

zu 6796

Deutscher Wetterdienst in der US-Zone

Zentralamt Bad Kissingen
Leiter: Prof. Dr. Ludwig Weickmann

Wetterdienst-
Bibliothek

Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone

Nr. 7

Der heiße und trockene Sommer 1947

Bearbeitet im Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone

Bad Kissingen, 1949

△
I A M

Der heiße und trockene Sommer 1947

Bearbeitet im Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone.

Inhalt:

	Seite		Seite
A. Übersicht über die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im vergangenen Winter und Frühjahr	3	2. Der Wärme- und Wasserhaushalt des Erdbodens	32
B. Die synoptischen Verhältnisse im Sommer 1947	3	a) Der allgemeine Verlauf der Bodentemperaturen im Jahr 1947	32
1. Die Zirkulation	3	b) Der Einfluß der Bodenart auf die Temperaturverhältnisse	33
a) Einleitung	3	c) Wasserabgabe und Wasserhaushalt der Böden	35
b) Die Abweichungen von der Normalzirkulation	4	3. Die Wirkung der Dürre auf die Kulturpflanzen	36
c) Die Großwetterlagen	6	a) Vorbemerkungen	36
d) Der veränderte Groß-Austausch	7	b) Die regionale Verteilung der Ertragsschäden	37
e) Zusammenhänge mit der Zirkulation über anderen Räumen	7	c) Erträge und Erntezeit	38
2. Der Wetterablauf	7	d) Die Ertragsschäden und die Dürretage	39
C. Die klimatologischen Elemente im Sommer 1947	9	e) Die Dürreschäden im Vergleich zur Niederschlagsverteilung	39
1. Temperatur	9	f) Dürrewirkung auf die Kulturpflanzen und Bodenart	41
a) Mittelwerte und Extreme	9	g) Dürrewirkung und Exposition	42
b) Sommertage und heiße Tage	12	h) Dürre und Forstwirtschaft	42
2. Niederschlag	16	E. Der Gang des phänologischen Jahres 1947 im Vergleich zum langjährigen Mittel	43
a) Summen und Höchstwerte	16	1. Phänologischer Jahresablauf in sechs Teilgebieten	43
b) Gewitter und Unwetter	18	a) Das Beobachtungsmaterial: Auswahl und Art der Darstellung	43
3. Bewölkung	19	b) Durchschnittlicher phänologischer Jahresablauf 1947	44
4. Sonnenschein	20	c) Phänologischer Jahresablauf in den sechs untersuchten Gebieten	46
5. Wind	26	d) Andauer der Jahreszeiten 1947 im Vergleich zum Mittel 1936—1945	47
6. Die scheinbare Verschiebung der Klimazonen	28	2. Die regionalen Unterschiede der Pflanzenentwicklung des Jahres 1947	49
D. Auswirkungen der Dürre für Landwirtschaft, Bodenklima und Pflanzenentwicklung	29	a) Beginn der Schneeglöckchenblüte	49
1. Dürrezahlen im Jahre 1947 und in früheren Jahren	29	b) Beginn der Winterroggenernte	50
a) Zahlenmäßige Erfassung der Dürre	29	Literatur	51
b) Dürrezahlen für das Jahr 1947	29		
c) Das Jahr 1947 im Vergleich zu früheren Jahren	30		

Die vorliegende Bearbeitung entstand auf Veranlassung von Prof. Dr. K. Knoch. Bearbeiter waren die Herren: Baumgartner, Dr. Brezowsky, Dr. Cordes, Prof. Dr. Geiger, Dr. Kreutz, Dr. Schminke und Dr. Schnelle.

A. Übersicht über Temperatur und Niederschlag im Winter 1946/47 und im Frühjahr 1947.

Der Sommer 1947 zählt sicher zu den heißesten und dürrsten, seit meteorologische Beobachtungen bestehen. Zwar wurden die ans Wunderbare grenzenden Berichte von den Sommern 1387 und 1540 (vermutlich die extremsten des Jahrtausends) nicht im entferntesten erreicht. Die Auswirkungen des vergangenen Sommers waren jedoch für viele Gegenden die verheerendsten seit Menschengedenken. Die Gründe hierfür liegen zum Teil in der Vorgeschichte dieses Sommers, weshalb eingangs Temperatur und Niederschlag im vorangegangenen Winter und Frühling betrachtet werden.

a) **Winter 1946/47.** Der Oktober hatte bereits drei Frostperioden. Mitte Dezember setzte der erste Kälteeinbruch ein (etwa 10 Tage früher als normal) und bestimmte den Witterungscharakter des ganzen Monats. Die Mitteltemperatur war meist 2° zu tief. Die normale Niederschlagssumme wurde nur in Oberbayern erreicht.

Auch Januar und Februar standen fast ganz unter dem Einfluß der Ostlagen mit arktischer Kaltluft. Das Temperaturmittel vom Januar war 3 bis 4°, das Februarmittel sogar 5 bis 7° zu niedrig. Die Januar-niederschläge lagen zwischen 50 und 75% vom Durchschnitt. Nur im Alpenvorland wurden die Normalwerte erreicht bzw. überschritten. Die Februarsummen des Niederschlags schwankten um die Normalwerte mit Abweichungen von 10 bis 20%. Der Norden und der Osten von Bayern hatten Niederschläge von 40 bis 70% über dem Normalwert.

Der Winter war zu kalt (ungewöhnlich große Zahl Eistage). Beim Vergleich mit den letzten drei strengen Wintern 1928/29, 1939/40, 1941/42 nach Kältesummen ergibt sich für Bamberg und Karlsruhe die Reihenfolge 1939/40, 1941/42, 1946/47, 1928/29, für München 1928/29, 1939/40, 1941/42 und 1946/47.

Im ganzen war der Winter zu trocken. Die Tabelle am Schluß dieses Kapitels zeigt mit Ausnahme der drei Stationen im Alpenvorland Fehlbeträge gegenüber dem Normalwert.

b) **Frühjahr 1947.** Der März hatte zu Beginn mit Schneefällen noch winterlichen Charakter. Um die Mitte des Monats trat die übliche vorfrühlingsmäßige Erwärmung ein, die bis Ende dauerte. Die Monatsmittel der Temperatur schwankten bis zu 1° um die Normalwerte, nur das Gebiet südlich der Donau war etwa 2° zu warm. Die Niederschlagssummen lagen meist 50 bis 80% über den normalen.

Der April hatte — statt stark veränderlichen Wetters — im ganzen mittleren Drittel eine Hochdruckperiode. Die US-Zone lag meist im Bereich gemäßigter Meeresluft, zeitweise auch subtropischer Warmluft. Dementsprechend war die Mitteltemperatur des Monats 2 bis 3° zu hoch. Vielfach wurden schon ein bis zwei Sommertage gemeldet. Die Niederschlagssumme überschritt im Norden und Osten den Normalwert, im Süden blieb sie darunter.

Der Mai war zu warm und im ganzen zu trocken. (Einzelheiten in den Abschnitten B₂ und C.) Die in der Tabelle zusammengestellten Frühjahrsniederschläge liegen bei der Mehrzahl der Stationen über dem Normalwert. Für ihre Wirkung bleibt jedoch zu berücksichtigen, daß der Boden die reichlichen Mengen im März noch nicht aufnehmen konnte (lange Dauer des Frostes im Boden). Fehlbeträge gegen den Durchschnitt zeigt hier nur das Gebiet südlich der Alb.

Niederschlagssummen im Winter 1946/47 und Frühjahr 1947

mit Abweichungen vom Normalwert in mm.
(+ zu naß, — zu trocken)

	Kassel	Marburg	Frankfurt	Würzburg	Bamberg	Karlsruhe	Stuttgart	Ingolstadt	Augsburg	München
Winter 46/47	127	151	133	121	13	160	115	118	139	143
Abweichungen	-56	-51	-2	-37	-35	-54	-48	+26	+2	-43
Frühjahr 47	128	137	127	128	138	169	166	133	192	233
Abweichungen	+34	+60	+56	+44	+5	+27	+32	-43	-20	-41

B. Die synoptischen Verhältnisse im Sommer 1947.

1. Die Zirkulation. (April bis Oktober)

a) **Einleitung.** Beherrschender Grundzug der atmosphärischen Zirkulation während des Sommers 1947 war wie im vorangegangenen Winter die sich immer wiederholende Regeneration hohen Luftdruckes hauptsächlich über Nordeuropa, gelegentlich auch über Mitteleuropa. Die Folge war Abriegelung der atlantischen Störungstätigkeit, laufende Überhitzung des Kontinents durch ungehinderte Einstrahlung im Absinkbereich der bis in größte Höhen entwickelten Hochdruckgebiete,

außergewöhnliche Niederschlagsarmut. Es entstanden folgende 7 Hitzeperioden:

1.	13. bis 28. April	= 15 Tage
2.	7. bis 15. Mai	= 8 Tage
3.	26. Mai bis 4. Juni	= 9 Tage
4.	25. Juni bis 4. Juli	= 9 Tage
5.	22. Juli bis 4. August	= 13 Tage
6.	10. bis 28. August	= 18 Tage
7.	11. bis 21. September	= 10 Tage
Durchschnittliche Dauer		= 12 Tage

Schon aus der Dauer der einzelnen Hitzelagen ist, wie weiter unten aus den Einzelheiten hervorgeht, ersichtlich, wie sich die Kontinentalität des Sommers 1947 während seines Verlaufs noch steigerte und kräftigte, ähnlich wie es im vorhergegangenen Winter der Fall war.

b) Die Abweichung von der Normalzirkulation. Die Normalzirkulation der Monate April bis Oktober zeigt folgendes Bild: während des Frühjahrs — mit Schwerpunkt im April — Vorherrschenden hohen Luftdruckes über Nordwesteuropa und dem Nordmeer, also überwiegend meridionaler Austausch, der polare Kaltluftmassen mit nördlicher Strömung nach Mitteleuropa führt. Ab Anfang Juni allmähliches Durchdringen des monsonalen Systems: zonale Zirkulation mit Zufuhr kühler Meeresluft aus Westen, die durch antizyklonale Perioden unterbrochen, bis in den August hinein anhält. Im September und Oktober mit Abnahme der Einstrahlung und beginnender Abkühlung der Landmassen Zunahme der Kontinentalität: Überwiegen hohen Luftdruckes über Mittel- und namentlich Osteuropa und Rußland (Altweibersommer Ende September). Zu Anfang Oktober pflegt in besonders zyklonalen Jahren der Altweibersommer durch die ersten Ausläufer der stark auflebenden Tiefdrucktätigkeit über dem Atlantik beendet zu werden (erste Herbststürme an den deutschen Küsten).

Die beigegebenen Abb. 1—7 zeigen nun das völlige Abweichen aller Monate April bis Oktober 1947 vom geschilderten Normalbild. Bis zum März hatte das Übergewicht zu hohen Luftdruckes im Raume Grön-

land—Nordmeer angehalten. Im April (Abb. 1a, b) kehrt sich diese Anomalie in eine andere um: statt des zu erwartenden antizyklonalen Schwerpunktes über dem Nordmeer mit meridionaler Zirkulation herrscht nun gerade die während des vergangenen Winters und des folgenden Sommers fast völlig ausgebliebene zonale Strömung mit zu tiefem Druck nördlich des 55. Breitengrades und zu hohem Druck im Roßbreitengürtel. Bemerkenswert ist dabei aber bereits, daß sich die höchste positive Abweichung über ganz Europa südlich des 55. Breitengrades ausgebreitet hat, ein Hinweis auf die Entwicklung in den kommenden Monaten. Fast noch stärker ist diese Abweichung in der Höhe der 500-mb-Fläche ausgebildet. Im Mai (Abb. 2a, b) erfolgt ein

