

DER MONAT DES GERINGSTEN NIEDERSCHLAGS IN EUROPA

Mit 15 Abbildungen und einer Beilage (V)

WOLFGANG LANDMANN und FRITZ FEZER

Summary: The month of the minimal precipitation in Europe

The annual course of precipitation defines the western coasts of Europe as areas with maxima in winter, the minimum occurring in the Mediterranean climate in July/August, the Atlantic one doing so in April/May/June. There is a very gradual convergence of the two, though it is only in S.W. France that their pure form extends further than 100 km inland; it extends less far on steep mountainous coasts and occasionally further on the gently rising slopes of high mountains ranges.

In the continental pattern of precipitation March-April receives least and May-August (according to latitude) most precipitation. In the transitional areas between summer and winter maxima the period of precipitation is divided into spring and autumn rains. In continuation of the areas with winter rains there are those whose main minimum, though occurring in winter, is balanced by another one in summer, that resembles the adjacent type. In the lowland the west-east change of forms is so gradual that even the trained observer will scarcely notice it when travelling. The transitional region could be subdivided by the establishment of the frequency of certain minimum factors at the areal limits of important plants.

Many large towns are continental islands, not only in respect of temperature but also with regard to their precipitation pattern. On the other hand, many mountains show island-like oceanic patterns of precipitation.

In W. LANDMANN's paper (1975) the primary and secondary precipitation minima of the whole of Europe are represented.

Im hochtechnisierten Europa verbrauchen Haushalte, Landwirtschaft und Industrie ständig mehr Wasser. Durch höhere Gebühren, Förderung von Kreislaufprozessen und andere Sparmaßnahmen kann dieser Anstieg gebremst werden, doch müssen wir zweifellos mehr als bisher Wasser aus niederschlagsreichen Monaten für niederschlagsarme Zeiten speichern, sei es in Zisternen, in einem durch Müllkompost angereicherten Humusboden, durch Schluckbrunnen in Lockersedimenten, am häufigsten wohl in Stauseen. Es wird also zunehmend wichtiger werden, nicht nur die Jahressumme, sondern auch die Perioden mit Überschuß und solche mit Wasserklemmen sowie deren Eintreffwahrscheinlichkeit (Variabilität) zu kennen, um die Speicher mit dem größtmöglichen Nutzeffekt zu bewirtschaften. Die Nah- und Fernwasserleitungen werden sich immer stärker und enger vernetzen; dieser räumlichen Komponente des Problems gelten die folgenden Untersuchungen.

Der braune Diercke-Weltatlas enthält seit 1957 eine Karte „Der Monat des stärksten Niederschlags in Europa“ (neueste Auflage S. 75). Sie ist hier als Abb. 5 in Schwarzweiß wiedergegeben. Im planetarischen Formenwandel wandert das Maximum vom März in Teheran zum April am Aralsee, Mai im Kaukasus, Juni in der Südukraine, Juli in Moskau und in den August um Archangelsk. Das ozeanische November/Dezember-Maximum in W- und N-Iberien, der Bretagne, in Cornwall, Irland, Schottland und Island wird landeinwärts von einem September/Okttober-Maximum abgelöst, nur die höheren Mittelgebirge bilden Inseln des ozeanischen Regenregimes. Das mediterrane Januar-Maximum in Nordafrika verschiebt sich an der Küste in den Dezember, in Süditalien und Nordgriechenland in den November, in Norditalien und -dalmatien in den Oktober.

Einer Anregung von GRAUL (mündl.) folgend, hat der erstgenannte Verfasser als Gegenstück den Monat des geringsten Niederschlags untersucht. Als Quelle diente der Klimadiagramm-Weltatlas von H. WALTER und LIETH (1960), der – soweit verfügbar – die Niederschlagsperiode 1891–1930 darstellt. W. GEGENWART bemerkte schon 1952, daß sich im Rhein-Main-Gebiet das Minimum vom Februar in den März schob, und sich das vorher unbestrittene Juli-Maximum auf Juni und August aufteilte (Abb. 2). KANDLER (1977) hält diese Verschiebungen für eine „echte Klimaschwankung“. KUBAT (1972) und FLIRI (1975) werten die Niederschlagsperiode 1930–1960 aus, der Deutsche Wetterdienst häufig 1951–1970. Vergleicht man Klima-Diagramme und Karten aus den verschiedenen Perioden, so haben sich nicht nur die Extremmonate vorverlegt oder verspätet, sondern es sind auch einige Klimainseln verschwunden, in den Alpen erwiesen sich aber die Grenzen als beständig. Ferner war es den Verfassern nur mit einem europaweit aufbereiteten Arbeitsmittel wie dem Klimadiagramm-Weltatlas möglich, das Ziel in einer angemessenen Zeit zu erreichen, wurden doch 3508 Niederschlagsstationen ausgewertet.

Während West- und Mitteleuropa durch die Dichte der Meßstationen hervorstechen, ist vor allem Osteuropa mit seinen 303 damaligen Stationen unterrepräsentiert. Dennoch kann man sagen, daß die einzelnen Karten auf einer solchen Fülle von Werten aufbauen, daß sie sich zuverlässig interpretieren lassen. Oft konnten wir sogar Subprovinzen durch ihren abweichenden Niederschlagsgang ausgliedern.

I. Methoden und Probleme

Aus den Diagrammen wurde mit Hilfe von Transparent-Millimeterpapier der Monat des geringsten Niederschlags abgelesen, der Monatswert dann auf einer Manuskriptkarte farbig markiert und Gebiete gleicher Minimummonate zu Flächen zusammengefaßt. Schwierigkeiten bei der Abgrenzung wurden folgendermaßen überwunden:

a) Lagen die Meßstationen mit unterschiedlichen Minimummonaten nicht so dicht zusammen, daß eine eindeutige Grenzziehung möglich war, so wurde in ortographisch einheitlicher Landschaft die Grenze in der Mitte zwischen den beiden Stationen gezeichnet. War das Gelände verschiedenartig gestaltet, so haben wir nach Gesetzmäßigkeiten der Minimaverteilung gesucht; lagen z. B. die Minima in einem Becken im Monat Juli und im umgebenden Bergland im August, so wurde die natürliche Beckenbegrenzung ebenfalls zur Abgrenzung Juli–August genommen.

b) Monate, die nur durch einen einzigen Monatswert in einem anderen Monatsareal vertreten waren, wurden meist als Kreise oder in Tallagen als gesteckte Ovale eingetragen. In der zusammenfassenden Europakarte wurden diese Werte nicht mehr berücksichtigt.

c) In den Überschneidungsgebieten der einzelnen Karten, in denen jeweils verschiedene Meßstationen eingetragen waren, wurde die Abgrenzung der einzelnen Monatsareale besonders schwer. Durch Übertragung der Meßstationen auf die jeweils andere Karte wurde dennoch versucht, eine übereinstimmende Minimumverteilung zu erhalten.

