abschnitt 1943—1952 dagegen die höchsten Zehnjahresmittel der Temperatur auf. Man erkennt den 1943—1952 gegenüber 1812—1821 weit in

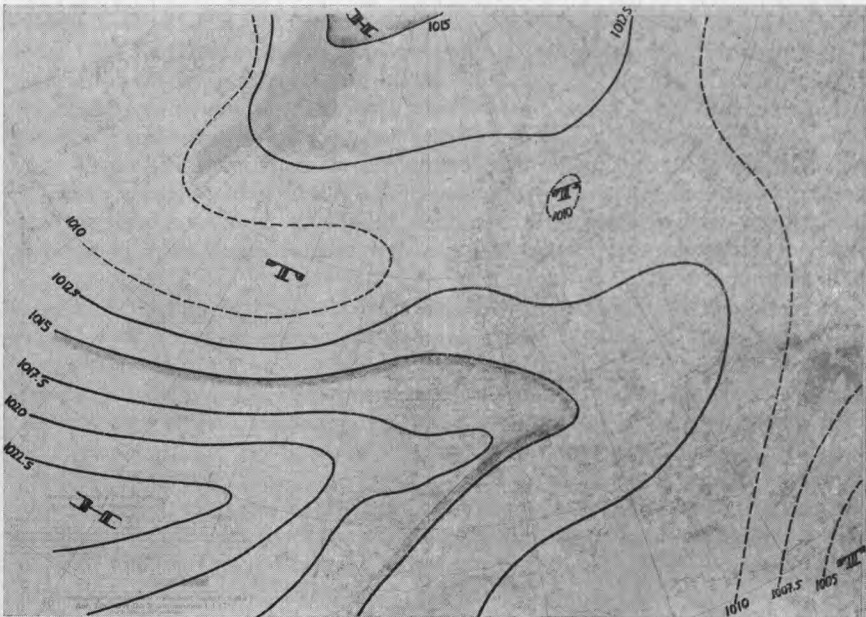
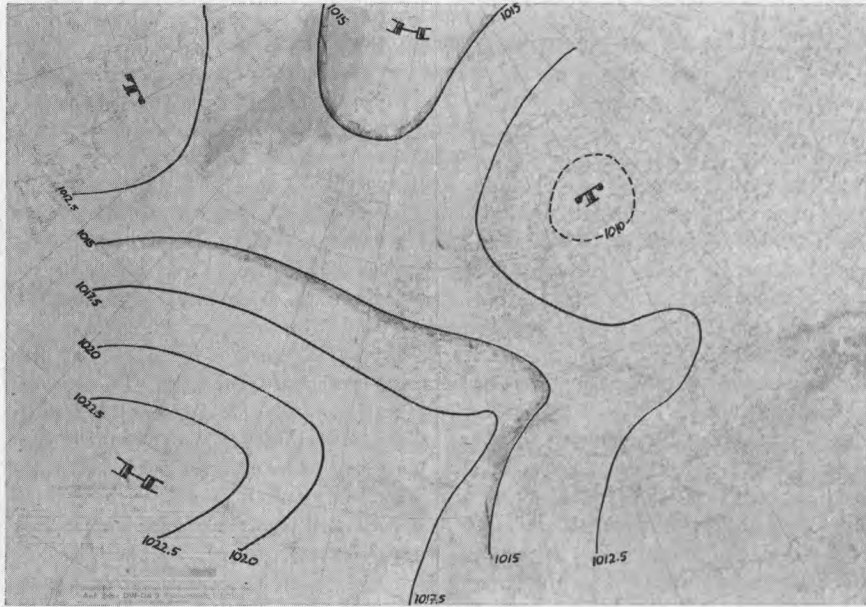


Abb. 44: Mittlerer Luftdruck in Europa in den Sommern 1812—1821 und 1943—1952.

den europäischen Kontinent vorgeschobenen Keil hohen Druckes, wogegen 1812 bis 1821 die Nordwestströmung in Mitteleuropa vorherrschte.

Die Winter dieser kühlen Epoche waren im Durchschnitt ebenfalls zu kalt, desgleichen die Übergangs-Jahreszeiten. Der absolut kälteste Europawinter trat 1829/30 mit einem Wärmemangel von durchschnittlich 6 Grad ein. An zweiter Stelle in der Rangliste strenger Europawinter steht mit seinem Wärmemangel von rund 5 Grad jener von 1962/63. Zwischen 1857 und 1870 stellte sich eine Begünstigung ein. Sie umfaßte nahezu alle Jahreszeiten. Dieser Abschnitt brachte das Ende der Gletschervorstöße. Eine letzte markante Verschlechterung mit bis zu 0,8 Grad zu niedrigen Sommertemperaturen und bis zu 2 Grad unternormalen Wintertemperaturen setzte in den 80er Jahren ein. Während der Jahre 1886 bis 1895 erreichte die Abkühlung ihren Höhepunkt. Bezogen auf die Winter war der Abschnitt 1886/87 bis 1895/96 der kälteste. Die häufigen Bemerkungen der alten Generation, in ihrer Jugend wären die Winter viel kälter und schneereicher gewesen als heute, fußen auf der Tatsache, daß in jenem Dezennium tatsächlich nur ein relativ milder Winter, dagegen etliche kalte und drei Strengwinter auftraten. Die Schneemengen waren in der Mehrzahl jener Winter auch im Flachland beträchtlich. Während der 80er und 90er Jahre traten eine Reihe bedeutender Vulkanausbrüche ein, wobei der Ausbruch des Krakatau 1883 durch den mehrere Jahre in der freien Atmosphäre nachweisbaren feinen Vulkanstaub auf der Erde eine mittlere Strahlungsverminderung bis zu 6 % verursachte. Es ist einleuchtend, daß derartige Vorgänge nicht ganz ohne Einfluß auf das irdische Großwettergeschehen bleiben.

Die Jahrhundertwende selbst war durch überwiegend gute Sommer und in der Mehrzahl auch durch milde Winter gekennzeichnet. Die „Rezente Klimaänderung“ setzte mit dem Jahre 1897 ein und erreichte zwischen 1910 und 1927 ihren Höhepunkt. Zwischen 1906 und 1927 waren die Sommer meist zu kühl. Ausnahmen waren 1911, 1921 und gebietsweise auch 1923. Strengwinter traten zwischen 1895/96 bis 1927/28, also 33 Winter lang, überhaupt nicht ein. Insgesamt wurde dieser Zeitraum niederschlagsreicher. Man vermutete seinerzeit, Kriege und fortschreitende Industrialisierung oder die „Radiowellen“ hätten diese Erscheinungen hervorgerufen oder zumindest begünstigt. In einer kritischen Darstellung befaßte sich H. FLOHN [23] mit den Möglichkeiten einer künstlichen Klimabeeinflussung.