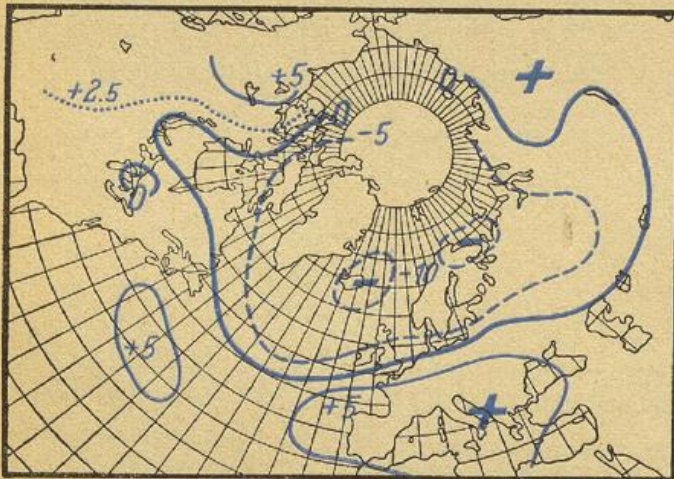


Abb. 1a Abweichung des Luftdrucks vom Normalwert, April 1947

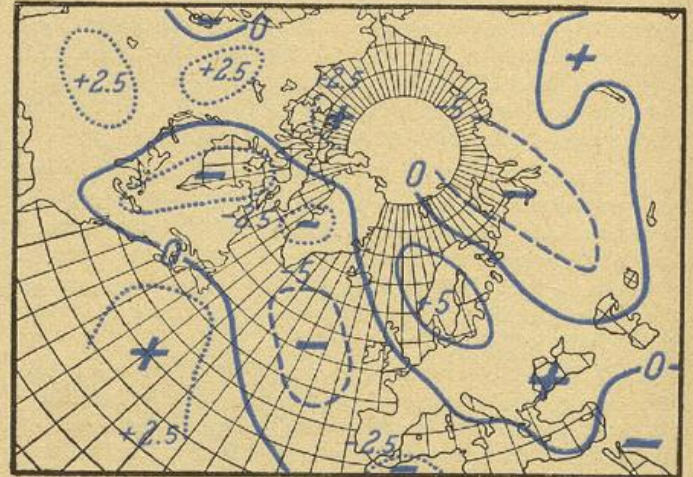


Abb. 2a Abweichung des Luftdrucks vom Normalwert, Mai 1947

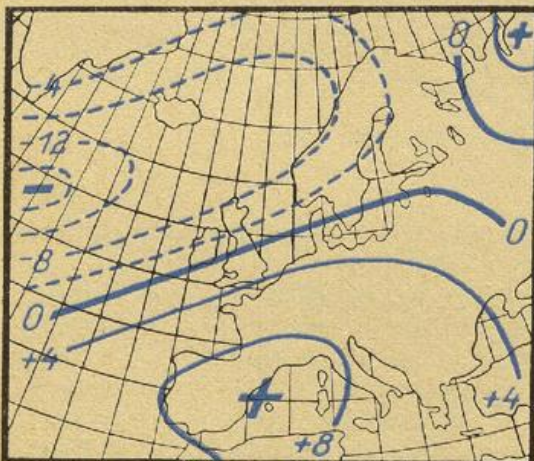


Abb. 1b Abweichung der Höhe der 500 mb-Fläche, April 1947

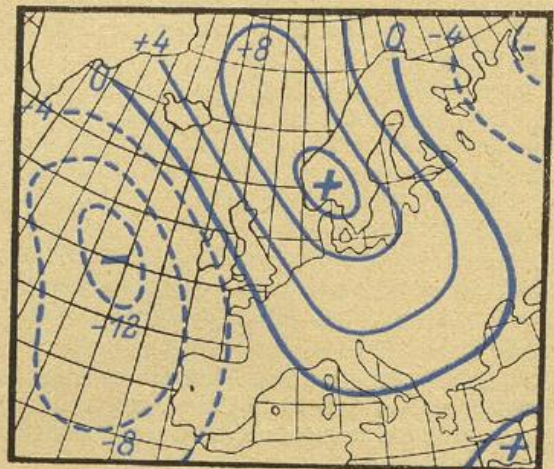


Abb. 2b Abweichung der Höhe der 500 mb-Fläche, Mai 1947

Rückfall in die Verhältnisse, wie sie ähnlich während des ganzen Winters herrschten: Drucksteiggebiete aus dem weiteren Nordwestraum, meist aus Richtung Grönland, führen zum Aufbau hohen Druckes über Fennoskandien, während der Druck zu beiden Flanken der Antizyklone über dem Ostatlantik und Rußland zu tief ist. Dementsprechend blieb die normalerweise herrschende nördliche Strömungskomponente über Mitteleuropa fast ganz aus. Sie lag diesmal etwa 30 Längengrade weiter ostwärts und brachte namentlich Westrußland einen außerordentlich kalten Mai. Wiederum ist die Druckabweichung in der Höhe besonders eindrucksvoll ausgebildet. Im Juni (Abb. 3a, b) hält dieser Rückfall an. Wenn auch mit allgemein schwächeren Druckgradienten bleibt hier das Übergewicht hohen Luftdruckes über Fennoskandien erhalten. Bemerkens-



Abb. 3a Abweichung des Luftdrucks vom Normalwert, Juni 1947

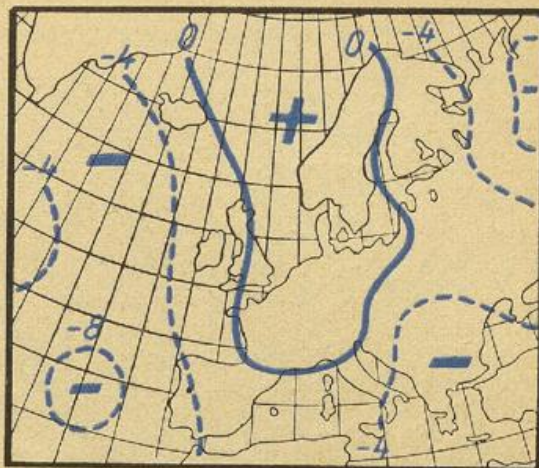


Abb. 4b Abweichung der Höhe der 500 mb-Fläche, Juli 1947

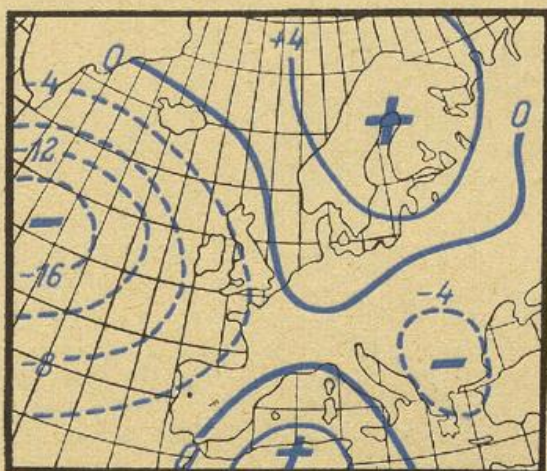


Abb. 3b Abweichung der Höhe der 500 mb-Fläche, Juni 1947

wert ist aber bereits das Erscheinen einer kleinen positiven Abweichung über Südwesteuropa, die als das beginnende Vordringen des subtropischen Hochdruckgürtels aus dem Azorenraum zu deuten ist. Im Juli (Abb. 4a, b) beginnen bereits deutliche Vorstöße hohen Druckes aus dem Azorenraum, die die Vorstöße aus

Vorstöße aus dem Südwestraum. Auch in der Höhe ist die positive Abweichung bereits bis nach Mitteleuropa hin ausgedehnt. Im August (Abb. 5a, b) liegt bei allgemein wieder größerem Druckgradienten das Ab-

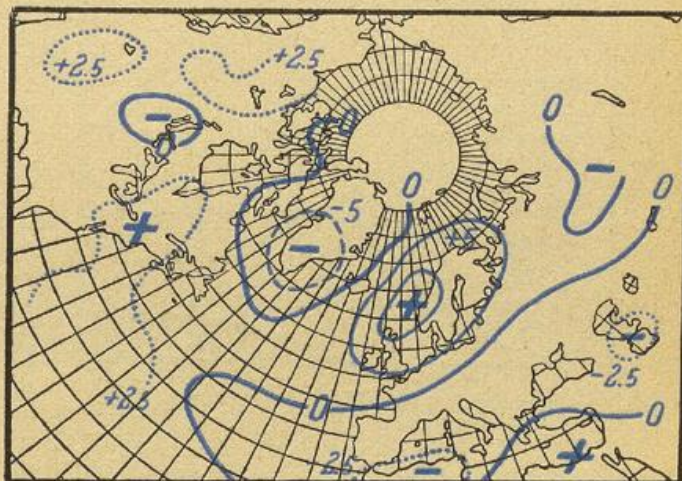


Abb. 5a Abweichung des Luftdrucks vom Normalwert, August 1947

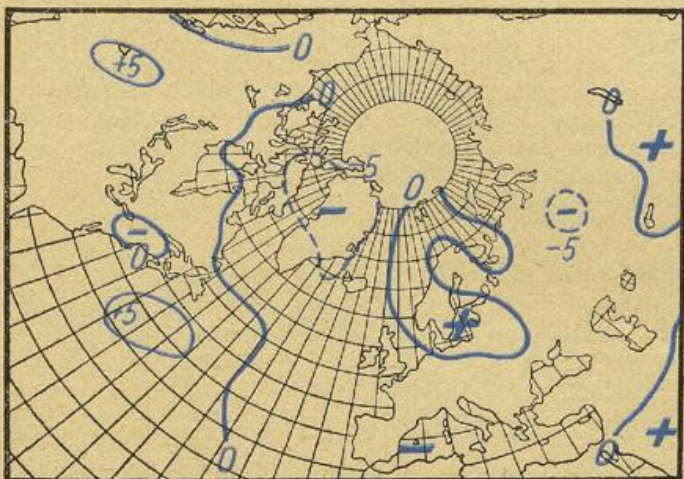


Abb. 4a Abweichung des Luftdrucks vom Normalwert, Juli 1947

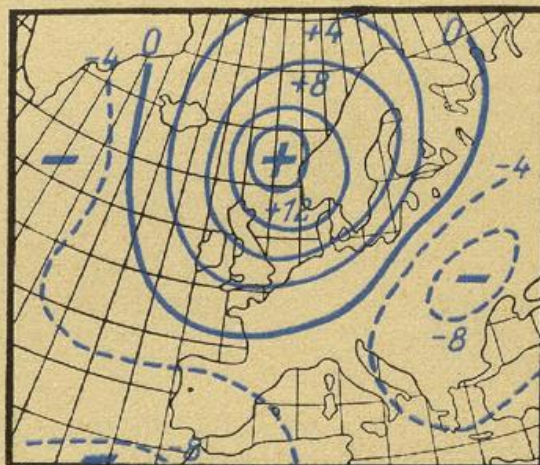


Abb. 5b Abweichung der Höhe der 500 mb-Fläche, August 1947

dem Nordwestraum ablösen. So zerfällt das positive Abweichungsgebiet am Boden bereits in 2 Teile, einen

weichungsgebiet über der nördlichen Nordsee und dehnt sich nach Süden bis zum 50. Breitengrad aus.

Es stammt ausschließlich von Vorstößen aus dem Azorenraum, wie auch die Richtung seiner Längsachse andeutet. Im September (Abb. 6a, b) setzt sich

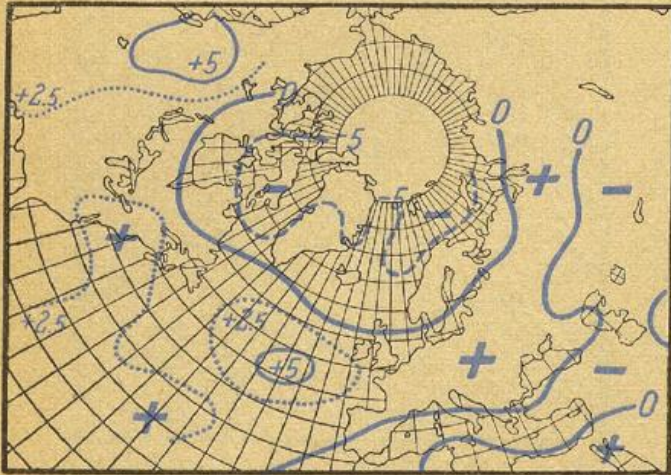


Abb. 6a Abweichung des Luftdrucks vom Normalwert, September 1947

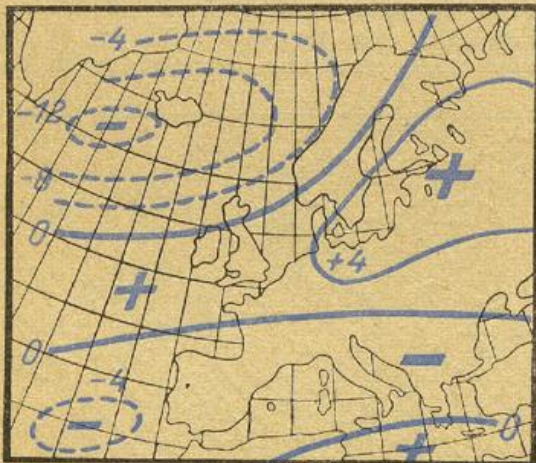


Abb. 6b Abweichung der Höhe der 500 mb-Fläche, September 1947

diese Anordnung noch fort. Besonders am Boden zeigt das Abweichungsbild noch das Maximum im Westraum in Richtung auf die Britischen Inseln. Es erstreckt sich aber bereits eine Zone zu hohen Druckes über ganz Mitteleuropa hinweg bis nach Rußland. Dort liegt in der Höhe sogar der Schwerpunkt der Abweichung. Es zeigt sich hierin bereits der Übergang zur stärkeren Kontinentalität der Wintermonate. Im Oktober (Abb. 7a, b) verstärkt sich diese Lage sogar noch, indem der Schwerpunkt der Abweichung deutlich über der Nordsee auftritt, also im Mittelteil der Hochdruck-