d) Es kam in verschiedenen Niederschlagsdiagrammen vor, daß entweder zwei benachbarte Monate visuell nicht zu unterscheidende Minimalwerte aufwiesen, oder aber zwei Monate in verschiedenen Jahreszeiten, wenn ein doppelter Niederschlagsjahresgang vorhanden ist. In diesem Fall haben wir immer denjenigen Monat ausgewählt, der mit den Monaten der umgebenden Meßstationen übereinstimmte. Lag er allerdings im Grenzbereich verschiedener Monatsareale, wurde die Grenze durch die Meßstationen hindurch verlegt.

e) In Gebieten, in denen die geringe Dichte der Meßstationen nur eine sehr unsichere Grenzziehung erlaubte, wurde die Grenzlinie gestrichelt. Dies erfolgte im Skandinavischen Hochgebirge, in den Pyrenäen, in Jugoslawien, im nördlichen Gebiet des Schwarzen Meeres und im Kaukasus.

f) Die vielen Meßstationen auf der Halbinsel Krim zeigten so unterschiedliche Minima, daß wir keine flächenhafte Darstellung versuchten, sondern hier den Hinweis ‚Minimum zu allen Jahreszeiten‘ eintrugen.

g) Die wenigen Wetterstationen auf Island liegen an der Küste, weshalb wir die dortige Minimaverteilung nicht darstellen konnten.

Viele Klimastationen haben neben einem Erstminimum noch ein zweites registriert. Um uns auf wesent-

liche Zweitminima zu beschränken, haben wir drei Kriterien aufgestellt.

- Es müssen mindestens 3 Monate höherer Niederschlagstätigkeit zwischen Erst- und Zweitminimum liegen.
- Das Zweitminimum darf höchstens um 65% der Differenz zwischen Erstminimum und Zweitmaximum über dem Erstminimum liegen.
- Das Zweitmaximum muß mindestens 40% der Differenz zwischen Erstminimum und Erstmaximum über dem Erstminimum liegen.

Durch Kriterium b) ist sichergestellt, daß nicht schon eine sehr geringe Niederschlagsabnahme zwischen Erst- und Zweitmaximum berücksichtigt wird; Kriterium c) schaltet alle Fälle aus, in denen einem enormen Erstmaximum nur ein wesentlich geringerer und kaum differenzierter Restniederschlagsgang gegenübersteht. Die drei Auswahlkriterien haben sich im Laufe der Arbeit gegenüber anderen angewendeten Kriterien als am günstigsten herausgestellt, als Relationszahlen wurden die besten Erfahrungswerte genommen.

Es ist noch zu erwähnen, daß hier als Zweitmaximum der Monat angesehen wird, der die höchste Niederschlagsmenge in derjenigen Periode zwischen Erst- und Zweitminimum aufweist, in der nicht das absolute Niederschlagsmaximum liegt. Es muß also nicht der Monat mit der zweitgrößten Regenmenge sein, wenn sich dieser in der gleichen Periode wie das Erstmaximum befindet. Wegen der strengen Anforderungen führen wir die Begriffe „Erst-“ und „Zweitminimum“ ein, um sie vom üblichen „Haupt-“ und „Nebenminimum“ zu unterscheiden.

Auf der Kartenbeilage V wurden die Erstminima mit Farben, die Zweitminima durch Raster dargestellt. Dadurch läßt sich z. B. erkennen, daß in den Übergangsbereichen, in denen das Erstminimum vom Sommer auf den Winter springt, das Zweitminimum vom Winter auf den Sommer wechselt.

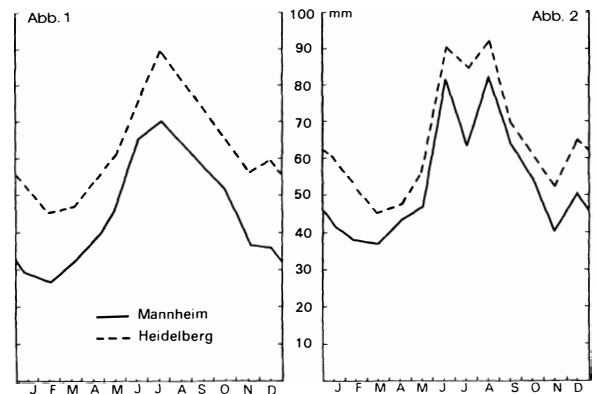


Abb. 1 und 2: Mittlere Monatssumme der Niederschläge. 1 Mittel von 40 Jahren nach WALTER und LIETH, 1960; 2 Mittel der Jahre 1951–1960 nach FEZER und SEITZ 1977

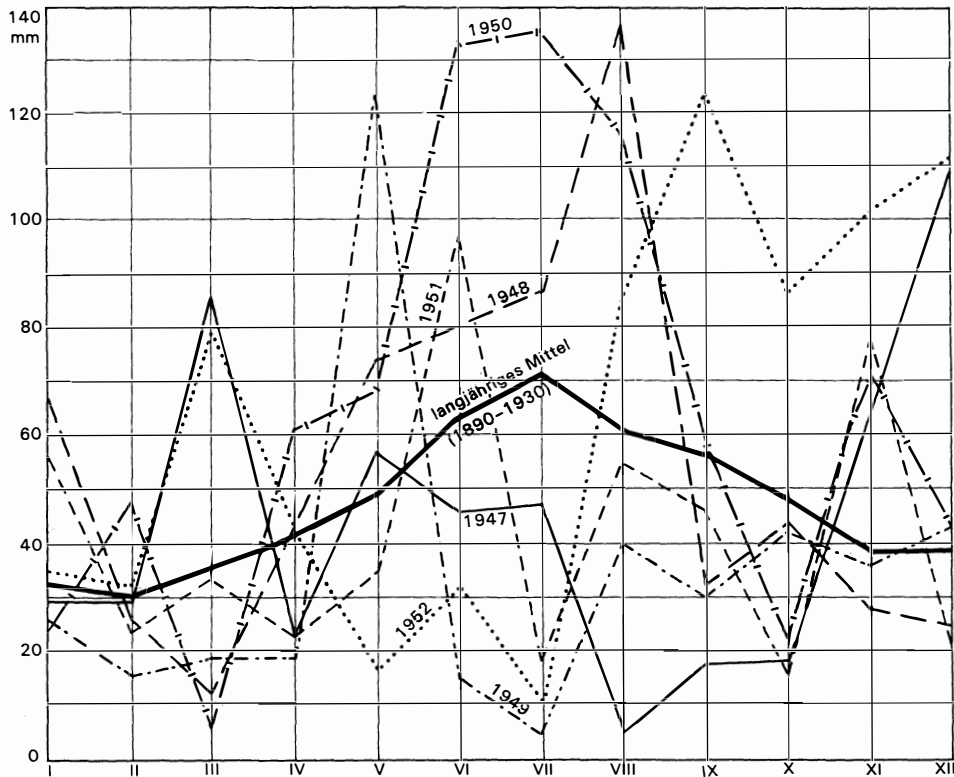


Abb. 3: Veränderlichkeit des monatlichen Niederschlags in Ludwigshafen-Mundenheim in den Jahren 1947–52 (aus KLÖPPER, 1957, S. 24)

II. Aussagewert der Karten

BLÜTHGEN hält für Niederschlagsuntersuchungen eine 50jährige Periode für notwendig. Abb. 1 gibt die Niederschlagsdiagramme der hier durchweg verwendeten 40jährigen Periode für die Stationen Heidelberg und Mannheim wieder. Abb. 2 greift für die gleichen Stationen die zehnjährige Periode 1951–1960 heraus, die Kurve ihrer Mittelwerte laufen viel unruheriger und die Extremmonate haben sich verschoben.