Die sommerkühle Periode innerhalb der ersten 25—30 Jahre des 20. Jahrhunderts war durch eine auffallende vulkanische Aktivität begleitet. Die Jahreschwankung ging im dreißigjährigen Zeitraum 1898—1927 auf den geringsten Stand während der gesamten, durch Temperaturmessungen belegten Periode zurück [24]. Dies spricht für eine große Ozeanität unseres Klimas, gekennzeichnet durch milde Winter und kühle Sommer. Wie K. KEIL zeigt, war die Luftdruckverteilung über Europa im Zeitraum 1898—1927 durch stärkere Zyklonalität, erhöhte Westdrift und ein kräftigeres, aber im Westen verbleibendes Subtropenhoch (Azorenhoch) gekennzeichnet, verglichen mit dem antizyklonalen Abschnitt 1868—1897, dessen Jahresschwankung erheblich größer war [24]. Die großen Ausbrüche der Vulkane Mont Pelée, Santamaria, Colima und des Katmai fielen in diese Epoche. Besonders kühl waren die Sommer 1909—1919, die Winter 1909/10—1920/21 waren im Durchschnitt so mild, daß dieser Abschnitt als die mildeste Winterperiode innerhalb der fast 300 Jahre umfassenden Zeit der zentraleuropäischen Temperaturmessungen bekannt wurde. Eine zweite, sehr milde Winterperiode wurde durch die Winter 1929/30—1938/39 begrenzt. Der

vielen der älteren Generation bekannte Strengwinter 1928/29, der einzige innerhalb einer 43jährigen Periode überwiegend milder Winter, nimmt in der Rangliste europäischer Strengwinter erst den 13. Platz ein. Das früher kaum bekannte „Weihnachts-Tauwetter“ wurde innerhalb des Zeitraumes 1897—1939 zum „Witterungs-Regelfall“!

Der badische Meteorologe A. PEPLER wies schon in den 30er Jahren auf die Möglichkeit einer zunehmenden Kontinentalität unseres Klimas hin [25]. In den Sommern machte sich bereits von 1928 an eine Niederschlagsabnahme, verbunden mit einer Zunahme der Sonnenscheindauer bemerkbar. Die Jahresschwankung nahm wieder zu, wenn auch erst mit dem Kriegswinter 1939/40 eine Reihe kälterer Winter begann. Mit dem Frühjahr 1942 setzte ein außerordentlich sonnenscheinreicher Abschnitt ein, der besonders die Monate März bis Oktober umfaßte. Mit seinem Strahlungsreichtum, der hohen mittleren Sommerwärme und dem geringen sommerlichen Niederschlag ließ dieser Zeitraum die Befürchtung aufkommen, unser Klima würde einem Trockenklima entgegengehen oder einen Übergang zum „pannonischen“ Klimatyp bringen und damit die für Nord-Jugoslawien oder Ungarn normalen Verhältnisse. Ereignisse wie der „Säkularsommer“ 1947 [26] gaben der Vermutung über die „bevorstehende Versteppung“ Nahrung (vgl. auch [27]). Innerhalb der durch Messungen belegten Klima-Epoche war der Abschnitt 1942—1953 für viele Gebiete Mitteleuropas das „Klima-Optimum“. Gebietsweise trat zwischen 1770 und 1780 ein ebenso oder noch etwas wärmerer Abschnitt ein. Das Klima-Optimum 1942—1953 fiel in einen Abschnitt erheblich gesteigerter Sonnenaktivität mit ausgeprägten Sonnenfleck-Maxima und kurzdauernden Sonnenfleck-Minima. Schon das Maximum 1937 war beträchtlich, jenes von 1947 übertraf das vorherige erheblich, und das Sonnenfleckmaximum 1957 war das absolut größte seit Beginn der Sonnenfleck-Beobachtungen. Dem Klima-Optimum ging eine Periode relativer Vulkanruhe voraus. Sie umfaßte besonders den Zeitraum 1926—1943 bzw. 1947/1956.

Bedeutende Vulkanausbrüche

Ab	1500	gesteigerte Vulkantätigkeit („kl. Eiszeit“ ab 1540)
	1742	Cotopaxi (Ecuador)
	1744	Cotopaxi
	1783	Laki (Island)
	1783	Japan (Sommerverschlechterung 1784—1793)
April	1815	Tambora (Sumbawa)
	1835	Coseguina (Nicaragua) ca. 50 km ³ Lockermaterial in Atmosphäre!
	1875	Asja (Island)
	1877	Cotopaxi
27. August	1883	Krakatau. 18 km ³ Lockermaterial in Atmosphäre. Strahlung bis zu 6 % vermindert. 36 000 Tote.
10. Juni	1886	Tarawera (Neuseeland)
15. Juli	1888	San Bandia (Japan)
Februar	1890	Bogoslov (Aleuten)
7. Juni	1892	Awoö
8. Mai	1902	Mont Pelée (Martinique/Antillen), 26 000 Tote. Strahlungsverminderung. 1902 einer der kühlestn Europasommer.
	1902	Santamaria
	1903	Vatnajökull (Island)
	1903	Colima (Mexiko)

	1903	Santamaria (oder <i>nur</i> 1902?)
	1904	Cotopaxi
	1904	Mont Pelée
	1904	Colima
	1906	Vesuv
	1907	Ksudasch
	1912	Katmai (Alaska). 21 km ³ Lockermaterial in Atmosphäre. Bis zu 20 % geschwächte Strahlung in Algerien festgestellt!
	1913	Mundafell (Island)
	1914	Minami-Iwoshima
	1918	Katla (Island)
	1922	Vatnajökull
	1922—1926	Asja (mehrmals)
	1932	Quizapu
	1934	Vatnajökull
20. Februar	1943	Entstehung des Parícutin (Mexiko). Nach 1 Monat Höhe 200 m, nach 1 Jahr 350 m
29. März	1947	Hekla (Island)
	1948	Hekla
12. Juni	1951	Fogo (Cap Verde Inseln)
	1956	Kamtschatka
14. November	1959	Kilauea
	1961	Asja
	1963	Gunung Agung
14. November	1963	Surtsey (Entstehung der Vulkaninsel). Weitere Eruptionen 1964 bis 1965, die die nahe der Westmännerinseln südlich Island liegende Insel stark vergrößerten.