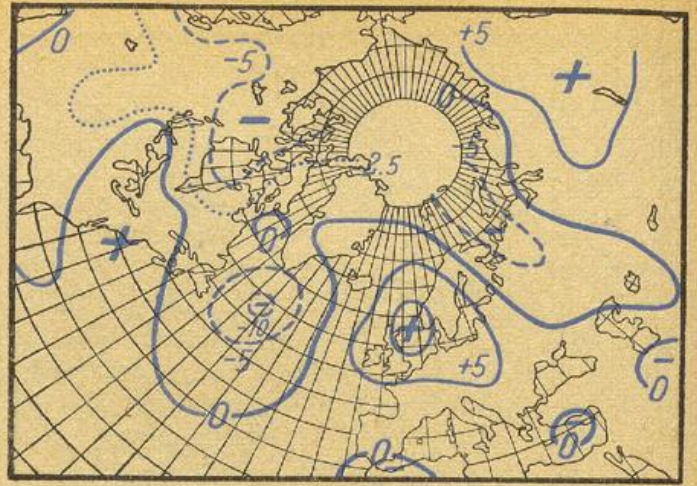


Abb. 7a Abweichung des Luftdrucks vom Normalwert, Oktober 1947

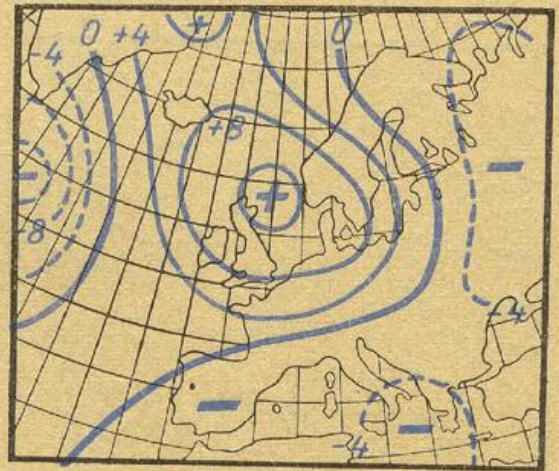


Abb. 7b Abweichung der Höhe der 500 mb-Fläche, Oktober 1947

brücke, die sich zeitweise vom Atlantik über Mitteleuropa hinweg bis nach Rußland erstreckt.

In allen Monaten ist also die Neigung zu relativ hohem Druck über dem nördlichen und nordwestlichen Mitteleuropa sowie Nordeuropa vorherrschend. Im Mechanismus des Zustandekommens dieser Abweichung ist aber eine deutliche Trennung festzustellen: bis Juni, z. T. noch bis in den Juli hinein herrscht überlagerter Druckanstieg aus dem Raume Grönland, während ab Juli der gleiche Vorgang mehr und mehr aus dem subtropischen Hochdruckgürtel heraus auftritt. Diese Vorstöße des Azorenhochs nach Nordosten erreichten ihr Maximum vom 9. August bis 7. September. In dieser Zeit bewirkten 7 aufeinanderfolgende selbständige Zellen die immer erneute Regeneration des hohen Druckes über Skandinavien.

c) Die Großwetterlagen. Es traten auf:

Atlantik	Europa	Monat	mal aufgetreten	mittlere Dauer (Tage)
Westlage	Westlage	IV, IV, IV, V, VI, VII, VIII, IX	8	9
Zentraltief, Westlage	Hoch Fennoskandien	V, V, VI, VII, VIII, IX, X	7	16
Meridionaler Trog	Hoch	IV, V, IX, X	4	7
Uneinheitlich	Hoch England-Nordsee	IX, X	2	2,5
Hoch	Tief	IV	1	3
Hochdruckbrücke	Hochdruckbrücke	X	1	4

Die Zusammenstellung der Großwetterlagen, die während der betrachteten Periode herrschten, ergibt das gleiche Bild. Zunächst fällt auf, daß während der betrachteten 7 Monate überhaupt nur 6 verschiedene Großwetterlagen aufgetreten sind, die sich im wesentlichen sogar auf 3 Typen beschränken lassen. Hieraus geht die außerordentliche Gleichförmigkeit der Zirkulationsformen während des Sommers 1947 hervor. Die 3 Haupttypen waren die Antizyklonen über Fennoskandien und Mitteleuropa und die kurzen Perioden monsonaler Vorstöße, die in recht guter Übereinstimmung mit den Singularitäten standen. Interessant ist die Koppelung zwischen europäischer und atlantischer Großwetterlage: einem Fennoskandienhoch entspricht auf dem Atlantik fast durchweg ein in sich abgeschlossenes zyklonales System, während, wenn das festländische Hochdruckgebiet südlicher, über Mitteleuropa, liegt, auf dem Atlantik ein meridionaler Trog aufzutreten pflegt, von dem aus Störungen nach Nordosten über Nordeuropa hinweg ihren Weg nehmen. Die andauernde negative Druckabweichung über dem Atlantik hatte einen zu hohen Betrag der zonalen Zirkulation zur Folge. Dabei lagen Roßbreitenhoch und Islandtief um 5 bis 10 Breitengrade südlicher als normal. Im Falle des abgeschlossenen Hochs über Mitteleuropa liegt das ganze Hochdrucksystem um weitere 10 Breitengrade zu weit nach Süden verschoben. In diesem Falle tritt das Roßbreitenhoch meist außer über Mitteleuropa nur noch über dem Bermuda-Raum auf, und zwischen beide schiebt sich ein quasistationärer Ausläufer tiefen Druckes, der meridionale Trog.

Im Oktober endlich trat einmal die durchgehende zonale Hochdruckbrücke auf.

d) Der veränderte Grob­austausch. Der normale Grob­austausch der Atmosphäre zeigt im Mittel des ganzen Jahres die zonale Westströmung zwischen dem Islandtief und dem Azorenhoch. Jahreszeitlich überlagern sich ihm Schwankungen und zwar im Sommer normalerweise derart, daß der Luftdruck im Islandtief höher, über den Kontinenten tiefer ist als im Jahresmittel. Im heißen Sommer 1947 jedoch war gerade über den Festländern der Luftdruck zu hoch, und Ost-Grönland und das Nordmeer, die sonst zur atlantischen Zirkulation gehören, waren Bestandteile des zu hohen kontinentalen Druckniveaus. Diese Schwankungen der Zirkulation hatten einen Rhythmus von 9 bis 12 Tagen.

e) Zusammenhänge mit der Zirkulation über anderen Räumen. Zusammenhänge dieser Art lassen sich nur nach Vorliegen umfangreichen Materials klären. Insbesondere wird der Mangel einer systematischen Bearbeitung nordamerikanischer Großwetterlagen stark empfunden. Es liegt aber eine Berechnung der Gesamtabweichung des Luftdruckes vom Normalmittel für die Monate Mai bis September 1947 für den ganzen Raum von Nordamerika bis Rußland vor (Abb. 8). Sie zeigt, daß auch über dem nordwestlichen Teil von Nordamerika die gleiche positive Druckabweichung bestand wie etwa über dem gleichen Raum Europas. Sie gibt ferner noch einen guten Überblick über den gesamten atlantischen Raum von 30 Grad Breite bis Grönland mit der zu starken zyklonalen Zirkulation, in dem der Druck im Subtropenhoch zu hoch, im Islandtief zu tief ist. Dieses Bild war aber durchaus zu erwarten: zu hohem Druck in einem Raum muß als Kompensation zu tiefer in Nachbarräumen entsprechen. Ein kausaler Zusammenhang etwa derart, daß die Abweichungen über Nordamerika z. B. die Ursache für die gleichartigen Abweichungen über Europa darstellen, läßt sich hieraus nicht folgern. Vielmehr können beide Abweichungen als gleichberechtigt angesehen werden, als Teil einer Gesamtstörung der Zirkulation im Sinne des Über-

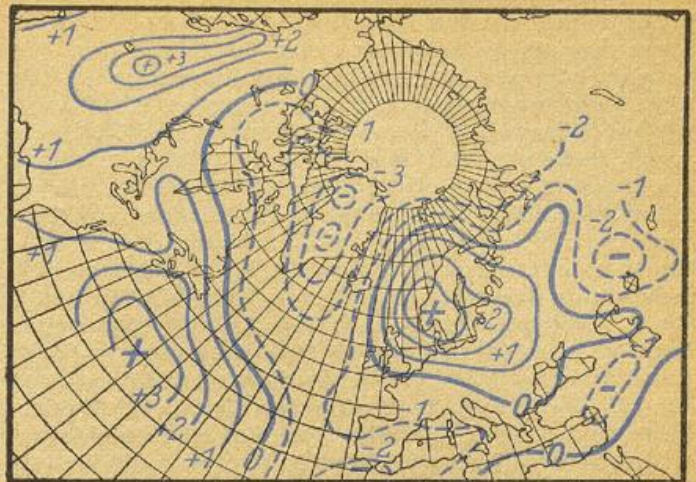


Abb. 8 Abweichung des Luftdruckes vom Normalwert, Mai—September 1947

wiegens hohen Luftdruckes über den Kontinenten und starker Abschwächung der Monsune, wie dies für 1947 auch vom indischen Monsun bekannt wurde.

2. Der Wetterablauf.

Der Mai hatte zum Teil bereits sommerlichen Charakter. Zu Beginn des Monats bildete sich die seit Ende April bestehende Nordwestlage zu einer Südostlage um, die vom 6. bis 14. dauerte. Dabei lag die US-Zone meist im Bereich subtropischer Warmluft. Kühlere Meeresluft konnte nur kurzfristig auf den westlichen Teil der Zone übergreifen (örtliche Gewitter). Vom 8. bis 14. gab es vielerorts Sommertage, dann brachten West- bis Nordwestlagen kühlere Meeresluft, verbreitet Regenfälle bzw. Schauer mit Gewittern. Mit der Verlagerung des Hochdruckgebietes von den britischen Inseln über Südschweden bis nach Mittelrußland, die am 20. einsetzte, kam es vorübergehend zu einer Südostlage, dann setzte wieder eine Südwestlage mit kühlerer Meeresluft (Gewitter) ein. Abgesehen von einer kurzen Unterbrechung bestand vom 26. bis Monatsende eine Hochdrucklage. Bei der störungsfreien Südostlage vom 6. bis 14. und der Hochdrucklage ab 26. mit ihren warmen Luftmassen erreichten die Temperaturen sommerliche, zu Monatsende hochsommerliche Werte. Die Maifröste fehlten fast ganz. In Übereinstimmung mit dem Normalwetterungsverlauf standen: Nordwestlage am 1.; Südostlage 7. bis 10. (jedoch ohne Vb-artige Störungen); Nordwestlage vom 15. bis 19.; Südost- bis Südwestlage, zeitweilig Hochdruckeinfluß vom 23. bis 26.; Hochdruckwetter vom 28. bis 31. (Als Beispiel für die Luftdruckverteilung vom 6. bis 14. etwa die Wetterkarte vom 11. Mai. Maßgebend ist das Hoch mit seinem Schwerpunkt meist im skandinavischen Raum, zeitweilig auch über Mittelrußland. Für den Zeitraum vom 26. bis 31. sei die Wetterkarte vom 29. genannt, Kern des Hochs anfangs Mittelmeer-Alpen, dann Norddeutschland.)