Für die Station Ludwigshafen-Mundenheim hat KLÖPPER (1957) die Veränderlichkeit der monatlichen Niederschläge dargestellt. Die aus der Kreisbeschreibung übernommene Darstellung (Abb. 3) läßt erkennen, daß nur 1950 das Regenmaximum in den Juli, den Monat des höchsten Mittelwertes, fiel. In keinem einzigen Jahr fiel das Minimum auf den Februar, den Monat des geringsten Mittelwertes, weil die Beobachtungsperiode gerade den Übergang vom Februar- auf das Märzminimum erfaßte (vgl. KANDLER 1977). Trotz aller Einwände ergibt sich aber deutlich, daß der Februar in allen Jahren durch geringe Niederschläge ausgezeichnet ist. Vermutlich gelten solche Unsicherheiten für alle Übergangsbereiche des Niederschlagsgangs. Demgegenüber treffen in den kontinen-

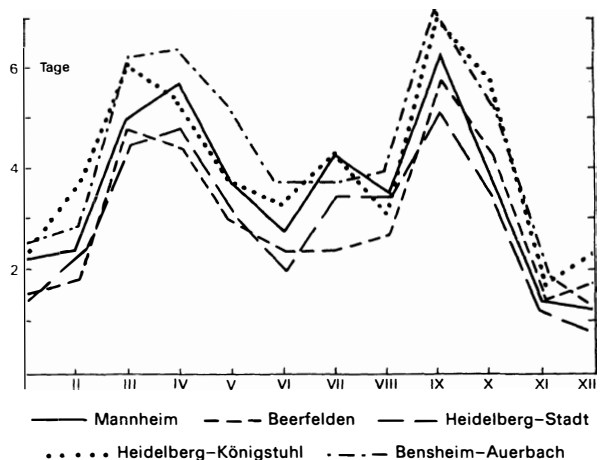


Abb. 4: Anzahl der heiteren Tage (Bewölkung maximal $\frac{2}{10}$ der Himmelsfläche) – Periode 1951–60 (aus FEZER und SEITZ)

talen und mediterranen Gebieten die Jahrgänge zuverlässig ein. Über die Variabilität der monatlichen und jährlichen Niederschlagsmengen wurden von FLIRI (1974) zahlreiche Karten vorgelegt.

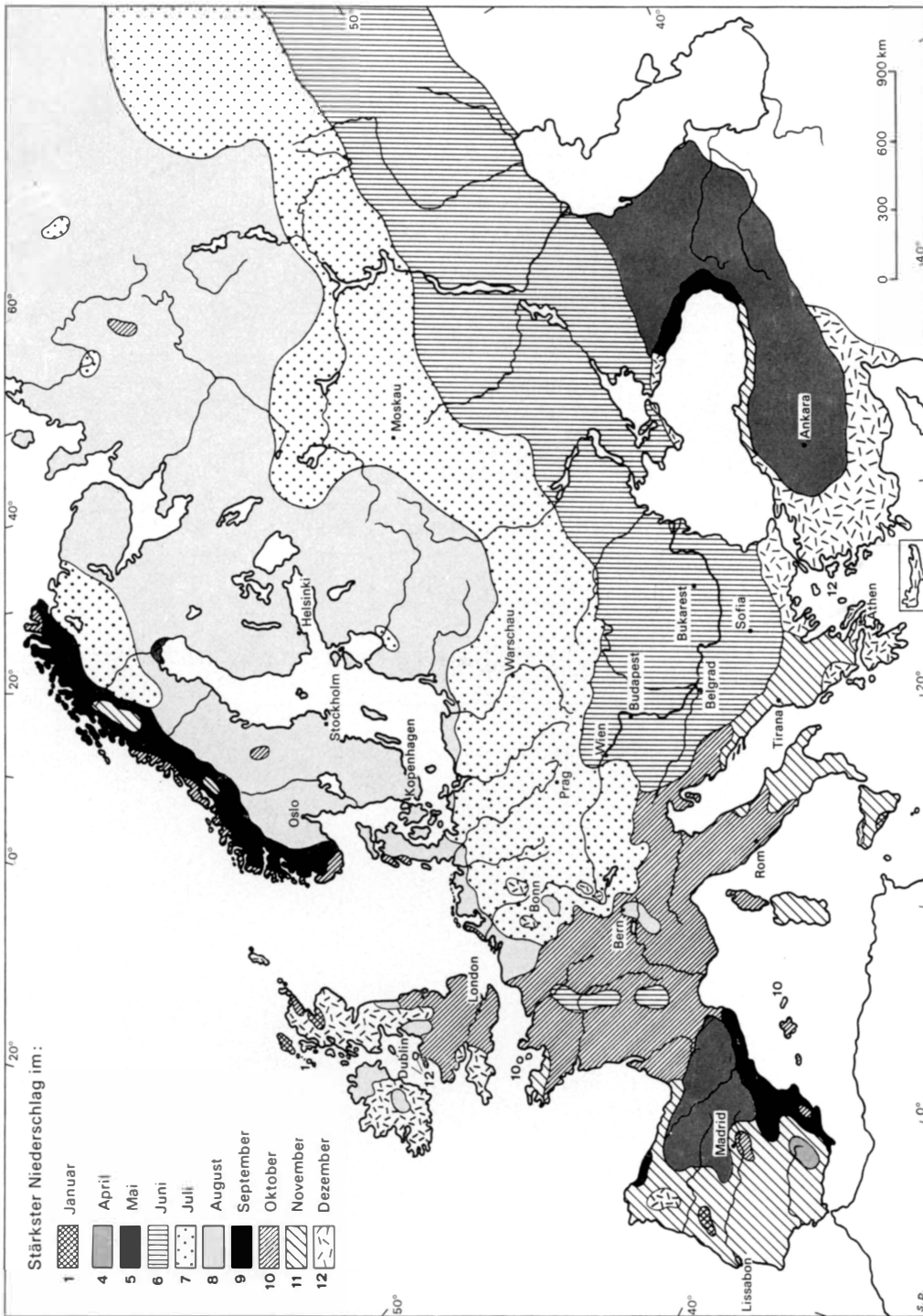


Abb. 5: Der Monat mit der größten Niederschlagsmenge in Europa. Mit freundlicher Erlaubnis des Georg Westermann-Verlags aus dem Diercke-Weltatlas (69. Aufl. S. 75)

Während im mediterranen Klima der Niederschlagsgang mit vielen anderen Klimaelementen verkettet ist, gilt dies im mitteleuropäischen Übergangsbereich nur für den Jahresgang der „heiteren Tage“ (Abb. 4). Diese erreichen ihre Maxima im März und September, also in den Monaten, in denen die Niederschlagsmengen gering sind.