Die sommerliche Luftdruckverteilung dieses Abschnittes wies im Vergleich zu jener der schlechten Sommer eine verstärkte Frontalzone über dem mittleren Atlantik bis zur nordeuropäischen Küste auf. Dadurch wurde in Begleitung zunehmender Niederschläge der Warmlufttransport bis in hohe nördliche Breiten Europas begünstigt. An der Südflanke dieser Frontalzone weitete sich ein kräftiger Ausläufer des Gürtels subtropischer Hochdruckzellen bis nach Mitteleuropa aus, wie aus den Mittelwertskarten ersichtlich wird. Für die Einzel-Sommerhalbjahre bedeutete dies: Größere Häufigkeit von Hochdrucklagen, geringere Anzahl von Störungen. Die längste, im südlichen Mitteleuropa jemals festgestellte Periode ununterbrochen aufeinanderfolgender völlig regenloser Tage dauerte vom 13. Juni bis zum 15. Juli 1949. (Die absolut längste, absolut regenlose Zeit wurde in Deutschland und im östlichen Frankreich vom 18. März bis zum 3. Mai 1893 beobachtet.) In der Periode schlechter Sommer weitete sich das verstärkte Azorenhoch nicht in den Kontinent hinein, sondern nach Norden aus. Innerhalb des Kontinentes überwog der Monsuneinfluß. Das finnische Tief war kräftiger, die nordatlantische Tiefdruckzone schwächer ausgeprägt. Dadurch konnten in gesteigertem Maße Kaltluftmassen aus dem grönländisch-isländisch-nordatlantischen Raum nach Nord- und Zentraleuropa einfließen. Auch über Oberitalien wurden damals die Sommer schlechter.

Unmittelbar vor dem Klima-Optimum gab es kalte (1940/41, 1944/45) und strenge (1939/40, 1941/42) Winter, während des Klima-Optimums trat nur ein einziger strenger Europawinter ein (1946/47), im südlichen Mitteleuropa ein zu kalter Winter auch 1952/53. Dagegen waren die Winter 1942/43, 1947/48, 1948/49, 1949/50 und 1950/51 im wesentlichen mild. Auffallend waren die früh ein-

setzenden Frühjahre und die langen und schönen Herbste. Die Weinqualitäten erreichten die durchschnittlich höchsten Beträge seit dem Beginn des 17. Jahrhunderts (aus der Zeit vorher existieren keine ununterbrochenen diesbezüglichen Aufzeichnungen.) Der schon seit Ende des 19. Jahrhunderts zu beobachtende Gletscherrückgang beschleunigte sich, so daß in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts die Gletscher weiter zurückgewichen waren als jemals nach 1600. Allerdings wurde der Stand vor Beginn der „Kleinen Eiszeit“ bis jetzt noch nicht erreicht. Nur 1916 bis 1920 (einzelne Gletscher bis 1926) wurde der Rückgang noch einmal unterbrochen und 1935—1944 etwas verzögert (vgl. Abb. 45). Erscheinungen in Fauna und Flora gingen mit dieser Klimabegünstigung einher. Der Sommer 1947 darf zusammen mit jenem von 1826 als „Säkularsommer“ Europas angesprochen werden. Das Jahr 1949 war vor allem im südwestlichen Teile Deutschlands großenteils das trockenste und sonnigste des 20. Jahrhunderts.

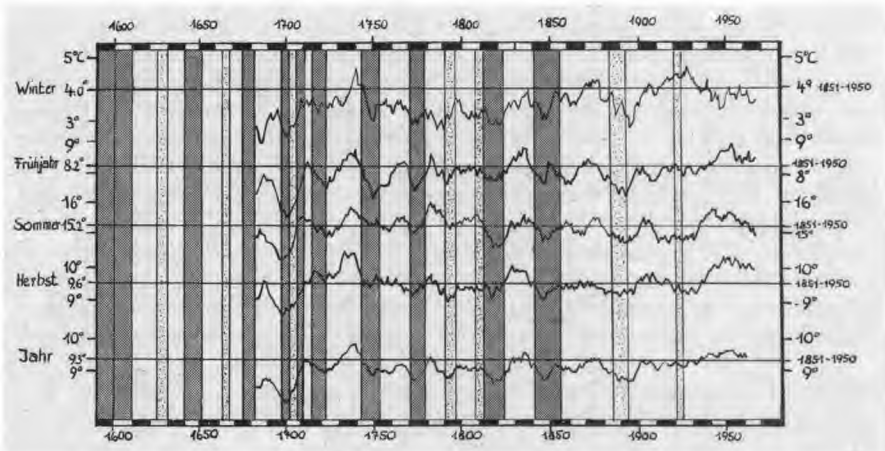


Abb. 45: Perioden markanter und schwächerer Gletschervorstöße (Alpen, Norwegen, Island) seit 1600 sowie zehnjährig übergreifende Mitteltemperaturen in Zentralengland (nach G. MANLEY).

Innerhalb Europas stellte sich die optimale Klimaperiode nicht gleichzeitig ein. Man kann ein „Wandern“ von Nordwesten nach Südosten verfolgen. Der Norden einschließlich Grönlands war 1928—1937 bzw. 1926—1937 mit positiven Abweichungen der Jahrestemperaturen — bezogen auf den Durchschnitt 1851 bis 1950 — bis zu 2,1 Grad zu warm. In Jakobshavn auf Grönland wiesen die Februale 1927—1936 positive Temperaturabweichungen von 5,3 Grad auf. Wie groß dieser Betrag ist, geht daraus hervor, daß der absolut wärmste Februar (1966) zum Beispiel in Freiburg i. Br. um genau 6 Grad zu warm war. Im Bereiche Grönland—Nordatlantik-Island verzeichnete man 1927—1939 den wärmsten Abschnitt. In Südosteuropa dagegen verzögerte sich die optimale Periode in vielen Gebieten bis 1953—1962. In Zentraleuropa trat mit dem Winter 1953/54 eine deutliche Verschlechterung ein.

Während des „Klima-Optimums“ 1942—1953 hatte das südliche Mitteleuropa Anteil am mediterranen Niederschlagsgang. Normalerweise ist der Juli der niederschlagsreichste Monat des Jahres. In der genannten Periode zeigte sich gerade

in diesem Monat eine markante Niederschlagsabnahme (Abb. 46). Spätherbst und Winter wurden übernormal niederschlagsreich. Einem einzigen naßkalten Sommer (1948) standen etliche warme und zeitweilig trockene Sommer gegenüber. Die Sommer 1947, 1949 und 1952, gebietsweise auch 1943, traten als Dürresommer auf. In Freiburg wurden 1947 und 1949 während der Sommer jeweils mehr als 900 Sonnenscheinstunden registriert. Normal sind dort 730 sommerliche Sonnenscheinstunden. Selbst im Mittel der Periode 1942—1953 gab es 776 Sonnenscheinstunden, wogegen die Sommer 1954—1966 beim Wetteramt Freiburg durchschnittlich nur 687 Sonnenscheinstunden brachten. Die Jahre 1947, 1948 (trotz naßkalter Hochsommerwitterung) und 1949 waren mit 2134 bis 2216 Sonnenscheinstunden ungewöhnlich reich an Sonnenschein. Die jährliche Sonnenscheindauer kam 1942—1953 auf durchschnittlich 1929 Stunden (Langjähriges Mittel 1802 Stunden), im Zeitraum 1954—1966 nur auf 1759 Stunden.