Die Hochdrucklage, die Ende Mai begonnen hatte, dauerte noch bis Anfang Juni. Am 5. setzte sich der erste Monsunvorstoß dieses Sommers durch. Er dauerte bis zum 10. Anschließend bildete sich eine zweite Hochdrucklage, und am 13. folgte die zweite Monsunwelle. Beide Vorstöße waren in Übereinstimmung mit den langjährigen Eintrittszeiten. Vom 16. bis 18. herrschte Hochdruckwetter. Am 19. kam die dritte Monsunwelle, die aber stark abgeschwächt war. Ab 24. bis Monatsende war Hochdruckwetter bzw. Südostlage (von hohem Druck beeinflußt). Im ganzen wurde die Hochdrucklage nach kurzen Unterbrechungen immer wieder hergestellt. (Weiteres über diese Wetterlage am

Schluß des Abschnittes). In der ersten und letzten Hochdruckperiode wurden außergewöhnlich hohe Temperaturen erreicht, an einzelnen Orten Süddeutschlands die absolut höchsten Werte der Hochsommermonate seit 1881. Übereinstimmung mit dem normalen Witterungsverlauf bestand bei folgenden Wetterlagen: Übergang von Meeresluftzufuhr aus Südwest zu Hochdrucklage am 1. und 2.; Meeresluftzufuhr (jedoch nicht wie im Durchschnitt aus West bis Nordwest, sondern aus Südwest) vom 4. bis 6.; West- bis Nordwestwetter vom 7. bis 10.; Hochdruckeinfluß vom 15. bis 17.; Meeresluftzufuhr aus Südwest (normal aus West bis Nordwest) am 20.; Nordwestlage vom 21. bis 23.; Hochdruckwetter bzw. Hocheinfluß vom 27. bis 29.; Übergang von Hochdruckwetter zu West- bis Nordwestlage am 30. (Beispiel für die Monsunlage zu Beginn des Monats die Wetterkarte vom 5. Juni. Beispiel für die Hochdrucklagen, wie sie sich im Juni wiederholt ausbildeten, die Wetterkarte vom 17. Juni.)

Die Nordwestlage, die sich am 30. Juni vorbereitete, umfaßte noch die beiden ersten Julitage. Dabei wurde unter Gewittern Meeresluft aus dem Nordseeraum herangeführt. In den nächsten zwei Tagen stand Mitteleuropa unter dem Einfluß einer Hochdruckbrücke, die rasche Erwärmung brachte. Dann bildete sich eine Westwetterlage aus mit Durchzug von Störungen bis zum 12., die in etwa zweitägigem Abstand (Zwischenhoch) aufeinander folgten. Vom 13. bis 17. war Hochdruckwetter, anschließend trafen Wärmegewitter auf. Nach Durchzug einer Störung erfolgte vom 20. ab der Übergang zu Hochdruckwetter, das ungestört bis zum 29. dauerte. (Ausführlicheres hierzu am Schlusse dieses Kapitels.) Am Monatsende wurde eine kurze Unterbrechung durch Gewitter verursacht. Die beiden Schönwetterperioden Mitte und Ende des Monats sind zwar auch im normalen Witterungsverlauf vorhanden, dauerten aber diesmal wesentlich länger. Die drei Monsunlagen des Normalverlaufs waren — abgesehen von der ersten — nur kurz und wenig ausgeprägt. Der Normallage entsprach: Nordwestlage 1. bis 2.; Westlage 5. bis 7.; Hochdruckwetter 12. bis 15. und 23. bis 28. (Beispiel für die Hochdruckperiode im letzten Monatsdrittel die Wetterkarte vom 25. Juli, mitteleuropäisches Hoch.) Die Hochdrucklage vom Juli dauerte nach der kurzen Unterbrechung am Monatsende bis zum 3. August. Dann wurde die Festlandswarmluft durch Meeresluft ersetzt (dabei Gewitter zum Teil mit ergiebigen Regenfällen). Vom 9. ab bildete sich wieder eine Hochdrucklage aus mit Kern im Raum Skandinavien-Norddeutschland (Luftzufuhr aus Ost, später subtropische Luftmassen). Um den 20. herum brachten kleinere Störungen verbreitet Gewitter. Zeitweise war die US-Zone im Bereich von Meeresluft, vorherrschend blieb jedoch die subtropische Festlandswarmluft. Bis zum 24. bestand eine Ostlage (Hoch-Kern über Skandinavien-Nordwestrußland). Nur im Westen gab es Regenfälle, die vielfach gewittrig waren, der übrige Teil der Zone lag im Bereich der Festlandswarmluft. Die Nordostlage am 25. brachte zwar leichten Temperaturrückgang, ließ jedoch die Warmluftzufuhr andauern. Ganz vereinzelt kam es zu Schauern. Das Augustwetter wurde fast uneingeschränkt von Hochdrucklagen beherrscht. Die im August meist noch vorhandenen Monsunvorstöße (Ende Juli, Anfang August und vom 16. bis 18. August), ferner die Vb-Störungen (24. bis 27. August und 31. August bis 3. September), die eine Umstellung zu herbstlichem Wetter einleiten, fehlten diesmal. Dementsprechend stimmte das Wetter im wesentlichen nur mit den Hochdrucklagen des normalen Ablaufs überein: Hochdrucklage vom 3. bis 4. und vom 9. bis 11.; Übergang von Hochdruckwetter zu Südostlage vom 12. bis 15.; Hochdruckeinfluß vom 28. bis 30. (Beispiel für die Hochdrucklage zu Monatsbeginn, die an vielen Orten die Höchsttemperaturen brachte, die Wetterkarte

vom 2. August, Hoch mit Achse Nordwest-Südost, Kerne mit 1025 mb Nordsee, Mitteldeutschland, Böhmen.)

Im ersten und zweiten Drittel vom September war überwiegend Hochdruckwetter, erst im letzten Drittel herrschten West- und Nordwestlagen vor. Im ersten Drittel wurde die Hochdrucklage nur kurz unterbrochen. Im zweiten Drittel war fast uneingeschränkt heiteres oder wolkenloses Wetter. Am 21. erfolgte durch Eindringen von Kaltluft die erste durchgreifende Umgestaltung seit langem: zunächst West- bis Nordwestwetter, dann eine Vb-ähnliche Lage und bis zum Monatsende wieder West- bis Nordwestlage mit kurzen Unterbrechungen durch Zwischenhoch. Mit dem Normalverlauf war das Wetter nur in der Zeit vom 17. bis 22. in Übereinstimmung (Hochdrucklage, Vorläufer des Altweibersommers und anschließend Umbildung zu Westlage).

Die sommerliche Witterung, die ja bereits im Mai begonnen hatte, reichte noch bis in den Oktober hinein. Auch für diesen Monat blieben noch Hochdrucklagen mit Zufuhr von Festlandsluft aus Ost bis Südost maßgebend, die viermal — insgesamt aber nur an etwa 6 Tagen — unterbrochen wurden. Von besonders kräftiger Wirkung war die Hochdrucklage vom 5. bis 9. (Altweibersommer), die noch einmal die Temperaturen für die Jahreszeit ungewöhnlich hoch ansteigen ließ. Ihren Abschluß fand die sommerliche Witterung durch die West- bis Nordwestlage, die um die Mitte des Monats Meereskaltluft heranführte.

Die Hochdrucklage mit den höchsten Sommertemperaturen (Seite 11) für Nordhessen schloß sich an den sehr labilen Kaltluftschwall an, der am 22. und 23. Juni besonders über dem Alpenvorland und dem Böhmisches-Bayrischen Wald (Stau) äußerst ergiebige Regenfälle brachte. (Seite 16 und 19). Der zugehörige Druckanstieg führte über Mitteleuropa zum Aufbau einer Hochdruckzelle (Kern am 24. über Nordwestdeutschland). Durch Kräftigung des von Algerien nach Südkandinavien reichenden Höhenhochs wurde das mitteleuropäische Hoch gefestigt (Kern im Raum Stettin-Posen). Die ungehinderte Sonneneinstrahlung ließ die Temperaturen ständig zunehmen, bis am 27. die Höchstwerte erreicht wurden (Kern des Hochs südwestlich Riga). Kühlere Luftmassen von Frankreich her verursachten der geringen Feuchte wegen zunächst noch keine Störungen, nur der Vogelsberg hatte am 28. abends Gewitter. Die Abkühlung in der Höhe brachte jedoch Umschichtungen mit sich, denen zufolge die Höchsttemperaturen vom 27. nicht mehr erreicht wurden. Eine weitere Kaltfront, die am 28. Frankreich unter verbreiteten Gewittern überquert hatte, kam am 29. über Westdeutschland nur noch langsam voran und wurde überdies durch Auflaufen auf das zentraleuropäische Höhenhoch abgeschwächt, verstärkte jedoch allgemein die Labilität durch Feuchteerhöhung (Gewitter mit Hagel am 30.).

Das für die höchsten Sommertemperaturen der übrigen US-Zone maßgebende Hoch entwickelte sich aus einer Hochdruckzelle, die sich am 27. Juli vom Ostatlantik zur Nordsee verlagerte. Diese steuerte auf ihrer Ostseite Kaltluft von Skandinavien südwärts, so daß die Temperaturen über Norddeutschland vielfach erst mittags auf 20° angestiegen waren. In Süddeutschland löste die Kaltluft nur an einzelnen Orten Gewitter mit geringen Niederschlägen aus, da sie inzwischen bereits etwas gealtert war. Am 28. früh hatte sie den Alpenrand erreicht. Das Gebiet hohen Druckes, dessen Westflanke von einem Keil des westafrikanischen Höhenhochs überlagert wurde, umfaßte nunmehr die Nordsee und Norddeutschland (Achse von Nord nach Süd verlaufend). Die Temperaturen blieben am 28. im Norden und Osten der Zone teilweise unter 30°, im Südwesten stiegen sie jedoch bis zu 36° an. Vom 28. zum

29. wanderte das Hoch rasch nach dem Balkan ab (Kern am 29. über Ungarn). Die damit einsetzende Südströmung führte subtropische Luftmassen heran, die in den vorhergehenden Tagen über Frankreich bereits sehr hohe Temperaturen gebracht hatten. Durch die starke Einstrahlung erreichten in dieser Luftmasse am 29. auch in der US-Zone die Temperaturen außerordentliche Werte (Seite 8 und 11). Beendet wurde diese Lage durch eine Kaltfront, die am 28. im Westen lag. Über Holland und Belgien war sie mäßig ausge-

bildet, über Frankreich nur schwach. Die Front zog am 29. unter geringer Verstärkung über Deutschland hinweg. Die von ihr ausgelösten Gewitter in den Nachmittags- und Abendstunden beschränkten sich im wesentlichen auf Südhessen, das Maingebiet und die östlichen Gebirge. Die Niederschlagsmengen blieben meist gering. Dagegen kam es in den beiden erstgenannten, besonders stark erhitzten Gebieten zu heftigen Stürmen (Seite 19).

C. Die klimatologischen Elemente im Sommer 1947.

1. Temperatur.

a) Mittelwerte und Extreme.

Im Mai lagen die Tagesmittel der Temperatur während der beiden Schönwetterperioden 5 bis 8° über dem Normalwert. Zu Anfang und im zweiten Drittel brachte kühle Meeresluft, teilweise auch Kaltluft die Temperaturen 1 bis 3° unter den Durchschnitt. Insgesamt waren jedoch die Monatsmittel (13 bis 16°) um 2 bis 3° zu hoch. Die Höchstwerte gegen Monatsende erreichten bis zu 32°. Frosttage gab es nur noch ganz vereinzelt (nur in höheren Lagen und im nördlichsten Teil von Hessen). Am 7. trat vereinzelt unbedeutender Bodenfrost auf.

Während der ersten Junimonsunlage waren die Tagesmittel 1 bis 6° zu kalt, während der zweiten 1 bis 3°. In den Schönwetterabschnitten waren die Tagesmittel bis 11° zu warm. Das Monatsmittel (16 bis 21°) lag 1,5 bis 3° über dem Normalwert. Die Höchstwerte mit 31 bis 35° wurden zum Teil am 4. erreicht (Übergang zu Südwestlage). Im Gebiet nördlich der Donau fielen die Höchsttemperaturen auf den 26. bis 27. (Hoch im Osten mit subtropischer Warmluft, dabei häufig Werte über 35°, Gebiet Rhein-Main, Rhein-Neckar und Lahntal bis 38°. Die tiefsten Temperaturen (2 bis 7°) wurden meist am 11. und 17. (Ausstrahlung), verschiedentlich auch am 13. (vor dem zweiten Monsuneinbruch) gemessen.