III. Minimumzonen und ihre Übergänge

Europa ist schon von zahlreichen Autoren in Klimaprovinzen eingeteilt worden (Abb. 13). Die Betrachtung der Minimum-Monate wird diese bewährten Gliederungen nicht umwerfen, kann sie aber in vielen Übergangsbereichen verfeinern und absichern.

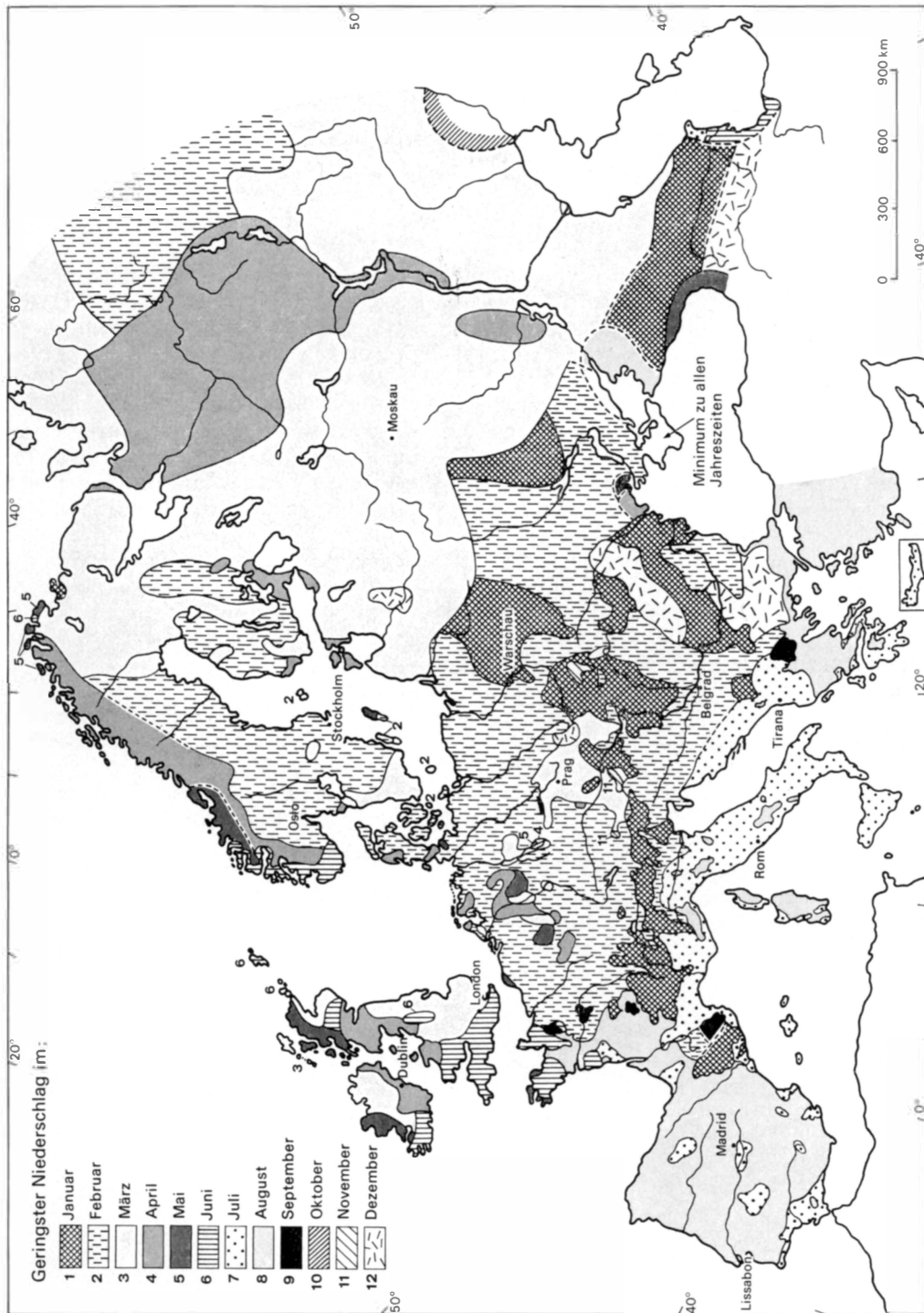


Abb. 6: Der Monat mit der geringsten Niederschlagsmenge in Europa (Periode 1891–1930 oder Teile davon)

1. *Mediterraner Niederschlagsgang – subtropische Winterregenzone*

Hier sorgt im Sommer das Azorenhoch für absteigende Bewegungen, so daß trotz starker Verdunstung des warmen Mittelmeerwassers und lebhafter Thermik die Monate Juli und August regelmäßig regenlos sind,

in den südlichsten Breiten werden noch weitere Monate erfaßt. Während die Regenmaxima zeitlich weit streuen (LAUTENSACH 1951, S. 145 f.), läßt sich das Minimum sehr gut für die Kennzeichnung und Abgrenzung verwenden.

Im südlichen Italien (Abb. 7) gibt es jeweils nur eine Regen- und eine Trockenzeit. Obwohl das hoch-

sommerliche Minimum bis in die Poebene reicht, häufen sich nördlich von Rom Stationen mit einem Zweitminimum im Januar, Februar oder März und entsprechend zwei Niederschlagsperioden. Nur an der Westküste der Halbinsel und der Inseln Korsika und Sardinien bringt der Juli den geringsten Niederschlag, in den Gebirgen verschiebt sich das Minimum in den August.

Gegenüber der Apenninen-Halbinsel verhält sich die Iberische Halbinsel wesentlich anders (s. Beilage V). Das Ebrobecken sowie die von Gebirgen eingerahmten Hochländer von Alt- und Neukastilien weisen Zweitminima auf, und zwar in weit südlicherer Lage als in der Toscana. Hier kann es sich nicht um einen Übergang zu einem Sommerregengebiet handeln. LAUTENSACH (1951, S. 152) und andere Autoren begründen die winterliche Trockenperiode mit der Ausbildung eines zentraliberischen Hochs, das sich auf Grund der thermischen Verhältnisse im zentralen Hochland ausbildet und vor allem im Inneren der Halbinsel und an der Ostküste wetterwirksam wird. Die im Winter auch auf Spanien übergreifenden Zyklonen werden durch dieses Hoch abgeblockt, so daß das Eindringen niederschlagsreicher Fronten verhindert wird und nur die westlichen und nördlichen Küstengebiete ergiebigere Winterregen erhalten. Außerdem sorgen westliche und nördliche Küstengebirge, die bis über 2000 m aufragen, als Regenfänger, so daß sich die inneren Becken durch eine ausgesprochene Leelage auszeichnen. Abb. 8, das Niederschlagsdiagramm von Zaragoza, zeigt einen für weite Gebiete Spaniens typischen doppelten Niederschlagsgang.