Merkmale des Klima-Optimums 1942—1953 waren die verlängerte Vegetationsperiode und die damit verbundenen Auswirkungen auf Tier- und Pflanzenwelt bis in den hohen Norden. Die Winterschneedecke verschwand in den höheren Lagen frühzeitig (vgl. Abb. 47). Zur Aprilmitte trat ziemlich regelmäßig, gewissermaßen als „zeitweilige Singularität im Wetterablauf“ eine ausgesprochen sommerliche Periode auf. 1949 erreichten die Höchsttemperaturen in der Rheinebene bereits bis zu 31° C. Das typische Aprilwetter mit seinen Regen-, Schnee- und Graupelschauern blieb auf wenige Tage beschränkt oder trat verfrüht im März auf. Die langen Sommer waren ungewöhnlich reich an „Sommertagen“ mit Höchsttemperaturen von mindestens 25,0° C im Schatten und „Hitzetagen“ mit mindestens 30,0° C im Schatten (vgl. Tab. 1). Im Sommer 1947 zählte man in Freiburg nicht weniger als 92 Sommertage und 41 Hitzetage, davon allein noch 10 Hitzetage im September! Eine derart große Zahl von Sommer- und Hitzetagen ist weder zuvor, noch danach je in einem Sommer verzeichnet worden.

Zeitraum	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Sommer
1942—1953	1,4	6,6	10,1	17,8	16,2	6,8	0,5	59,4 Tage mit mind.
1954—1966	0,8	4,1	9,4	12,2	10,8	6,0	0,7	44,0 „ 25,0° C
1893—1950	0,5	4,9	10,3	14,4	11,7	4,4	0,2	46,4 „
1942—1953	—	1,1	2,8	5,8	6,2	1,9	—	17,8 Tage mit mind.
1954—1966	—	0,1	1,2	3,8	2,6	0,7	—	8,4 „ 30,0° C
1893—1950	—	0,5	1,6	3,8	2,7	0,6	—	9,2 „

Tab. 1: Anzahl der Sommer- und Hitzetage (Höchstwerte mindestens 25,0° C bzw. 30,0° C im Schatten) in Freiburg i. Br. während des Klimaoptimums 1942—1953 und der nachfolgenden Klimaverschlechterung, verglichen mit dem langjährigen Mittelwert 1893—1950.

Die langen, sonnig-warmen und trockenen Herbste wirkten sich vorteilhaft auf die Qualität der Weine aus. Im Herbst 1947 konnten beim „Achtkarrer Ruländer Mostgewichte bis zu 152° Öchsle gemessen werden! Lediglich der November wurde in jenem begünstigten Zeitraum im Mittel übernormal niederschlagsreich. Die nach Süden vordringende atlantische Frontalzone, die normalerweise im Oktober einen Umschwung zu niederschlagsreicherer Witterung bringt, verspätete sich bis in den November. Damit verzögerte sich auch das besonders im Gebirge häufig im Oktober auftretende Niederschlagsmaximum in den November hinein.

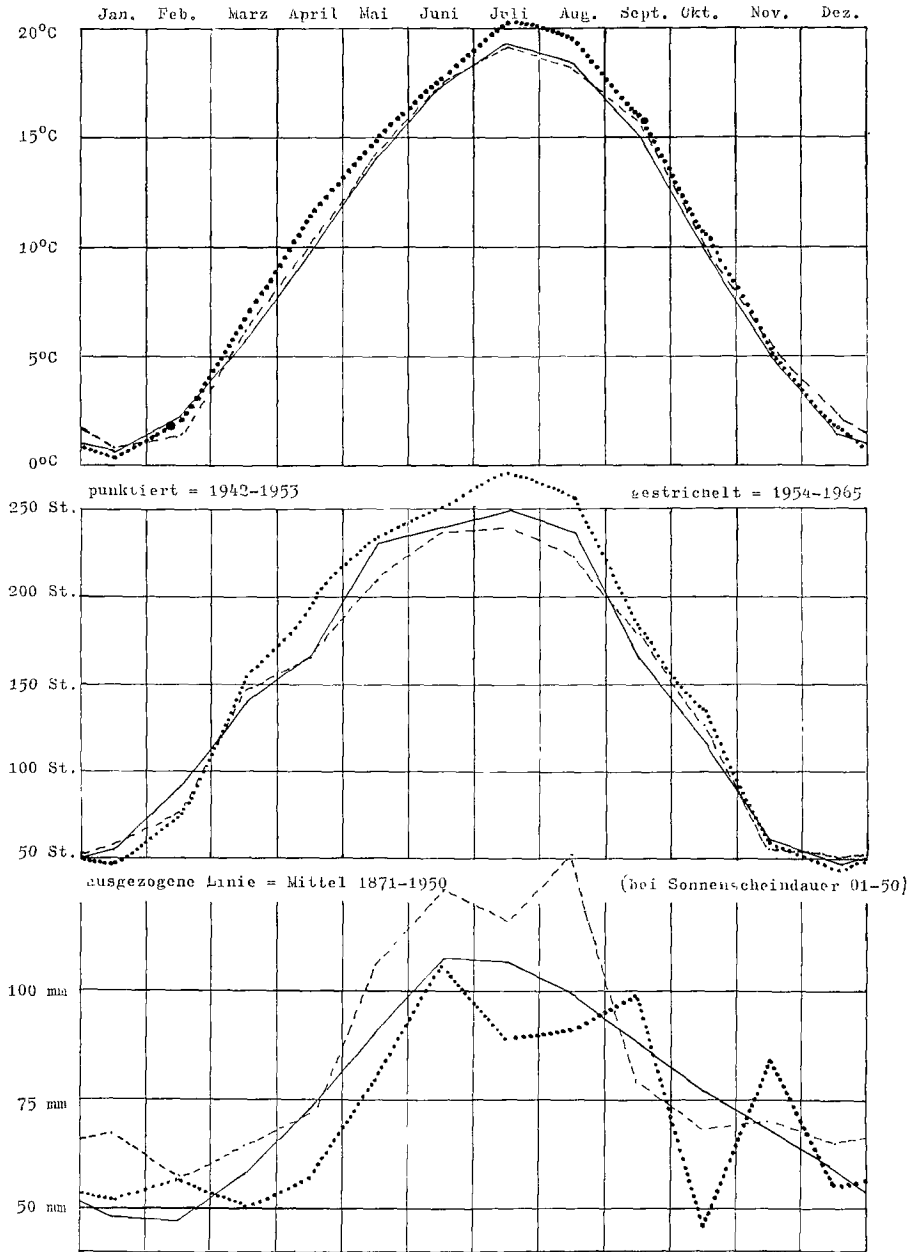


Abb. 46: Mittlere Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlagsmengen in Freiburg in Breisgau 1942—1953 (punktiert), 1954—1966 (gestrichelt) und 1871—1950 (ausgezogene Linie).