Im Juli lagen die Tagesmittel beim ersten Monsunvorstoß 3 bis 5°, beim zweiten bis zu 3° unter dem Durchschnitt. Am Monatsende dagegen waren die Tagesmittel der Temperatur bis zu 10° zu hoch (Hoch über Mitteleuropa nach Osten ziehend). Die Mittelwerte für den ganzen Monat (17 bis 22°) sind 1,5 bis 3° zu warm. Die Höchstwerte wurden am 29. erreicht, sie überschritten öfter 36°. An einigen Orten wurden die absolut höchsten Temperaturen gemessen, seit dort beobachtet wird, so in Karlsruhe 38.6° und in Bad Kissingen 36.8°. Die Tiefsttemperaturen (5 bis 10°) wurden vorwiegend am 13. beobachtet (Ausstrahlung), vereinzelt auch am 6., 7. und 10. (Westwetterlage mit Zwischenaufheiterung).

Die Augusttagesmittel überschritten in den Hitzeperioden zu Beginn und um die Mitte des Monats (Zufuhr subtropischer Luftmassen) die langjährigen Werte um 6 bis 9°, im letzten Drittel um 5° (Luftzufuhr aus Ost bis Nordost). Nur vom 6. bis 8. und gegen Monatsende waren die Tagesmittel 1 bis 2° zu kalt. Die monatlichen Temperaturmittel (17 bis 23°) lagen im Süden der Zone 2 bis 3°, im Norden 3 bis 4° über den Normalwerten. Die Höchstwerte der Temperatur wurden am 3. bzw. 19. beobachtet (Westrand des mitteleuropäischen Hochs bzw. Teilhoch über Ostalpen). Im Rhein-Maingebiet, an der Bergstraße, in Franken und Württemberg-Baden wurden bis zu 36°, im übrigen Gebiet 32 bis 35° erreicht. Die Tiefsttemperaturen mit 1 bis 2° fielen auf den 31. (nordöstliche Luftzufuhr, Ausstrahlung), vereinzelt kam es zum ersten Bodenfrost.

Im September lagen die täglichen Temperaturmittel vom 12. bis 20. (Hochdrucklage) um 7 bis 10°, sonst meist 2 bis 6° über dem Normalwert, nur an wenigen Tagen 1 bis 4° darunter. Die Temperaturmittel für den ganzen Monat (16 bis 18°) waren daher erheblich zu warm, im Norden der Zone 3 bis 5°, im Süden 2 bis 4°. Im zweiten Monatsdrittel erreichten die Temperaturen noch außerordentlich hohe Werte. Während dieser Periode wurden fast täglich 30° überschritten und vielerorts 34 bis 35° gemessen. Damit hat dieser Monat an vielen Orten die höchsten bis jetzt dort beobachteten Septembertemperaturen. Bisher hatte das Jahr 1929 die Höchstwerte. Die Tagesmittel der Temperatur lagen Anfang Oktober infolge nächtlicher Ausstrahlung unter dem Normalwert. Die starke Einstrahlung zusammen mit Zufuhr von Festlandswarmluft ließ aber die Temperaturen tagsüber rasch ansteigen. In der Zeit vom 5. bis 9., dem diesjährigen Altweibersommer, überschritten sie an den begünstigten Lagen 25° (1 bis 3 Sommertage). Vereinzelt wurden sogar die höchsten Oktober-Temperaturen erreicht, seit Messungen vorliegen. Andererseits hatte der Monat in den Niederungen bereits 9 bis 14 Frosttage (Strahlungswetter). Das Monatsmittel blieb in den Niederungen im allgemeinen bis zu 1.5° unter dem Durchschnitt. Von dem Temperaturverlauf gibt der Gang der Temperatur-Pentadenmittel (Abb. 9) ein Bild, worin die einzelnen Hitzeperioden deutlich hervortreten.

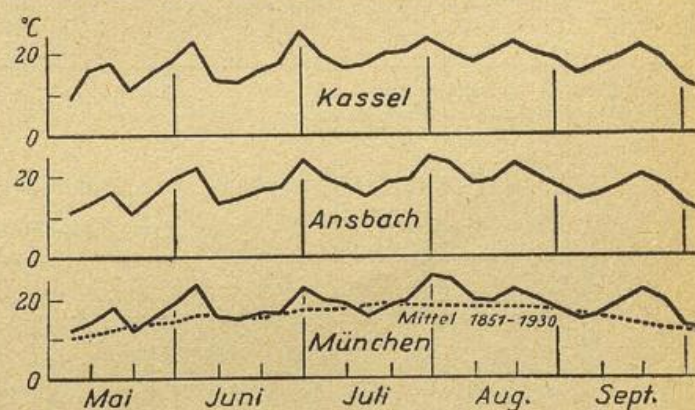


Abb. 9 Gang der Pentadenmittel der Lufttemperatur, Mai—September 1947

Den Monats-Mittelwerten der Temperatur entsprechend lag auch die Mitteltemperatur für das Sommerquartal erheblich über dem Durchschnitt (Abb. 10, 11). So erreichten die Mitteltemperaturen für diesen Zeitraum (Juni bis August) Werte, die im Süden der US-Zone 2 bis 2.5°, in Mittel-, Unterfranken und Oberpfalz zum Teil bis 3°, im Kinzigtal und im Rhein-Neckargebiet sogar 3 bis 4° höher als normal waren. Im Alpenvorland lag die mittlere Sommertemperatur meist bei 16 bis 18°. Im Donautal erreichte sie 19 bis 20°. Im

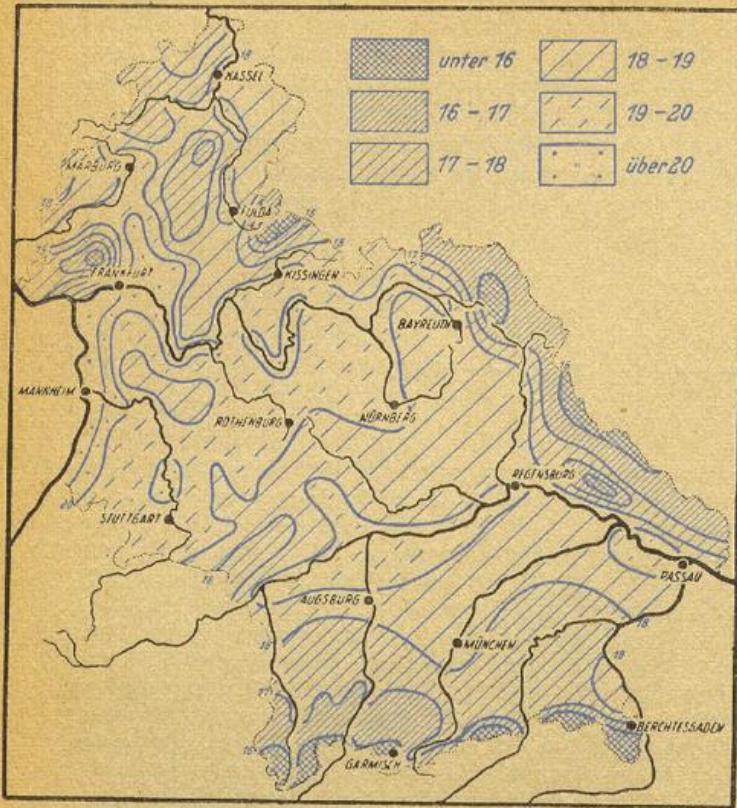


Abb. 10 Quartalmittel der Lufttemperatur in C°, Juni—August 1947

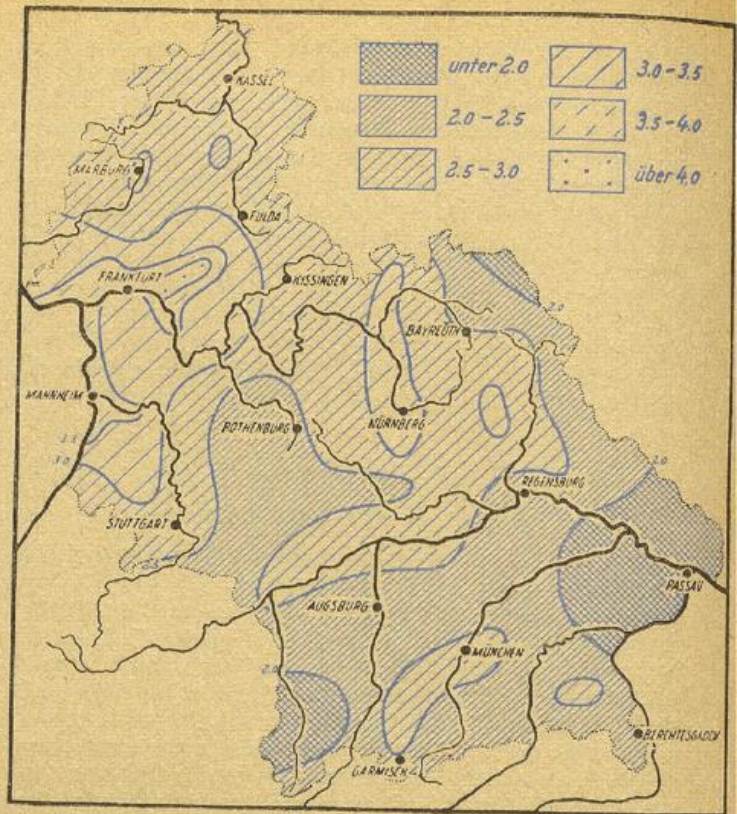


Abb. 11 Abweichung der Lufttemperatur vom Normalwert in C°, Juni—August 1947

Mittel-Temperaturen im Sommerquartal in C°.

	1893	1911	1921	1934	1944	1947	normal
Kassel	17.0	18,6	16.9	17,7	16.6	18.7	16.1
Marburg	17.0	18,5	17.0	17,5	17.0	19.2	16.1
Frankfurt	18.5	20.0	19.3	18,9	18.8	21.2	17.9
Karlsruhe	19.2	20.1	19.4	19,0	18.7	20.7	18.2
Stuttgart	18.9	19.8	19.3	19,1	18.6	20.9	18.2
Bamberg	17.3	18.9	17.9	18,3	17.8	19.9	16.7
München *)	16.9	18.9	18.3	16,6	16.9 (18.7)	19.3	16.1

*) Zwei Werte für München bedeuten: wahrer Wert von Bogenhausen (eingeklammert) und Bogenhausen reduziert auf München-Zentralstation.

Maingebiet wurden Werte von 20 bis 21°, im Rheintal bis 22° gemessen. Abgesehen von der allgemeinen Erhöhung der Temperatur entspricht die räumliche Temperaturverteilung im wesentlichen dem langjährigen Durchschnitt. Zum Vergleich der Temperaturen in den letzten heißen Sommern diene nebenstehende Tabelle:

Danach liegt der Sommer 1947 für alle Vergleichsstationen in der Reihe der heißen Sommer an erster Stelle. Als Anhalt dafür, bis zu welchen Beträgen das Monatsmittel in den letzten heißen Sommern überschritten wurde, folgen hier die Monate mit dem Höchstbetrag.

Größte Abweichung des Temperatur-Monatsmittels vom Normalwert (C°), Sommerquartal.

	1893		1911		1921		1934		1944		1947	
Kassel	Aug.	0.8	Aug.	3.8	Juli	1.7	Juni Juli	1.7	Aug.	3.6	Aug.	3.0
Marburg	Juni	1.8	Aug.	4.6	Juli	3.0	Juli	2.8	Aug.	3.8	Aug.	4.4
Frankfurt	Juni Aug.	0.4	Aug.	3.8	Juli	2.8	Juli	1.3	Aug.	3.8	Aug.	3.7
Karlsruhe	Aug.	1.2	Aug.	3.5	Juli	2.8	Juli	1.4	Aug.	2.9	Aug.	2.9
Stuttgart	Aug.	1.1	Aug.	3.4	Juli	2.9	Juli	1.8	Aug.	2.8	Aug.	3.3
Bamberg	Juni Juli	0.5	Aug.	3.7	Juli	2.4	Juli	2.2	Aug.	3.9	Aug.	3.5
München	Aug.	1.0	Aug.	3.9	Juli	3.7	Juli	0.8	Aug.	3.1	Aug.	2.8

Für Marburg, Karlsruhe und Stuttgart steht hiernach 1911 an erster Stelle, 1947 an zweiter Stelle. Für Kassel, Frankfurt und Bamberg steht 1947 an dritter, für München an vierter Stelle.