Die im Norden auf der Südostabdachung der Pyrenäen zum Erstminimum umschlagenden winterlichen Trockengebiete setzen sich an der Ostküste südwärts fort. Diese Niederschlagsarmut wird von H. LAUTENSACH (1951, S. 152 f.) durch die auf die Küste auftreffenden Kaltluftmassen erklärt, die durch das südfranzösische Tor hindurchbrechen; sie sind als „Lle-vants“ bekannt.

Demgegenüber erleben Portugal und die spanische Südküste bis Cartagena ebenso wie Süditalien ein

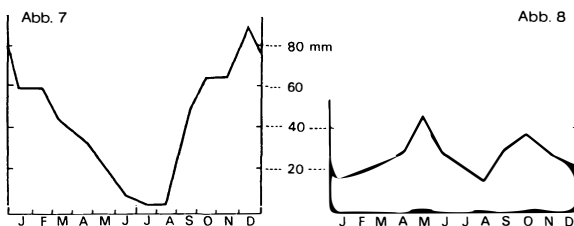


Abb. 7: Marsala/Sizilien 12 m NN, 499 mm Jahresniederschlag, monatl. Mittel aus 10 Jahren

Abb. 8: Zaragoza/Spainien 205 m, 321 mm Jahresniederschlag, monatl. Mittel aus 19 Jahren (beide nach WALTER u. LIETH, 1960)

Juliminimum, das sich dann in Griechenland und in der westlichen Türkei in den August verschiebt. Hier herrscht also der einfache Jahresgang ausschließlich. Betrachten wir nun diese eu-mediterrane Zone auf der Karte des maximalen Niederschlagsmonats (Abb. 5), so stimmt sie mit der November/Dezember-Maximazone in verblüffender Weise überein.

2. Übergang vom mediterranen zum ozeanischen Niederschlagsgang

An der nordspanischen Küste bringen zwar Zyklonen ganzjährig ausreichend Regen, der Jahresgang schließt sich aber noch weitgehend dem der übrigen Halbinsel an. Folgen wir nun der französischen Atlantikküste nordwärts, so läßt der Einfluß des sommerlichen Azorenhochs ganz allmählich nach. In La Rochelle fällt das Minimum noch in den August, an der West- und Nordküste in den Mai. Warum gehen nun mediterranes und ozeanisches Regime problemlos, also ohne Zweitminimum, ineinander über? Die Minimum-Monate beider Zonen folgen so dicht aufeinander, daß das gelegentliche Verschieben der Grenzen gar nicht empfunden wird. Will man Grenzen ziehen, so muß man fragen, von wo ab die sommerlichen Niederschläge für ein Wachstum frisch gesäter Pflanzen ausreichen.

Es ist bekannt, daß an den Westküsten schon 10 m hohe Rücken sich als Luv oder Lee auswirken. Es unterscheiden sich aber nicht nur die Niederschlagsmengen, sondern auch die Jahresgänge, wie es die beiden Stationen an der schottischen West- und Ostküste (Abb. 9 und 10) demonstrieren.

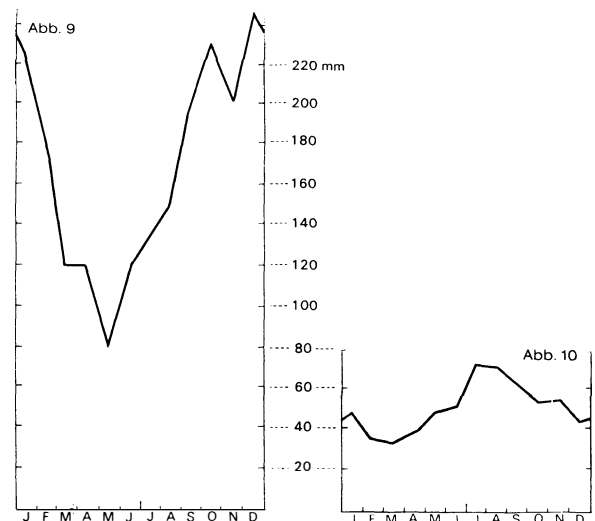


Abb. 9: Fort William/Schottland 57 m, 2008 mm Jahresniederschlag, monatl. Mittel aus 25 Jahren

Abb. 10: Forres/Schottland 47 m, 625 mm Jahresniederschlag, monatl. Mittel aus 35 Jahren (beide nach WALTER u. LIETH, 1960)

Das eu-ozeanische Fort Williams an der Westküste erhält im Dezember den meisten und im Mai den geringsten Niederschlag. Forres am Moray Firth liegt nur 135 km östlich der Westküste, aber das Wintermaximum ist auf 50 mm im Januar geschrumpft (Zweitmaximum), der übrige Jahresgang gleicht schon weitgehend dem des mitteleuropäischen Übergangsklimas, kontinentale Einflüsse sind deutlich zu erkennen. Das Sommermaximum gilt nicht nur für Forres, sondern tritt in vielen Stationen der Ostküste auf. Das ozeanische Regime ist auf den nach Westen gewandten Bereich beschränkt, spätestens an der Wasserscheide schlägt es, mit schmalem Übergang, in den kontinentalen Niederschlagsgang um.

Island liegt im Winter östlich des nordatlantischen Luftdruckminimums, so daß westliche bis südwestliche Winde im Winter vorherrschen und der Südküste äußerst ergiebige Niederschläge zuführen. Das Minimum wird erst während der sommerlichen Tiefabschwächung im Juli oder August erreicht.

3. Übergang vom ozeanischen zum kontinentalen Niederschlagsgang

Wie oben dargelegt, beginnt die Übergangszone schon bald nach Verlassen der den winterlichen Zyklo-nen ausgesetzten Küsten, und sie reicht auf der anderen Seite außergewöhnlich weit nach Osten. In Skandinavien zeigt das hoch auf dem Dovrefjell, aber schon nach Südosten geneigte Dombås ein sommerliches Maximum, nur das Aprilminimum erinnert noch an den Einfluß des nahen Meeres. Der Gesamtniederschlag ist so gering, daß im Ottadal die Wiesen beregnet werden.