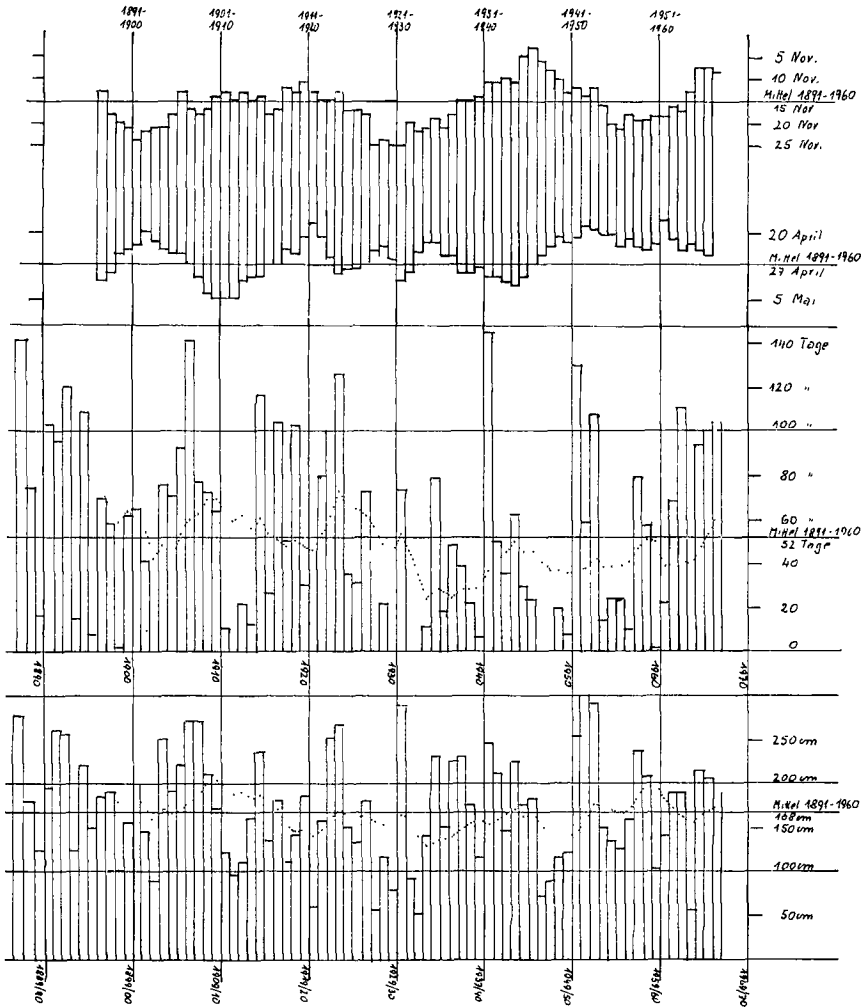


Abb. 47: Schneeverhältnisse auf dem Feldberg im Schwarzwald 1888—1966/67.
 Obere Kurve: Zehnjährig übergreifende Mittelwerte des Beginns und des Verschwindens der Winterschneedecke.
 Mittlere Kurve: Zahl der Tage mit Schneehöhen von mindestens 100 cm (gestrichelt = zehnjährig übergreifende Mittelwerte).
 Untere Kurve: Winterliche Schneehöhenmaxima (gestrichelt — zehnjährig übergreifende Mittelwerte).

Im nordeuropäischen Bereiche wirkte sich das Optimum durch verringertes Eisvorkommen, Auftreten bis dahin nicht bekannter Tier- und Pflanzenformationen und allgemeinen Höhepunkt des Gletscherrückganges aus. Finnland schien klimatisch um 400—500 km nach Südwesten verschoben! Vermehrtes Auftreten gewisser Pflanzenschädlinge (Borkenkäfer 1947 und 1949), Rückgang der Flußwasserstände und verbreitete Trockenschäden waren einige der nachteiligen Auswirkungen, die damals zu der Annahme verleiten ließen, unser Klima ginge einer Ver-

steppung entgegen [26]. Die etwa seit 1920 zu beobachtende Wanderung gewisser Fischarten (Dorsch, Kabeljau) nach Norden und die daraus resultierende Verlagerung der Haupt-Fischfanggebiete setzte sich zunächst noch fort, begann aber allmählich zu stagnieren, da im Norden bereits während der Zeit des mitteleuropäischen Optimums eine Abkühlung einsetzte.

Seit dem Winter 1953/54 nahm die Zahl der zu kühlen und niederschlagsreichen Monate vor allem während des Sommerhalbjahres zu. Extrem trockene Monate fehlten zwar nicht (Februar und September 1959, gebietsweise Juli 1959, Dezember 1963, Januar 1964, z. T. Juli 1964), doch blieben die niederschlagsreichen Monate in der Mehrzahl. Einzelne Monate wiesen 1954—1966 eine Niederschlagszunahme von mehr als 40 % gegenüber der vorausgegangenen optimalen Periode auf. Gleichzeitig nahmen die Monatsmitteltemperaturen in den Sommermonaten bis zu 2,0 Grad oder um noch größere Beträge ab! Heiße und sonnig-trockene Sommer gab es nur 1959 und 1964, im südlichen Mitteleuropa gehörte auch der Sommer 1962 zu den trockenen und sonnenscheinreichen. Naßkalt waren die Sommer 1954, 1956, zum Teil 1957, dann 1960, zum Teil 1961 und im Norden 1962, schließlich 1965 und vor allem im Süden auch 1966. Insgesamt wurde der Zeitraum 1954—1966 gegenüber der Periode 1942—1953 wesentlich maritimer.

Durch die Kürze der Vegetationsperiode — verglichen mit 1942—1953 — verursacht insbesondere durch die „Nachhinkewinter“, kühlere Frühjahre und Frühlommer zeichnete sich die Verschlechterung fühlbar ab. Die Klimaverschlechterung erhielt noch dadurch einen zusätzlichen psychologischen Effekt, daß die Hauptferienmonate Juli und August die größte Einbuße an Wärme und Sonnenschein und die beträchtlichste Niederschlagszunahme brachten. Die Herbste blieben dagegen noch auffallend günstig. Sommerliche Schneefälle in der alpinen Hochregion beobachtete man während des Klima-Optimums in unternormaler Anzahl. In der nachfolgenden Periode überschritt die Häufigkeit der sommerlichen Schneefälle wieder die Norm. Selbst auf dem Feldberg war diese Zunahme noch festzustellen. Dort gab es 1942—1953 im Durchschnitt pro Sommer (1. Juni bis 31. August) 2,5 Tage mit Schnee, in der Periode 1954—1966 dagegen 3,5 pro Sommer. Die „vorwinterlichen“ Schneehöhenmaxima erreichten auf dem Schwarzwälder Feldberg (größte, vor Neujahr gemessenen Schneehöhen) während des Klima-Optimums 73 cm, von 1954—1966 blieben sie mit 74 cm etwa auf derselben Höhe, jedoch die nachwinterlichen Schneehöhenmaxima, also die größten, nach dem 31. März gemessenen Schneehöhen, nahmen von durchschnittlich 62 cm (Klima-Optimum) auf durchschnittlich 88 cm (Periode 1954—1966) zu. Auch die Häufigkeit der winterlichen Schneefall- und Schneedeckentage zeigen ähnliche Veränderungen auf. Der trocken-warme Charakter der optimalen Periode kommt in den Temperatur- und Niederschlagswerten — hier nur für Freiburg i. Br. angegeben — deutlich zum Ausdruck (Tab. 2).