Das mittlere tägliche Maximum für das Sommerquartal (Abb. 12) erreichte im Alpenvorland 23 bis 25°, im Donautal nahe 27°, im Maintal, Rhein-Main- und

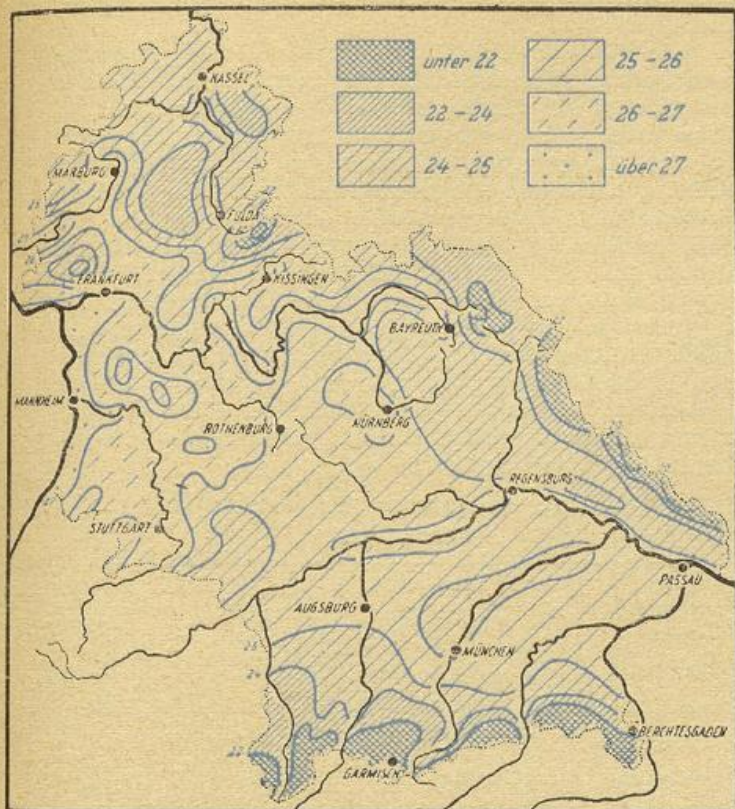


Abb. 12 Mittleres tägliches Maximum der Lufttemperatur in C°, Juni—August 1947

Rhein-Neckargebiet bis 28°. Das Lahntal hatte 25 bis 27°, das übrige Gebiet meist 23 bis 24° als mittlere Maxima. Die größten Abweichungen vom langjährigen Mit-

telwert hatte wieder das Rhein-Neckargebiet mit etwas über 5° und das Lahntal mit nahe an 5°. Sonst waren die Abweichungen im Süden 3 bis 4° und im Norden 2 bis 3°. Anschließend eine Aufstellung der mittleren täglichen Maxima in den letzten heißen Sommern nebst Normalwerten.

Mittleres tägliches Maximum im Sommerquartal (C°).

	1893	1911	1921	1934	1944	1947	normal
Kassel	23.2	24.5	24.4	23.2	21.5	24.4	21.7
Marburg	21.9	24.2	23.2	23.3	22.5	26.1	21.3
Frankfurt	23.8	26.4	24.7	24.9	24.6	27.9	23.2
Karlsruhe	24.5	25.8	25.4	24.1	24.2	27.8	23.3
Stuttgart	23.2	25.4	25.8	24.6	23.7	26.9	23.1
Bamberg	23.7	26.7	24.2	24.7	23.0	25.9	23.0
München	22.7	24.5	23.6	23.2	22.6	(24.5) 25.2	22.1

Hierbei steht also 1947 für Marburg, Frankfurt, Karlsruhe, Stuttgart und München an erster Stelle.

Für Bamberg und Kassel liegen die mittleren täglichen Maxima von 1947 nur um 0.1 bzw. 0.8° unter den Werten von 1911.

Die höchste Temperatur dieses Sommers fiel in Nordhessen größtenteils auf den 27. Juni (Subtropische Warmluft, Hoch im Osten). Im übrigen Gebiet lag das Sommermaximum überwiegend am 29. Juli (Hoch über Mitteleuropa nach Südosten ziehend S. 8f.). Einige wenige Stationen im Süden und Osten der Zone hatten ihre Höchsttemperaturen im August. Nach dem vorliegenden Material war die absolut höchste Temperatur 38.8°, die am 29. Juli in Heidelberg, Würzburg und Fürth erreicht wurde. Damit war die bisher höchste Temperatur in Würzburg mit 0.3°, in Heidelberg mit 2.8° überschritten. Es folgt eine Tabelle mit den Höchsttemperaturen der letzten heißen Sommer an den Vergleichsstationen.

Höchsttemperaturen im Sommerquartal (C°).

	1893	1911	1921	1934	1944	1947
Kassel	33.5 Juli	35.2 Juli	36.5 Aug.	31.7 Juli	34.5 Aug.	35.0 Juli
Marburg	30.2 Aug.	34.0 Juli	34.5 Juli	31.3 Juli	34.1 Aug.	36.5 Juni
Frankfurt	32.2 Aug.	37.5 Juli	36.0 Juli	33.4 Juli	37.5 Aug.	38.2 Juni
Karlsruhe	33.0 Aug.	34.3 Juli	38.2 Juli	31.6 Juni	35.9 Aug.	38.6 Juli
Stuttgart	32.0 Aug.	35.0 Juli	38.7 Juli	33.7 Juli	33.5 Aug.	38.2 Juli
Bamberg	32.8 Aug.	36.9 Juli	37.3 Juli	32.9 Juli	33.0 Aug.	37.5 Juli
München	32.8 Aug.	33.7 Juli	34.6 Juli	31.9 Juli	32.1 Aug.	(35.1) Juli 36.0

Für Kassel und Stuttgart hatte Sommer 1921, für die übrigen Stationen der Tabelle 1947 die größten Maxima.

Als Zusammenfassung der Temperaturverhältnisse ist versucht worden, den Wärmeüberschuß der drei letzten heißen Sommer gegenüber dem Durchschnitt abzuschätzen durch die Differenz Pentadenmittelsummen 1947 — Pent. Mittel-Summen normal für den Zeitraum Juni/August und die Stationen Bayreuth (Abb. 13), Darmstadt, München. Dabei ist die Vorrangstellung des Sommers 1947 offensichtlich. (Zum Vergleich darunter die auf die gleiche Weise entstandene Abschätzung des Wärmedefizits in drei kalten Sommern.) Die entsprechende Kurve für Darmstadt fällt mit der Bayreuther im Juni und Juli fast zusammen. Im August steigt die Kurve für Darmstadt in zunehmendem Maße darüber hinaus. In München verläuft die Kurve im Juni im ganzen unter der Bayreuther,

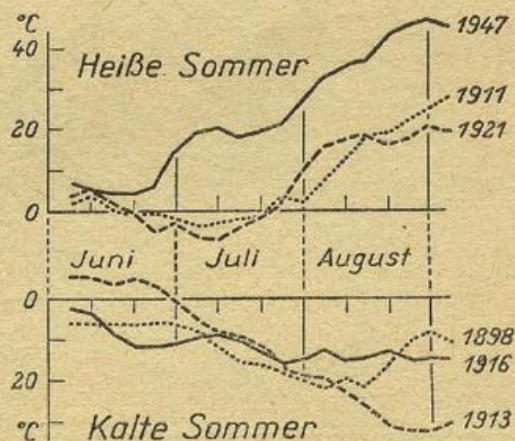


Abb. 13 Abweichung der Pentadenmittelsummen der Lufttemperatur vom Durchschnitt, Bayreuth

nähert sich ihr im Juli mehr und mehr, und hat im August nach anfangs höheren Werten gegen Ende nahezu dieselben.

b) Sommertage und heiße Tage.

(Sommertage: Maximum $\geq 25^\circ$, heiße Tage: Maximum $\geq 30^\circ$)

In Württemberg-Baden und vereinzelt in Bayern hatte der April bereits 3 bis 4 Sommertage. Der Mai, der ja teilweise schon hochsommerliche Temperaturen zeigte, hatte nördlich der Donau 6 bis 13 Sommertage (normal 4 bis 6), südlich der Donau 2 bis 7 (normal 1 bis 4). Bevorzugte Gebiete, besonders Rheintal, Rhein-Main-, Rhein-Neckargebiet, Donautal hatten verschiedentlich schon einen heißen Tag. Der Juni hatte 10 bis 19 Sommertage (normal 4 bis 10) und 5 bis 11 heiße Tage (normal 1 bis 3). Im Juli wurden 10 bis 20 Sommertage, stellenweise bis zu 25 gezählt (normal 5 bis 14). Im Lahntal, Rhein-Maingebiet, an der Bergstraße sowie im Stuttgarter Raum und in Franken gab es 10 bis 12 heiße Tage, im Rhein-Neckargebiet bis 14. Sonst hatte der nördliche Teil der Zone 4 bis 9, der südliche 3 bis 7 heiße Tage. Die Normalwerte für die heißen Tage liegen zwischen 1 (Alpenvorland) und 4 (Rhein-Neckargebiet). In den ersten 3 Wochen traten die heißen Tage vereinzelt auf, meist im Rhein-Main- und Rhein-Neckargebiet, in der letzten Juliwoche aber im größten Teil der Zone fast täglich. August brachte 14 bis 20 Sommertage, im Lahntal und in Württemberg-Baden bis 24, an der Bergstraße und im Rhein-Maingebiet 25 bis 27 Sommertage (etwa doppelt soviel wie normal). Davon waren wieder viele heiße Tage: Im Rhein-Maingebiet, an der Bergstraße, in Württemberg-Baden und Franken gab es 10 bis 12, stellenweise bis 15, im Voralpengebiet 3 bis 4 heiße Tage. Sonst wurden meist 6 bis 9 heiße Tage gemeldet (häufig das 5 bis 8-fache des Normalwerts). September hatte noch 10 bis 15 Sommertage, gebietsweise 17 bis 19 (normal 3 bis 4). Vor allem wies aber der Monat noch einmal in einem großen Teil der US-Zone 6 bis 8 heiße Tage auf, die bevorzugten Gegenden, Rhein-Neckargebiet, Lahntal, hatten

sogar 9 bis 10. Im Alpenvorland wurden teilweise noch 3 heiße Tage gezählt. Im Durchschnitt hat der September auch in den begünstigten Gebieten keinen heißen Tag mehr. Oktober hatte vereinzelt noch 1 bis 3 Sommertage.

Wie aus der Zusammenstellung der Sommertage und heißen Tage während der einzelnen Monate hervorgeht, ist für diesen Sommer die große Zahl solcher Tage besonders kennzeichnend. Für das Sommerquartal Juni/August (Abb. 14) ergab sich so für weitaus die meisten Stationen das Anderthalbfache bis Doppelte der normalen Zahl, vereinzelt wurde sogar das Dreifache erreicht (Lahntal). Die größte Anzahl hatte wiederum das Rhein-Main- und Rhein-Neckargebiet mit bis zu 68 Sommertagen. Sonst wurden im Rheintal und stellenweise auch im Maintal meist 60 Sommertage gezählt. Württemberg und Franken hatten im allgemeinen 50 Sommertage, das Donautal 55, der Osten und Süden von Bayern wie auch Nordhessen 35 bis 40 Sommertage. Zum Vergleich eine Tabelle mit den Sommertagen der letzten heißen Sommer.

Anzahl der Sommertage im Sommerquartal (Max. $\geq 25^\circ$).

	1893	1911	1921	1934	1944	1947	normal
Kassel	34	44	42	28	21	42	23
Marburg	22	45	39	27	31	54	18
Frankfurt	37	52	46	46	45	66	30
Karlsruhe	43	56	48	37	42	63	32
Stuttgart	36	58	51	42	39	57	32
Bamberg	37	54	44	41	27	51	30
München	26	44	39	32	30	(39) 46	25

Für Marburg, Frankfurt, Karlsruhe, Stuttgart und München steht danach 1947 an erster Stelle, für Kassel und Bamberg an zweiter Stelle (an erster Stelle 1911 mit zwei bis drei Sommertagen mehr).