In Deutschland beschränken sich ozeanische April/Mai-Minima auf Nordfriesland, einige weitere Küstenstationen und das Rheinische Schiefergebirge. Ein winterliches Erstmaximum empfangen auch die Gipfelflagen des Schwarzwaldes, ein winterliches Zweitmaximum noch weitere Mittelgebirge als ozeanische Klimainseln. Die SW-Ecke des Odenwaldes empfängt (1901–1960) mit 102 bzw. 103 mm die meisten Niederschläge im Juli und August, erscheint also kontinental. Aufschlußreicher ist der Quotient aus den Mengen des reichsten und ärmsten Monats, der mit 2,4 zwischen Rheingraben und Pfälzerwald vermittelt. Betrachten wir dagegen den Monat des geringsten Niederschlags, so rückt dieser vom März (Königstuhl) gegen den zentralen Odenwald in den April und Mai und erinnert damit an den ozeanischen Niederschlagsgang. Umgekehrt greift der kontinentale Typ in Becken weit nach Westen aus. Insgesamt nehmen mit zunehmender Entfernung vom Meer die „fremdbürtigen Wettererscheinungen ab, die eigenbürtigen zu“ (FLOHN 1954, S. 141).

Keine Station des Oberrheingrabens erfüllt die oben gesetzten Kriterien für ein herbstliches Zweitminimum, die frühwinterlichen Niederschläge steigen zu wenig und dauern zu kurze Zeit an. Extrem gering ist die Steigerung in Mannheim-Ludwigshafen mit nur 10% (Mundenheim 1947–1952, s. Abb. 3, Mannheim-Nord-

ost 1951–1970). Diese beiden Großstädte bilden also eine Insel mit rein kontinentalem Niederschlagsgang.

4. Kontinentaler Niederschlagsgang – Regen zu allen Jahreszeiten, aber Maximum im Sommer

Wie beim mediterranen und beim ozeanischen Typ ist auch hier der Jahresgang einfach, jedoch umgekehrt. Es müssen einerseits noch genügend Rücklagen verfügbar sein (Schnee und Eis, Flüsse und Seen, Bodenwasser usw.), andererseits muß die Luft schon so warm sein, daß sie die verdunsteten Wassermengen auch aufnimmt. Daher wandert das Niederschlagsmaximum vom März im Iran bis zum August in Nordrußland. In der gleichen Richtung ist das Minimum ziemlich konstant im März, nur zwischen Perm und Archangelsk im April. Der kontinentale Niederschlagsgang beherrscht ganz Osteuropa und große Teile Nordeuropas.

Aus der Phänologie (z. B. FEZER und SEITZ) ist bekannt, daß in Städten der Frühling zeitiger eintrifft. In Osteuropa, wo das zonale Niederschlagsminimum auf den Spätwinter (März–April) fällt, steigen dann in etlichen Großstädten die Niederschlagsmengen bereits wieder an. Die Minima treffen verfrüht ein, in Budapest um 0–1 Monat, in Wologda, Moskau und Woronesch um 1 Monat, in Leningrad und Prag um 2 und in Krakau um 3 Monate. Dies könnte darauf beruhen, daß die Schneedecke des Freilandes die Energie zu 42–85% in die Atmosphäre zurückstrahlt (BLÜTHGEN S. 75), während die Wandflächen sie aufnehmen und im Februar, März und April bereits Konvektion auslösen, die dann zu lokalen Zyklo-nen und zu Niederschlag („Industrieschnee“) führt.

Das Sommermaximum liegt in den südlichen Breiten schon im Juni, das Minimum ist in den Südkarpaten und den Balkengebirgen gleichfalls auf den Dezember vorverschoben.

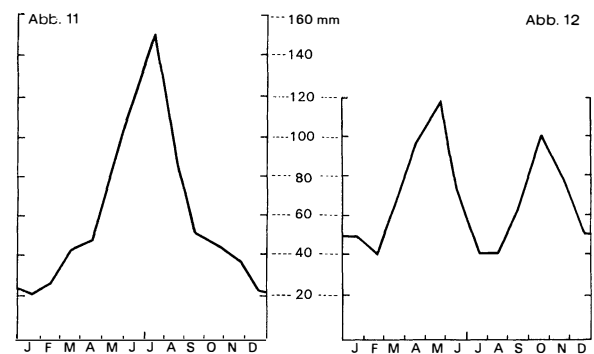


Abb. 11: Dorna-Watra/Rumänien 789 m, 731 mm Jahresniederschlag, monatl. Mittel aus 19 Jahren

Abb. 12: Fossana/Italien 393 m, 808 mm Jahresniederschlag, monatl. Mittel aus 71 Jahren (beide nach WALTER u. LIETH, 1960)

5. Übergang vom mediterranen zum kontinentalen Typ

Weil die Hauptniederschläge in konträren Jahreszeiten fallen, stellt sich beim Übergang ein doppelter Jahresgang ein, wobei die Maxima auf Frühling und Herbst fallen. Ob das Winter- oder das Sommerminimum stärker ist, hängt vom Einfluß der beiden Typen ab. Entlang eines Grenzsaums von Südfrankreich über die Poebene, Jugoslawien, Südungarn, Nordgriechenland, Südbulgarien bis rund um das Schwarze Meer schrumpfen die mediterranen Hochsommerminima zu Zweitminima. Die Übergangszone verteilt sich in Frankreich und Jugoslawien-Südungarn über ein breites Gebiet, in Italien enden die an das Mittelmeerklima erinnernden sommerlichen Zweitminima schlagartig beim tieferen Eindringen in die Alpen, im Etschtal genau an der alten Sprachgrenze bei der Salurner Klause. Entlang des Schwarzen Meeres ist der Kontinentaltyp so stark, daß sich der Übergang von Burgas nach Varna auf kaum 100 km Entfernung vollzieht.

Fossana (Abb. 12) liegt nördlich der Ligurischen Kette an der Stura. Wie durchweg in Westeuropa sind die Frühjahrsniederschläge ergiebiger, in Osteuropa sind es die Herbstregen.

6. Die Alpen

KUBAT (1972) und FLIRI (1974 und 1975) haben den Niederschlagsgang aufgrund eines viel reichhaltigeren Datenmaterials untersucht und dargestellt. Aus alledem ergibt sich, daß die Alpen zwar eine Wetter-, aber keine Klimascheide sind, sie ordnen sich vielmehr in die oben geschilderten Übergangsbereiche ein. „Keine andere Klimaerscheinung ist sosehr geeignet, die Lage des Alpenraums im Übergangsgebiet vom kontinentalen zum maritimen und mediterranen Klima zu veranschaulichen wie der Jahresgang des Niederschlags“ (FLIRI 1975). Vergleicht man unsere Periode 1891–1930 mit der neueren 1931–1970, so unterbietet jetzt das nordalpine Dezember-Minimum unser Februar-Extrem, während sich südlich des Alpenhauptkamms das Januar-Minimum gehalten hat, es schließt seit 1930 auch die „Sieben Gemeinden“ ein, wo sich das mediterrane August-Minimum zu einem Zweitminimum abgeschwächt hat. Übrigens ertüllen FLIRIS „Nebenminima“ nur am Alpensüdrand unsere im Abschnitt 2 aufgestellten Kriterien für „Zweitminima“.