Zeitraum	Temperaturabwchg		Niederschlagsmengen	
	Frühjahr	Sommer	Frühjahr	Sommer
1942—1953	+ 1,2° C	+ 0,8° C	186 mm	284 mm
1954—1966	+ 0,3° C	± 0,0° C	249 mm	382 mm
Mittel 1871—1950	9,8° C	18,3° C	229 mm	309 mm

Tab. 2: Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse in Freiburg i. Br. im Frühjahr und im Sommer während der Perioden 1942—1953 und 1954—1966.

Die Folgeerscheinungen der Verschlechterung seit 1954 lassen sich bis jetzt schon in Form von einer Verlangsamung der Gletscherrückgänge, einer Häufung von Nässe- und Hochwasserperioden (Juli 1954 Donau und Nebenflüsse, Juli 1957 und 1958 Erzgebirge, Juli 1959 Donau und Nebenflüsse, Sommer 1965 Österreich, Tschechoslowakei, Ungarn, Sommer und Herbst 1966 Österreich, Tschechoslowakei, Oberitalien) und in Auswirkungen auf die Pflanzen- und Tierwelt erkennen. Die winterlichen Temperaturen zeigten zwar im allgemeinen wenig Änderung, wenn auch in den Gebirgen die Schneefall- und Schneedeckenhäufigkeit wieder zunahm. So zählt man auf dem Feldberg im Jahresmittel durchschnittlich 104 Schneefall- und 171 Schneedeckentage. 1942 bis 1953 verringerte sich die Anzahl der jährlichen Schneefalltage auf durchschnittlich 97, wobei an 156 Tagen eine Schneedecke (nicht „Flecken“) festgestellt wurde. 1954—1966 nahm die Schneefallhäufigkeit auf 118 Tage im Jahr zu, die Schneedeckenhäufigkeit auf 174 Tage pro Jahr. Die Südverlagerung der Westdrift löste in den Mittelmeerländern eine Milderung der Winter aus, dabei nahmen die Niederschlagsmengen zu. Das Auftreten antizyklonaler Strahlungslagen verminderte sich. Auch über Island wurden die Winter milder als zuvor, Skandinavien und einzelne Gebiete Zentraleuropas sowie die Bergstationen verzeichneten eine Abnahme der winterlichen Mitteltemperaturen gegenüber dem zentraleuropäischen Klima-Optimum. Das Hauptgewicht der winterlichen Abkühlung fiel auf den Februar.

Relativ günstig blieben die Herbste. Zwar wurde der Mittherbst (Oktober) größtenteils niederschlagsreicher, dagegen verringerten sich die Niederschlagsmengen im November 1954—1966 gegenüber der Periode 1942—1953. Insgesamt zeichnete sich wieder eine „Normalisierung“ ab, denn die zuvor auf den Spätherbst (November) konzentrierte Steigerung der Zirkulation trat nunmehr wieder zum normalen Zeitpunkt auf (etwa Mitte Oktober). Im südlichen Mitteleuropa blieb der Oktober zwar immer noch etwas zu trocken, dabei zu warm, wogegen im Norden die Oktoberniederschläge bei übernormalen Temperaturen im allgemeinen zu groß wurden. Dies deutet auf eine Häufung von Südwestlagen hin, wobei im Süden teils durch Föhn, teils durch einen gewissen antizyklonalen Einfluß, die Niederschlagstätigkeit abgeschwächt blieb. Insgesamt betrachtet, weitete sich die Verschlechterung nicht auf den Herbst aus, wenn sich auch die Frontalzone in dieser Jahreszeit verschärfte. Dadurch wird die Niederschlagszunahme im Norden Europas erklärlich. An Hand recht anschaulicher Luftdruckkarten jedes einzelnen Januar und Juli seit 1750, wie sie LAMB und JOHNSON [28] kürzlich veröffentlichten, lassen sich die zeitlichen Verlagerungen der Hauptaktionszentren gut erkennen.

Auch Ereignisse wie die größten Sturmflutkatastrophen seit mindestens 1825 — insbesondere die holländische Sturmflut 1953 und die Hamburger Sturmflut 1962, Lawinenkatastrophen in den Alpen und orkanartige Stürme (Winter 1966/67) — deuten auf eine Belebung der Zirkulation bzw. auf größere Gegensätze zwischen den kälter gewordenen polaren Zonen und den temperaturmäßig wenig veränderten südlichen Zonen hin. Sehr gute Weinjahre (1943, 1945, 1947, z. T. 1948, 1949, z. T. 1951 und 1953) wurden in der Zeit nach 1954 seltener (1959, z. T. 1961, 1964). Die heutige verbesserte Schädlingsbekämpfung, das Hinauszögern der Weinlese in den Mitt- und Spätherbst und eine Rationalisierung im Weinbau verhinderten aber das Zurückgehen der mittleren Weinqualitäten auf Stände, wie man sie in früheren Jahrzehnten bei ähnlichen Witterungsgeben-

heiten verzeichnet hätte. In der Landwirtschaft traten häufig infolge langer Niederschlagsperioden Ernteschwierigkeiten auf.

Dem Klima-Optimum ging ein Abschnitt relativer Vulkanruhe voraus. Erstmals mit der Entstehung des Parícutin, dann aber insbesondere in den 50er und 60er Jahren (Island, Bali, Kamtschatka, Mexiko) nahm die Häufigkeit größerer Vulkanausbrüche wieder zu, wobei für Europa das grandioseste Ereignis wohl die Entstehung von Surtsey [29; 30] südlich von Island war. Während des Abschnittes 1954—1966 blieb die Sonnenaktivität zwar zunächst noch groß. Im Herbst 1957 trat das größte Sonnenflecken-Maximum seit Beginn der fortlaufenden Beobachtungen auf. Gewisse Anzeichen der sonst zu Perioden erhöhter Aktivität üblichen Zirkulationsvorgänge waren zwar festzustellen, beispielsweise eine erhöhte Zonalzirkulation 1957 und meist positive Temperaturanomalien vom Herbst 1956 bis zum Winter 1961/62, doch besteht die Vermutung, daß die Auswirkungen stärker aufgetreten wären — etwa im Sinne der Jahre 1946 bis 1949 — wenn nicht eventuell der durch häufigere Vulkanausbrüche in die Atmosphäre geschleuderte feine Staub die einfallende Strahlung möglicherweise beeinträchtigt hätte. Nach JOHNSON, LAMB und WEXLER [31; 32; 33; 34; 35] ist ein gewisser Einfluß der Vulkantätigkeit auf unser Klima nicht ausgeschlossen.