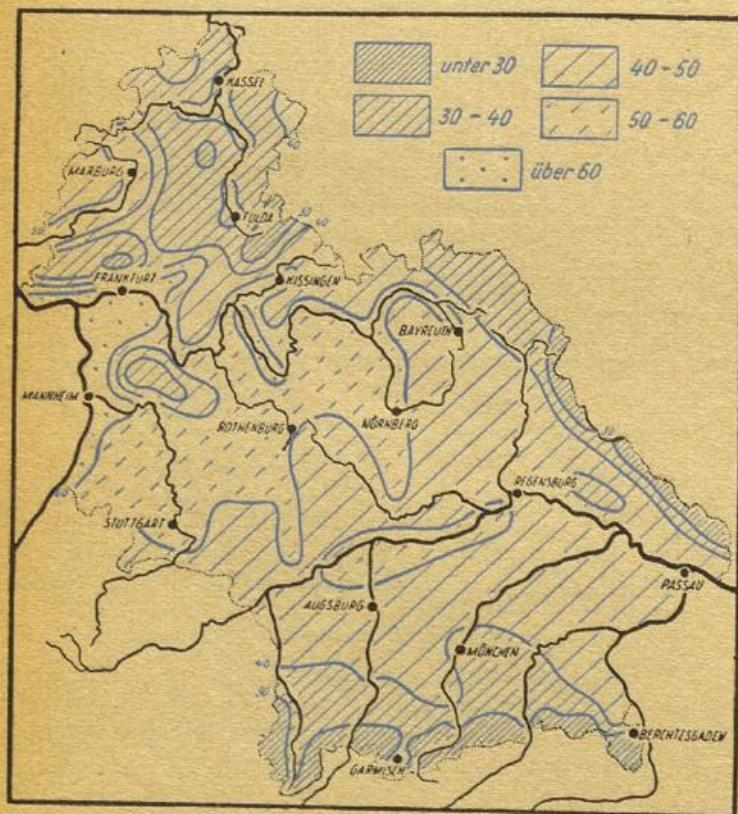


Abb. 14 Zahl der Sommertage (Temp.-Maximum $\geq 25^\circ$ C), Juni—August 1947

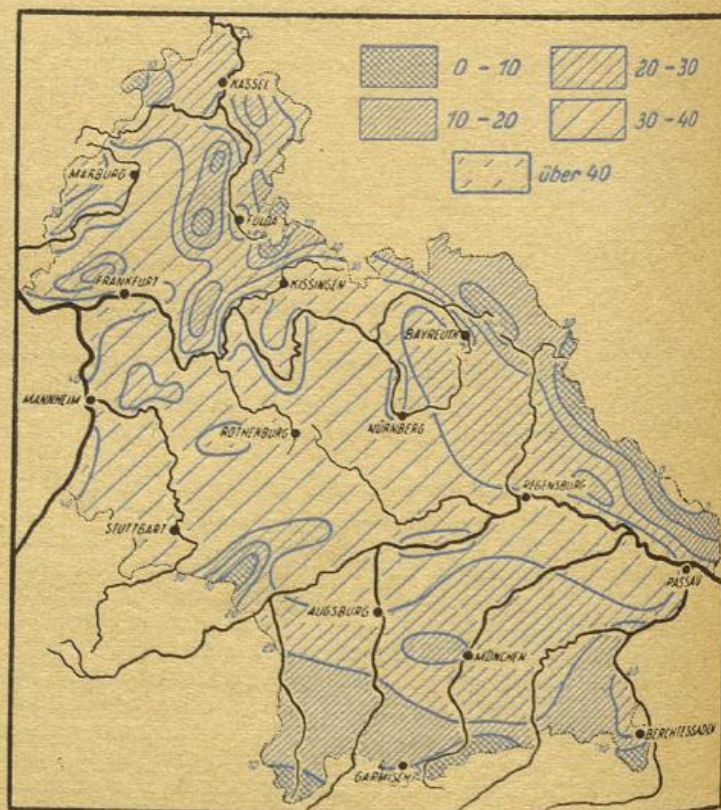


Abb. 15 Zahl der heißen Tage (Temp.-Maximum $\geq 30^\circ$ C), Mai—September 1947

Der Hitzegrad des Sommers wird durch die Anzahl der heißen Tage bestimmt, an denen der vergangene ebenfalls sehr reich war (Abb. 15). Die größten Überschüsse über den Normalwert finden wir in denselben Gebieten wie schon bei den Sommertagen, stellenweise sogar 30 heiße Tage mehr als normal, was etwa dem Fünffachen des Normalwertes entspricht. Die Gebiete mit der größten Anzahl heißer Tage fallen auch im wesentlichen damit zusammen. Hier wurden bis zu 36 heiße Tage erreicht. Im Rheintal, Maintal, mittleren Neckar- und Donautal gab es etwa 30 heiße Tage. Auch hier in großen Zügen wieder die Verteilung wie im langjährigen Mittel (abgesehen von der absoluten Höhe der Zahlen). Zum Vergleich die Werte in den letzten heißen Sommern:

Anzahl der heißen Tage im Sommerquartal (Max. $\geq 30^\circ$).

	1893	1911	1921	1934	1944	1947	normal
Kassel	8	18	16	5	5	16	4
Marburg	1	14	7	2	5	27	2
Frankfurt	8	26	17	8	14	32	6
Karlsruhe	11	23	18	6	8	37	6
Stuttgart	4	16	22	7	8	30	6
Bamberg	8	28	17	8	9	27	7
München	2	9	14	3	7	(14) 16	3

Danach nimmt 1947 mit Ausnahme für Kassel und Bamberg die erste Stelle ein. Das Charakteristische dieses Sommers liegt einmal in der großen Intensität der Hitze, dann aber auch in der außerordentlich langen Dauer. Beide Eigenschaften spiegeln sich wieder in der Anzahl der Sommertage, besonders aber auch in der Zahl der heißen Tage während des ganzen Zeitraums sommerlicher Witterung (Mai bis September). Bei den Sommertagen übertrifft Sommer 1947 an allen Vergleichsstationen die bisher höchsten Werte um 3 (Bamberg) bis 27 (Frankfurt).

Mit der Zahl der heißen Tage steht ebenfalls der Sommer 1947 an der Spitze. Die bisherigen Maximalwerte wurden 1947 noch um 1 (Kassel) bis 26 (Nürnberg) erhöht. (Tabelle der Sommertage und heißen Tage vom Mai bis September.) Als Abschluß dieses Teils über die Temperaturverhältnisse folgt noch eine Tabelle der Temperatursummen verschiedener Stationen in den letzten heißen Sommern. Diese Temperatursummen (die Summe aller Temperaturtagesmittel über 25°C) sind wohl das beste Maß eines heißen Sommers. Hier ist leider das Material unvollständig. Bei allem Vorbehalt scheint jedoch der Sommer 1947 auch hierbei die erste Stelle einzunehmen. (Die Werte für München sind mangels Reduktion schwer vergleichbar.)

Sommertage und heiße Tage von Mai bis September.

	Sommertage						heiße Tage					
	1893	1911	1921	1934	1944	1947	1893	1911	1921	1934	1944	1947
Kassel	40	53	57	47	35	60	8	21	18		7	22
Marburg	23	53	46	37	35	78	1	15	7	2	7	33
Frankfurt	44	65	59	67	54	94	8	31	17	10	18	42
Karlsruhe	50	71	62	46	49	94	11	27	18	6	10	44
Stuttgart	39	66	69	59	43	84	4	20	16	3	4	38
Bamberg	41	69	53	61	35	72	8	33	17	8	9	36
Nürnberg	40	56	50	51	35	71	7	13	16	4	7	39
München	31	55	48	44	37	(53) 63	2	10	14	3	7	(20) 22

Temperatursummen.

(Summe der Temp. Tagesmittel $\geq 25^\circ$ in $^\circ\text{C} \times \text{Tage}$)

	1893	1911	1921	1934	1944	1947
Kassel	0				26	105
Marburg				0	52	133
Gießen					102	419
Frankfurt	0	338	191	0	157	480
Bayreuth		158	105		25	156
Bamberg	0	211	82		26	366
Karlsruhe	102	312	163	0	52	427
Stuttgart	51	233	242		76	447
Hohenheim		130	132	0	26	
Augsburg		212	184			
München	(26)	186	157			(157)

Temperaturverhältnisse in den Sommermonaten.

Station	Mitteltemperatur (C°)						höchste Temperatur (C°)						mittleres Maximum (C°)						Sommertage (Max. $\geq 25^{\circ}\text{C}$)						heißige Tage (Max. $\geq 30^{\circ}\text{C}$)					
	Juni 1947		Juli 1947		Aug. 1947		Sommer- quartal lgl.		Juni 1947		Juli 1947		Aug. 1947		Sommer- quartal lgl.		Juni 1947		Juli 1947		Aug. 1947		Sept. 1947		Sommer- quartal lgl.					
	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947	1947					
Hessen																														
Arolsen	17.2	18.4	18.3	18.3	16.1	34.5	33.1	33.1	32.0	22.6	23.7	24.3	25.2	21.7	8	11	18	17	7	4	6	5	4.2							
Kassel-Harleshausen	17.9	18.9	19.4	19.4	16.1	32.3	35.0	33.2	33.2	23.0	24.7	25.5	25.5	21.7	6	11	15	16	6	4	6	6	4.2							
Willingen (Kr. Waldeck)	15.2	16.5	16.2	16.2	16.1	31.4	30.6	29.6	29.6	20.3	22.2	22.7	22.7	21.7	1	9	9	10	1	1	2	2	4.2							
Bad Wildungen	17.2	18.4	18.1	18.1	16.1	34.1	33.4	32.5	32.5	23.2	24.8	25.2	25.2	21.7	7	11	17	15	8	5	6	6	4.2							
Herleshausen	17.8	18.8	18.6	18.6	16.1	33.7	35.0	34.8	34.8	23.8	25.3	25.5	25.5	21.7	10	13	16	18	1	6	6	8	4.2							
Schenklengsfeld	16.8	17.6	18.1	18.1	14.2	32.3	33.1	32.0	32.0	22.6	23.7	24.3	24.3	19.6	3	11	12	12	7	2	3	5	4.2							
Hauptschwenda	16.0	16.7	17.1	17.1	14.2	31.2	31.5	30.7	30.7	21.6	23.7	23.2	23.2	19.6	1	9	11	9	3	2	2	4	0.5							
Marburg	18.2	19.3	20.0	20.0	16.1	36.5	35.0	34.1	34.1	24.8	26.2	27.2	27.2	21.3	11	14	18	22	9	9	9	6	2.1							
Gießen	19.0	20.4	21.1	21.1	16.3	35.4	35.1	34.4	34.4	25.0	26.4	27.4	27.4	21.9	9	14	19	23	9	8	11	9	3.9							
Weilburg	18.4	19.5	19.9	19.9	16.3	37.4	35.8	35.5	35.5	25.7	27.5	28.8	28.8	22.3	12	13	21	23	1	9	13	9	4.2							
Bad Nauheim	19.3	20.1	20.5	20.5	14.3	36.1	34.3	34.1	34.1	25.6	26.5	27.3	27.3	22.4	13	16	18	21	9	8	8	9	3.8							
Herchenhain	16.7	17.8	18.3	18.3	14.3	32.0	31.2	31.0	31.0	21.5	22.5	24.0	24.0	22.8	11	10	13	10	4	1	4	1	3.8							
Rohrighof bei Schlüchtern	17.5	18.7	18.7	18.7	17.9	33.8	33.3	32.4	32.4	22.9	24.2	25.0	25.0	23.2	3	12	14	15	5	4	6	7	6.3							
Frankfurt	20.7	21.2	21.8	21.8	17.9	38.2	37.1	35.4	35.4	26.8	27.7	29.2	29.2	23.2	12	19	20	27	9	11	12	9	6.3							
Wiesbaden	19.0	20.4	21.3	21.3	17.6	35.5	36.0	34.0	34.0	24.9	26.4	27.2	27.2	23.5	8	13	18	22	9	9	8	9	6.3							
Geisenheim	19.9	21.4	22.1	22.1	17.6	37.3	37.8	34.4	34.4	26.0	27.8	28.5	28.5	23.5	11	15	22	25	9	10	12	10	9.0							
Darmstadt	19.8	20.8	20.9	20.9	18.3	36.2	37.6	34.5	34.5	25.5	27.4	28.0	28.0	22.8	12	16	21	24	9	10	10	9	6.1							
Neunkirchen (Odenwald)	17.4	19.1	19.7	19.7	15.3	32.0	33.0	30.2	30.2	21.7	23.3	23.6	23.6	23.5	1	10	12	12	2	4	2	2	6.1							
Bensheim-Auerbach	20.3	21.2	22.2	22.2	17.9	37.5	38.2	35.6	35.6	26.4	27.8	29.5	29.5	23.5	12	19	20	26	9	11	16	10	6.1							
Beerfelden (Odenwald)	17.6	19.1	19.8	19.8	17.6	33.0	35.0	32.5	32.5	22.9	24.6	25.6	25.6	23.5	4	10	14	16	5	6	8	5	6.1							
Württemberg-Baden																														
Bad Mergentheim	18.6	20.4	20.1	20.1	17.5	35.7	37.0	35.5	35.5	25.3	26.9	28.1	28.1	23.5	10	16	19	24	9	10	10	9	2.9							
Buchen (Odenwald)	18.0	19.1	18.9	18.9	16.0	34.5	36.0	34.0	34.0	24.3	25.8	26.9	26.9	21.9	8	12	18	19	9	9	10	9	2.9							
Heidelberg	21.0	22.6	23.0	23.0	18.2	38.1	38.8	36.0	36.0	27.0	28.9	29.3	29.3	23.2	13	18	25	25	1	14	14	10	6.4							
Karlsruhe	19.6	21.2	21.2	21.2	18.2	37.2	38.6	35.6	35.6	26.0	28.3	29.0	29.0	23.3	12	16	23	24	1	11	13	10	5.6							
Stuttgart	19.9	21.2	21.6	21.6	18.2	35.5	38.2	34.8	34.8	25.4	27.2	28.1	28.1	23.1	11	17	19	21	8	10	12	8	6.0							
Ellwangen	17.4	19.1	18.4	18.4	15.8	34.0	37.4	35.5	35.5	24.4	26.4	27.1	27.1	22.8	7	13	19	19	9	9	9	9	6.0							
Heidenheim	17.4	18.9	18.7	18.7	15.8	35.0	37.1	35.2	35.2	24.1	26.2	27.8	27.8	21.4	9	13	19	21	8	8	11	9	1.6							
Ulm	18.2	19.5	19.7	19.7	16.6	33.0	36.0	33.1	33.1	24.0	25.4	26.8	26.8	22.1	8	13	15	21	7	7	11	6	2.8							
Bayern																														
Aschaffenburg	19.4	20.9	21.4	21.4	16.5	36.2	37.7	35.2	35.2	25.2	26.6	28.3	28.3	22.9	10	15	19	23	9	10	11	9	5.6							
Bad Kissingen	18.4	19.8	19.8	19.8	16.5	35.1	36.8	34.4	34.4	25.0	26.6	26.9	26.9	22.9	12	14	18	18	10	10	10	8	5.6							
Schweinfurt	19.9	21.3	21.6	21.6	16.5	33.5	37.1	34.6	34.6	25.0	26.4	26.6	26.6	22.9	10	14	20	17	1	11	9	9	5.6							
Würzburg	19.5	20.7	20.6	20.6	16.5	36.3	37.8	35.3	35.3	25.9	27.2	28.4	28.4	22.9	13	17	20	24	1	10	11	10	5.6							
Koburg	18.4	19.7	19.9	19.9	15.7	33.2	36.4	33.7	33.7	23.7	24.9	25.1	25.1	21.9	8	11	17	16	9	5	6	9	4.0							