V. Die Grenze zwischen ozeanischem und kontinentalem Typ

Wie schon in Abschnitt IV.3. geschildert, ist die Übergangszone zwischen dem rein ozeanischen und dem typisch kontinentalen Niederschlagsgang außergewöhnlich breit. Entsprechend weit liegen die „Kontinentalitätsgrenzen“ verschiedener Autoren auseinander (Abb. 13). Diese Unsicherheit führt an der österrei-

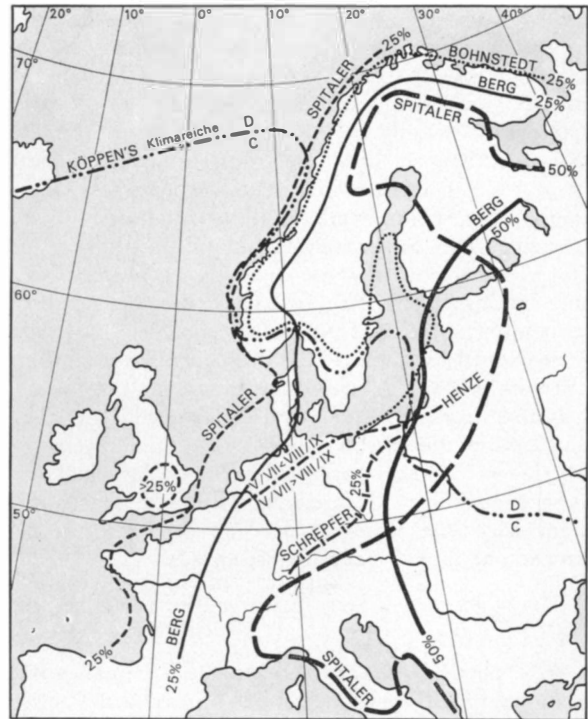


Abb. 13: Kontinentalitätsgrenzen in Europa nach verschiedenen Autoren (nach H. BERG, 1940)



Abb. 14: Die ozeanisch-kontinentale Grenze nach dem Monat des geringsten Niederschlags

chisch-ungarischen Grenze zu dem grotesken Fall, daß österreichische Landeskunden das Burgenland als kontinental bezeichnen, ungarische Autoren das noch wesentlich trockenere, östlich anschließende Kisalföld als maritim.

Der Minimummonat ist ein leicht zugängliches, weltweit anwendbares, einfaches Hilfsmittel, um Klimaprovinzen abzugrenzen (Abb. 14). Im ozeanischen Saum Europas liefern April, Mai und Juli die geringsten Niederschläge, im kontinentalen Hauptteil fällt das Minimum auf Januar, Februar und März. Weil in den Übergangsbereichen die Monatsmengen von Jahr zu Jahr und vermutlich auch von Dekade zu Dekade stark schwanken, bietet sich die Häufigkeit des Auftretens einer niederschlagsarmen Jahreszeit dafür an, diese Bereiche unterzugliedern. Am Beispiel des ozeanischen Niederschlagsgangs demonstriert FLIRI (1975), wie dieser in den Alpen ostwärts seltener vorkommt. Im Unterwallis fällt in jedem zweiten Jahr die trockenste Jahreszeit auf den Frühling, im Inntal sind es bis Innsbruck 40%, talab bis Kufstein nur noch 30% aller Jahre. In Ungarn hat sich die Häufigkeit, mit der trockene (mediterrane) Sommer auftreten, bei der Untergliederung bewährt (ZOLYOMI 1964).

VI. Die Bedeutung der Niederschlagsminima für Pflanzenverbreitung, Land-, Wasser- und Energiewirtschaft und für Freiluftaktivitäten

Je nach Speicherkapazität des Bodens wird Niederschlagsmangel als Trockenzeit oder Dürre von den Pflanzen durchlitten. Xerophyten setzen sich dann gegen andere Wettbewerber durch. Daher stimmt die Nordgrenze einer typisch mediterranen Eiche in verblüffender Weise mit der Nordgrenze der Sommerminima überein (Abb. 15). Es scheint, daß das winterliche Zweitminimum an der spanischen Ostküste die Reifung der Agrumen begünstigt (s. Beilage V).

Das in Frankreich von Angers bis Meaux auftretende Zweitminimum fällt in den August (Beilage V); es ist an den reichen Getreideernten der Beauce nicht ganz unbeteiligt. Auch der südlich anschließende Streifen von Châteauroux bis Reims hat über sein Zweitminimum nicht zu klagen, die Schönwetterperiode im September bringt die Trauben an Loire, Yonne und Marne – in einer verhältnismäßig weit nach Norden vorgeschobenen Lage – zur Reife.

Das winterliche Minimum im kontinentalen Osten Europas schränkt die Landwirtschaft kaum ein, da die Pflanzen wegen der tiefen Temperatur sowieso ihre Tätigkeit einstellen. Erst in Sibirien wird dann die Schneearmut so kritisch, daß Getreide „auswintern“ würde. In Kasachstan wird auf manchen Sowchosen der frisch gefallene Schnee sofort festgewalzt. Mit der sommerlichen Wärme fällt dann auch die Hauptniederschlagsperiode zusammen, nur in einzelnen Jahren treten gefährliche Defizite auf.

Für die Wasser- und die Energiewirtschaft ist nicht der Niederschlag, sondern erst der Abfluß wichtig. Auch hier verhalten sich die ozeanischen und die mediterranen Zonen ähnlich, indem die Regen-Minima ins Sommerhalbjahr fallen, also in eine Zeit mit starker Verdunstung. Der jahreszeitliche Wechsel wird durch die Temperatur noch akzentuiert. Das übrige Europa empfängt dagegen im Winter die geringsten Niederschläge, wenn Boden und Pflanzen nur wenig Wasser aufnehmen, so daß für den Abfluß immer noch genügend übrig bleibt. Erst nach längeren Kälteperioden treten Wasserklemmen auf.

Viele Urlauber bevorzugen Bereiche mit sommerlichem Niederschlagsminimum, weil dort die Sonne lang scheint und Luft und Meerwasser stark aufheizt. Dies gilt nicht nur für die mediterranen Küsten, sondern in abgewandeltem Maß auch für viele Längstäler der Alpen. Noch viel zu wenig genutzt wird das herbstliche Zweitminimum in Frankreich und Deutsch-