Während der jüngsten Klimaverschlechterung, die vor allem Skandinavien und den zentralen Teil Mitteleuropas einschließlich Oberitaliens und Polens erfaßte, Rußland jedoch noch nicht, hob sich das Luftdruckniveau über Grönland, Island und dem nördlichen Nordatlantik an. Gleichzeitig senkte es sich über Zentraleuropa, Skandinavien, im Baltikum und über Oberitalien. Diese Druckänderung begünstigte einerseits eine Zunahme der Nordwestlagen in Skandinavien und Zentraleuropa, die Ausbildung sogenannter Vb-Zyklonen im oberitalienischen Raum und die Zufuhr von Luftmassen aus südlicheren Breiten über Osteuropa. Auf die witterungsmäßigen Auswirkungen dieser Umstellung wurde hingewiesen.

Innerhalb der letzten 300 Jahre, über die wir Temperaturmessungen besitzen, findet man längere und kürzere Abschnitte mit über- oder unternormalen Temperaturen und Niederschlagsmengen. In den Sommern Mitteleuropas zeigte sich in großen Zügen (vgl. Abb. 43) eine deutliche Übereinstimmung mit dem Gang der Sonnenaktivität. In einzelnen Jahren ist der Zusammenhang schwer nachweisbar, in der Gesamtheit der Jahreszeiten tritt er jedoch deutlich zutage. Sonnenfleckenreichtum bedeutet in unserem Klima in der Regel „erhöhte Zonalzirkulation“, also verstärkte Westdrift bei relativ nördlicher Lage des Gürtels subtropischer Hochdruckzellen. Perioden mit unternormaler Sonnenaktivität zeichneten sich durch verstärkte Meridionalzirkulation (abgeschwächte Westdrift, geringe „Zonalkomponente“) aus. In den Jahren mit großer Sonnenfleckenhäufigkeit beobachtet man auch eine Häufung der heißen Sonnenfackeln. Es ist daher zu vermuten, daß der viele Jahrzehnte hindurch den Sonnenflecken zugeschriebene Einfluß den Sonnenfackeln zukommt. Leider erhält man die diesbezüglichen Daten jeweils erst sehr spät, meist Jahre nach Eintritt des Ereignisses, so daß man sie bisher prognostisch nicht verwenden konnte.

Längere Perioden insgesamt erhöhter Sonnenaktivität waren vor allem dann in Europa von überdurchschnittlichen Sommertemperaturen begleitet, wenn die Vulkantätigkeit gering war. In längeren Abschnitten geringer Sonnenaktivität traten im Durchschnitt zu kühle Sommer ein, vor allem dann, wenn in diesen Perioden größere Lockerausbrüche der Vulkane verzeichnet wurden. In der durch Messungen belegten Periode folgte nie auf einen Abschnitt gesteigerter Vulkan-

tätigkeit unmittelbar eine Epoche schöner und warmer Sommer in Europa. Neben der Abschirmung der Sonnenstrahlung mag auch die erhöhte Zahl von Kondensationskernen als Folge der Lockerausbrüche eine Rolle spielen. Sie kann sich auf die Niederschlagshäufigkeiten und Niederschlagsmengen auswirken, doch ist der Nachweis im einzelnen nur schwer zu erbringen.

Die jüngste Klimaverschlechterung brachte — vom klimatologischen Standpunkt aus betrachtet — temperaturmäßig lediglich einen Rückgang auf die langjährigen Mittelwerte (z. B. 1851—1950). Gegenüber den während des Klima-Optimums bis zu 1,2 Grad zu hohen Sommertemperaturen trat ein Rückgang bis zu 1,5 Grad ein. Frühere Perioden schlechter Sommer waren dagegen bis zu 0,8 Grad zu kalt. Die Niederschlagsmengen, während des Optimums bis zu 20% zu gering, überschritten in den Sommern die Regelwerte bis zu 30%! Etliche Perioden schlechter Sommer, die unmittelbar im Anschluß an große Vulkanausbrüche auftraten, lassen den Schluß zu, daß große Lockerausbrüche mitunter zwei bis drei Jahre nachwirken können. Strahlungsschwankungen der Sonne, ob sie nun durch Vulkanausbrüche in bezug auf die Erdoberfläche ausgelöst werden, oder ob sie nun in Form von Veränderungen der Solarkonstante oder in einzelnen Strahlungsbereichen auftreten, sind mit Gewißheit Faktoren, die Klimaschwankungen und Klimapendelungen auslösen können. Zwar schwankt die Solarkonstante in ihren Monatsmittelwerten nur unerheblich, von Tag zu Tag können aber große Schwankungen auftreten. BAUR weist treffend darauf hin (vgl. [20]), daß auch die Luftdruckschwankungen, die nun wirklich sichtbare und fühlbare Wettererscheinungen hervorrufen, zwar von Tag zu Tag beträchtlich sein können, in den Monatsmitteln aber in allen Monaten um weniger als 1% des Regelwertes schwanken. Unter diesem Aspekt werden Schwankungen der Sonnenstrahlung als auslösende Faktoren bezüglich unseres Wetter-, Großwetter- und Klimageschehens durchaus verständlich.

Wenn, um mit BAUR [20] zu sprechen, die irdischen Einflüsse auf das Großwetter (abgesehen vom normalen Zusammenwirken Sonnenstrahlung—Land/Meer und Atmosphäre) sich mit den seltenen Aschenausbrüchen von Vulkanen erschöpfen, die mehr als 1 km³ Aschenmassen in die Atmosphäre schleudern, so wird der objektive Leser verstehen, daß den in Illustrierten und Boulevardblättern häufig erwähnten „Verschmutzungen“ durch Industrie oder Autoabgase (Kohlendioxyd) oder den Kernversuchen kein nachweisbarer Einfluß an der Entstehung der Pendelungen und Schwankungen unseres Klimas als der „Summe vieler Großwetterlagen“ zukommen kann. Wollte man den Kernversuchen — wie das in Laienkreisen oft (und fast immer ohne Kenntnis der Materie) geschieht — den entscheidenden Einfluß auf die Entstehung der jüngsten Klimaverschlechterung zuschreiben, wie könnte man sich dann Erscheinungen erklären, die nach 1540 für rund 160 Jahre eine Verschlechterung hervorriefen, die heute noch längst nicht erreicht ist. Oder wie sollten Jahre zustande gekommen sein wie 1740, 1816 oder 1879, die bezüglich ihrer Witterungserscheinungen im 20. Jahrhundert überhaupt noch nicht auftraten? Und wie sollte es zu den großen eiszeitlichen Erscheinungen gekommen sein? Damals gab es weder Industrien, noch Kernversuche. Die Schädlichkeit der Kernversuche kann auf ganz anderen Gebieten liegen, die in diesem Themenkreis nicht erwähnt zu werden brauchen. Auch der von Laien immer wieder zitierte Einfluß von Mond und Planeten auf das „Wettergeschehen“ ist so geringfügig, daß er sich weder mit Hilfe der exaktesten Messungen, noch durch genaueste und langjährige Beobachtungen nachweisen ließ. Abholzungen, Trockenlegungen und andere künst-

liche Einwirkungen durch den Menschen haben sich bisher lediglich „lokalklimatologisch“ auswirken können. Innerhalb der Betrachtungen der Klimaschwankungen können sie vollkommen vernachlässigt werden.