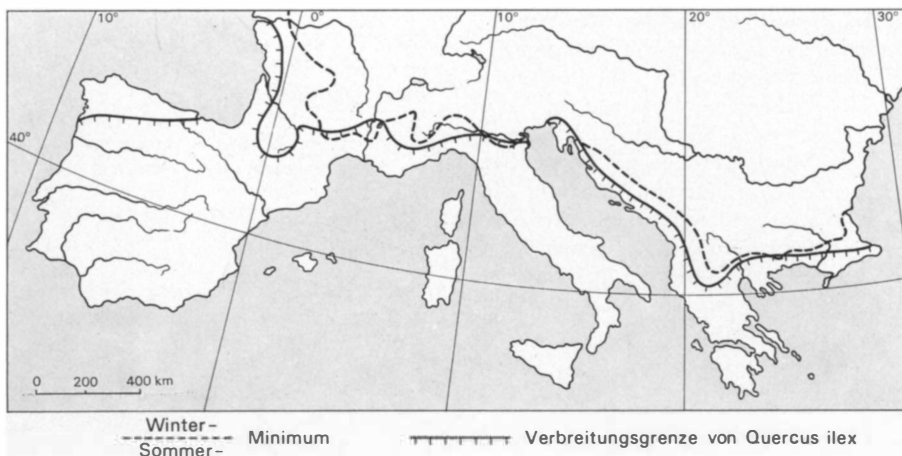


Abb. 15: Die Arealgrenze der Steineiche und die Grenze zwischen sommerlichem und winterlichem Niederschlagsminimum

land. Der Altweibersommer trifft mit äußerster Regelmäßigkeit, allerdings mit unterschiedlicher Dauer, ein. In dieser Periode seien 1–2 Wochen Schulferien empfohlen; die derzeit üblichen Herbstferien Ende Oktober / Anfang November fallen dagegen in eine Periode, die – in der untersuchten Station Heilbronn – kälter ist als Weihnachten.

VII. Ausblick

Will man klimatische Jahresgänge in ihrer Ganzheit vergleichen, so müßte man zahlreiche Klimaelemente untersuchen. Schon in den Klimadiagrammen ist die Information erheblich reduziert, noch mehr wenn wir nur die Monate des geringsten oder des größten Niederschlags betrachten. Bei dieser sehr starken Reduktion gewinnen wir aber die Möglichkeit, den Vergleich flächendeckend als Karte dazustellen. Diese Extremmonate scheinen die einzelnen Zonen recht gut zu kennzeichnen und liefern Grenzen, die stellenweise ökologisch relevant sind (Abb. 15). Andererseits wollen wir unserer Grenze zwischen mitteleuropäischem und mediterranem Niederschlagsgang, die in Italien ungefähr dem Po folgt, dort nicht allzuviel Bedeutung beimessen, weil sie sich in der Landnutzung kaum auswirkt. Vielmehr möchten wir gerade anhand dieses Beispiels darlegen, daß die Übergangszonen stärker als bisher zu beachten sind. Die Begriffe „Hyper-“, „eu-“ und „subatlantisch“ sind bereits für die Pflanzengeographie vergeben, aber auf eine ähnliche Art wären auch die klimatischen Übergangszonen zu untergliedern.

Zahlreiche Fragen mußten bei unseren Betrachtungen offen bleiben, vor allem regionale und lokale Differenzen, z. B. in den Leetälern der Mittelgebirge. Hat sich die Klimaschwankung seit 1950 auch außerhalb Süddeutschlands und der Alpen ausgewirkt? Seit der Periode 1891–1930 sind vor allem die Siedlungen enorm in die Höhe und Fläche gewachsen, so daß ihr Niederschlagsgang noch stärker kontinental akzentuiert sein müßte. In Europa ist nur im Mittelmeerklima der Sommerniederschlag der Minimumfaktor, in allen anderen Zonen begrenzen die Temperaturen das Wachstum weit stärker, es wäre reizvoll, die Überlagerung des Wasser- und Wärmefaktors zu untersuchen. Ab welcher Mindestmenge und ab welcher Eintreffwahrscheinlichkeit schränkt ein Minimum die Ausbreitung und Wettbewerbsfähigkeit einer Art ein? Der dürre Sommer 1976 hat im Oberrheingebiet – sogar auf Extremstandorten – dazu nicht ausgereicht.

Literatur

BERG, H.: Die Kontinentalität Europas und ihre Änderung 1928/37 gegen 1888/97. In: Ann. Hydrogr. maritim. Meteor. 68 (1940), S. 124–132.

– : Zum Begriff der Kontinentalität. In: Meteor. Z., 61, (1944), S. 283–284.

BLÜTHGEN, J.: Allgemeine Klimageographie. Berlin 1966.

DETTWILLER, I.: Incidence possible de l'activité industrielle sur les précipitations à Paris. In: W. M. O. Symp. Urban Climates and Building Climatology, Brüssel (1968).

FEZER, F. und SEITZ, R. (Hrsg.): Klimatologische Untersuchungen im Rhein-Neckar-Raum. Heidelberger Geograph. Arb. H. 47 (1978).

FLIRI, F.: Niederschlag und Lufttemperatur im Alpenraum. Wiss. Alpenvereinsh. 24, Innsbruck (1974).

– : Das Klima der Alpen im Raume Tirol. Monogr. z. Landesk. Tirols 1, Innsbruck – München (1975).

FLOHN, H.: Witterung und Klima in Mitteleuropa. Forsch. z. dt. Landeskunde, 78 (1954).

FLOHN, H. und HUTTARY, J.: Die Bedeutung der V^b-Lagen für das Niederschlagsregime Mitteleuropas. In: Meteor. Rdsch., 3 (1950), S. 167–170.

GEGENWART, W.: Die ergiebigen Stark- und Dauerregen im Rhein-Main-Gebiet und die Gefährdung der landwirtschaftlichen Nutzflächen durch die Bodenzerstörung. Rhein-Main. Forsch. 36 (1952).

KANDLER, O.: Das Klima des Rhein-Main-Nahe-Raums. In: DOMRÖS et al. (Hrsg.): Mainz und der Rhein-Main-Nahe-Raum. Geograph. Inst. Mainz (1977), S. 285–298.

KLÖPPER, R.: Landkreis und Stadt Ludwigshafen a. Rh. Speyer (1957).

KNOCH, K.: Betrachtungen zum Jahresgang der Niederschläge in Deutschland. Peterm. geogr. Mitt., 90 (1944), S. 74–77.

– : Die Problematik des mittleren Jahresganges des Niederschlags dargestellt durch Monatssummen. Ein Beitrag zur Frage der Auflösung des Mittelwertes. Mittlgn. Fränk. geogr. Ges. Erlangen 13/14, 53 (1968), S. 53–68.

KUBAT, O.: Die Niederschlagsverteilung in den Alpen mit besonderer Berücksichtigung der jahreszeitlichen Verteilung. Innsbruck (1972).

LANDMANN, W.: Niederschlagsminima-Verhältnisse in Europa. Wiss. Hausarb. Geograph. Inst. Heidelberg (1975).

LAUTENSACH, H.: Die Niederschlagshöhe auf der Iberischen Halbinsel. Peterm. geogr. Mittlgn., 95 (1951), S. 145–160.

REICHEL, E.: Über die Faktoren der Niederschlagsverteilung in Europa und im Mittelmeergebiet. In: Meteor. Rdsch., 1 (1947/1948), S. 414–416.

WALTER, H. und LIETH, H.: Klimadiagramm-Weltatlas. Jena (1960).

ZOLYOMY, B.: Pannonische Vegetationsprobleme. In: Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien, 103/104 (1964), S. 144–151.