Die Forderung der modernen Klimatologie nach exakten und rasch zugänglichen Beobachtungen der Vorgänge auf der Sonne durch ein tadellos arbeitendes Satellitenprogramm kann besonders im Hinblick auf die Frage der Klimaschwankungen nicht nachhaltig genug unterstrichen werden.

Schrifttum:

- [1] v. RUDLOFF, H.: Die Schwankungen und Pendelungen des Klimas in Europa seit dem Beginn der regelmäßigen Instrumenten-Beobachtungen (1670). — „Die Wissenschaft“, 122, Braunschweig 1967.
- [2] FRENZEL, B.: Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. — „Die Wissenschaft“, 129, Braunschweig 1967.
- [3] SOERGEL, W.: Das Eiszeitalter. — Jena 1938.
- [4] BLÜTHGEN, J.: Allgemeine Klimagographie. — II. Band des Lehrbuches der allgemeinen Geographie, S. 427—452, Berlin 1964.
- [5] PFANNENSTIEL, M.: Die Schwankungen des Mittelmeerspiegels als Folge der Eiszeiten. — Freiburger Universitätsreden, N. F., 18, Freiburg i. Br. 1954.
- [6] SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. — Stuttgart 1950.
- [7] FLOHN, H.: Klimaschwankungen in historischer Zeit. — In [1] S. 81—90.
- [8] HAGEL, J.: Sturmfluten. — Kosmos-Bibliothek, 236, Stuttgart 1962.
- [9] LAMB, H. H.: Our changing climate, past and present. — *Weather*, 14, S. 299, 1959.
- [10] — On the nature of certain climatic epochs which differed from the modern (1900—1939) normal. — *Proceedings WMO/UNESCO*, S. 125, Paris 1963; *Sympos. Rom* 1961.
- [11] MANLEY, G.: Temperature trends in England 1698—1957. — *Arch. Meteor. Geophys. Bioklim. B*, 9 S. 413, 1959.
- [12] — Seventeenth-Century London temperatures: Some further experiments. — *Weather*, 18, S. 98, 1963.
- [13] LAHR, E.: Un siècle d'observations météorologiques au Grand Duché de Luxembourg. — 282 S., Luxembourg 1950.
- [14] — Temps et Climat au Grand Duché de Luxembourg. — 289 S., Luxembourg 1964.
- [15] MÜLLER, K.: Geschichte des badischen Weinbaus. — 2. Aufl., 283 S., Lahr (Baden) 1953.
- [16] LENKE, W.: Klimadaten von 1621—1650 (Landgraf von Hessen). — *Ber. dtsh. Wetterdienst*, 9, Nr. 63, 1960.
- [17] — Bestimmung der alten Temperaturwerte von Tübingen und Ulm mit Hilfe von Häufigkeitsverteilungen. — *Ber. dtsh. Wetterdienst*, 10 Nr. 75, 1961.
- [18] — Untersuchungen der ältesten Temperaturmessungen mit Hilfe des strengen Winters 1708/09. — *Ber. dtsh. Wetterdienst*, 13, Nr. 92, 1964.
- [19] FLOHN, H.: Klima und Witterungsablauf in Zürich im 16. Jahrhundert. — *Vjschr. naturf. Ges. Zürich*, 94, S. 28—41, 1949.
- [20] BAUR, F.: Meteorologische Beziehungen zu solaren Vorgängen. I. Teil: Neufestsetzung der Epochen der Minima und Maxima der Sonnenflecken; II. Teil: Meteorologischer Nachweis von Strahlungsschwankungen der Sonne. — *Meteor. Abh. Inst. Meteor. Geophys. Freie Univ. Berlin*, 50, 3, 4, 1964, 1967.
- [21] — in: *Meteor. Taschenbuch*, begr. von F. LINKE, Neue Ausgabe, 1. Bd., 2. Aufl., 1962.
- [22] WALDMEIER, M.: The sunspot activity in the years 1610—1960. — Zürich 1961.

- [23] FLOHN, H.: Klimaschwankungen und großräumige Klimabeeinflussung. — Arb. Gem. Forsch. Nordrhein-Westfalen; AGF-Reihe Nat.-Wiss., H. 115, 61 S., Köln, Opladen 1963.
- [24] KEIL, K.: Jahresschwankungen der Temperatur. — Meteor. Rdsch., 20, S. 55—58, 1967.
- [25] PEPLER, A.: Stehen wir wieder am Beginn einer kontinentaleren Klimaepoche? — Z. angew. Meteor., Das Wetter, 53, S. 37, 1936.
- [26] PARET, O.: Droht Europa eine Trockenzeit? — Stuttgarter Rundschau, 2, 10, 1947. 1947.
- [27] METTERNICH, A.: Die Wüste droht. — Bremen 1949.
- [28] LAMB, H. H. & JOHNSON, A. I.: Secular variations of the atmospheric circulation since 1750. — Geophysical memoirs, 110, London 1966.
- [29] BINNEWIES, C.: Besuch auf Surtsey. — Kosmos, 61 S. 148, 1965.
- [30] THORARINSSON, S.: Surtsey, Geburt einer Vulkaninsel im Nordmeer. — Zürich u. Stuttgart 1966.
- [31] LAMB, H. H. & JOHNSON, A. I.: Climatic variation and observed changes in the general circulation. — Geografiska Annaler 1959, S. 94, und Geogr. Ann. 1961.
- [32] LAMB, H. H.: Neue Forschungen über die Entwicklung der Klimaänderungen. — Meteor. Rdsch., 17, S. 65, 1964.
- [33] — The climates of the 11th and 16th centuries Ad. — Weather, 17, S. 381, 1962.
- [34] — Climatic change within historical time as seen in circulation maps and diagrams. — Ann. New York Ac. Sc., 95, S. 124, 1961a.
- [35] WEXLER, H.: Radiation Balance of the earth as a factor in climatic changes. — In: H. SHAPLEY, Climatic change, evidence causes and effects. Harvard University Press, Cambridge 1953.
- [36] MANLEY, G.: Problems of the climatic optimum: The contribution of glaciology. — Roy. meteor. Soc. Proceedings of the International Symposium on World Climatic from 8000 to 0, B. C., S. 34.

(Am 31. 3. 1967 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1966-1968

Band/Volume: [NF_9](#)

Autor(en)/Author(s): Rudloff Hans von

Artikel/Article: [Klima-Schwankungen in Europa seit 1670, das Klima-Optimum 1942 - 1953 und die nachfolgende Klima-Verschlechterung \(1967\) 459-476](#)