2. Niederschlag.

a) Summen und Höchstwerte.

Die Niederschläge hingen fast durchweg mit der Ausbreitung kühler Meeresluft zusammen. Teils waren sie an die von West oder Nordwest durchziehenden Fronten gebunden, teils — dabei auch die besonders ergiebigen Gewitter — entwickelten sie sich in diesen Luftmassen, die bei ihrer Ankunft vielfach äußerst labil waren. Nur einen kleinen Anteil hatte die Labilisierung durch Kaltluftzufuhr in der Höhe.

Dabei sind für Vegetationsperiode, Sommerquartal und Sommerhalbjahr die regenreichen Gebiete (Höhenlagen, Staulagen) und die Trockengebiete (Lee-lagen) denen der Normalverteilung in großen Zügen ähnlich, abgesehen von den Absolutwerten. Anders bei der Niederschlagsverteilung für einzelne Monate: Hier hat infolge ergiebiger örtlicher Gewitter — oft bestimmt ein Gewitter die Monatssumme — gelegentlich ein Trockengebiet der Normalverteilung besonders viel Niederschlag.

Die Niederschlagssumme für **Mai** war im nördlichen Teil der US-Zone annähernd normal. Starke örtliche Gewitter verursachten zwar stellenweise verhältnißmäßig hohe Niederschlagssummen, im allgemeinen blieb es aber zu trocken. In Bayern fielen nur 50 bis 60 % des Normalwertes. In Franken, Oberpfalz und Niederbayern wurden Niederschlagsmengen zwischen 15 und 30 mm gemessen, über 60 mm an vielen Orten in Schwaben und Oberbayern, stellenweise auch in Hessen und Württemberg-Baden. Im Raum Garmisch-Partenkirchen kamen auch Beträge über 100 mm vor. Die Niederschlagshäufigkeit war abgesehen von Hessen unternormal. Die **Juni**summen blieben mit wenigen Ausnahmen unter dem Durchschnitt. Darüber lagen nur einige Orte in Unterfranken und Nordhessen, hier bis zu 200 % des Normalwertes, ferner das Odenwaldgebiet (115%). Sonst fielen meist 80 bis 100% vom Durchschnitt. In hohen Lagen des Voralpengebietes, in Hessen und Württemberg-Baden wurden 50 bis 70 % des Normalen erreicht. Südlich der Donau wurden meist 90 bis 150 mm gemessen, nördlich 30 bis 60 mm. Die Zahl der Niederschlagstage blieb bis zu 50 % unter dem Normalwert. Die Niederschläge fielen fast ausschließlich in den drei Abschnitten von 4. bis 10., 13. bis 15. und 19. bis 23. Am 22. und 23. traten südlich der Donau starke Niederschläge auf (Stau) mit mehr als 50 mm im Voralpengebiet. In Nordbayern brachte der Gewitterregen vom 22. Juni 20 bis 50 mm, in Hessen und Württemberg-Baden nicht über 20 mm; hier fielen nur vereinzelt am 9. und 14. über 20 mm. Da der Niederschlag größtenteils auf Schauern und Gewittern beruhte, war er sehr unregelmäßig verteilt. Am 30. Juni ergaben Gewitterschauer, z. T. mit Hagel, im Norden der Zone 30 bis 50 mm. — Die relative Feuchtigkeit betrug größtenteils 65 bis 70 %, im Rhein-Maingebiet und Rheintal meist 60%. Das Alpenvorland hatte 70 bis 80%. Die Werte waren 5, vereinzelt 10% niedriger als normal. Das Alpenvorland hatte etwa die Durchschnittswerte. Die Tiefstwerte erreichten 25 bis 30%. Auch im Juli waren Gewitter stark am Niederschlag beteiligt, so daß in der Verteilung wiederum erhebliche Unterschiede auftraten. Die Monatssummen betragen im allgemeinen nur 40 bis 80% vom Durchschnitt, südlich der Donau 60 bis 100%. In der Wetterau, im Raum Vogelsberg-Rhön, in Baden, im Ulmer Raum, in Nordbayern und in Berglagen überstiegen die Niederschlagsmengen den Durchschnitt um 10 bis 20%. Im nördlichen Hessen, in Württemberg und im Main-Taunusgebiet wurde der Normalbetrag stellenweise um 50% überschritten. Im ganzen war der Juli zu trocken. Im Alpenvorland fielen 100 bis 200 mm, sonst meist 40 bis 80 mm. Ergiebige Schauer über 20 mm hatte der Norden der Zone am 1. und 21., Württemberg-Baden

am 1. und 19. und der Süden am 2. und 9. (dabei stellenweise bis über 50 mm). — Die mittlere relative Feuchte unterschied sich nur wenig von der des Junis (im allgemeinen einige Prozent höher). Gegenüber den langjährigen Werten war die relative Feuchte 5 bis 10% zu gering. Die Tiefstwerte lagen ähnlich wie im Juni, doch wurden mehrfach Feuchten unter 20% beobachtet. Die **August**summen des Niederschlags blieben weit hinter den normalen zurück, sie erreichten meist nur 10 bis 30%, im Voralpengebiet bis 50%. Im Süden der US-Zone fielen 40 bis 90 mm, im übrigen Gebiet 5 bis 30 mm. In vielen Fällen blieb der Niederschlag sogar noch unter 5 mm. Die Niederschlagshäufigkeit nördlich der Donau war 15 bis 30%, südlich der Donau 40 bis 70% der normalen. Mäßige Niederschläge traten meist nur auf im ersten Drittel des Monats und um den 20. herum (Gewitter), Tagesmengen von 20 bis 30 mm wurden nur in Südbayern gemessen (am 5. und 20.). — Die relative Feuchte betrug im Mittel 55 bis 65%, Rhein- und Rhein-Maingebiet hatten stellenweise um 50%, der Alpenrand gegen 70%. Die Feuchte blieb damit 15 bis 20% unter dem Durchschnitt. Die Tiefstwerte erreichten verschiedentlich Prozentzahlen unter 20.

Im **September** dauerte die Trockenheit an. Die Niederschlagshäufigkeit war mit nur 6 bis 8 Tagen gering. Die Regenmengen betragen 20 bis 50% des Normalwerts. Nur im Stuttgarter Raum, an der Bergstraße und in Oberfranken wurden 60 bis 70% erreicht. Meist wurden 20 bis 40 mm gemessen, in Unterfranken nur 10 bis 20. Tagesmengen über 10 mm wurden nur am 25. verzeichnet. — Die relative Feuchte betrug in Bayern meist 60 bis 65%, am Alpenrand gegen 70%. Das übrige Gebiet hatte 65 bis 70%. Im allgemeinen lagen die Mittelwerte 10 bis 15% zu niedrig. Die Tiefstwerte kamen vielfach unter 20%. — Im **Oktober** war die Niederschlagsmenge wiederum äußerst gering. Die Monatssummen machten meist nur 20 bis 35% vom Durchschnitt aus. In den trockensten Gebieten — Franken, Oberpfalz, Odenwald, Rhöngebiet, oberes Lahntal — fielen kaum 5 bis 10% des Normalwerts; vereinzelt machte der Niederschlag 40 bis 50% vom Durchschnitt aus. Der Niederschlag fiel an 4 bis 6 Tagen, nur Nordhessen hatte 10 bis 12 Tage mit Regen (normal 13 bis 14). — Das Monatsmittel für die relative Feuchte war meist 70 bis 75%, Alpenrandgebiet bis 80%, hier wurden auch die Normalwerte erreicht. Im allgemeinen lagen die Mittel 10 bis 15% unter dem Durchschnitt. Als Tiefstwerte wurden 25 bis 30% beobachtet, im Alpenvorland 35 bis 40%.

Einen Überblick über die zeitliche Verteilung des Niederschlags in Würzburg und Nürnberg gibt Abb. 16, welche die täglichen Niederschlagsmengen von Mai

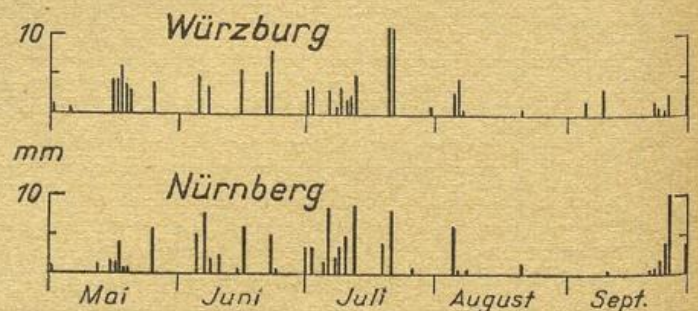


Abb. 16 Tägliche Niederschlagsmengen für Würzburg und Nürnberg, Mai—September 1947

bis September zeigt. Darin tritt die hier besonders regenarme Zeit Ende Juli bis Ende September stark hervor.

Schon seit Oktober vorigen Jahres war, im ganzen gesehen, zu wenig Niederschlag gefallen. Nur März war allgemein zu naß. Seine reichlichen Niederschläge

konnte die Erde jedoch — infolge des langandauernden Frostes im Boden — nicht aufnehmen. April war nur im Norden teilweise zu naß, im Süden niederschlagsarm. Mai bis Juli blieb meist unter dem Normalwert. August, September und Oktober waren erheblich zu trocken. Die Zusammenfassung der Niederschläge im Sommerquartal ergab das Maximum über dem Alpen-nordrand mit Niederschlagssummen von 450 bis 500 mm. Das Alpenvorland hatte meist Summen um 200 mm. Kleinere Gebiete mit 200 mm lagen noch über dem Odenwald und Nordhessen. Im mittleren Donautal war die Regenmenge 100 bis 150 mm. Die Schwäb. Alb und das obere Neckartal erhielten 150 bis 200 mm. Das schwäb.-fränkische Stufenland hatte nur 100 mm Niederschlag. Fränkische Alb und Oberpfalz wiesen Beträge von 150 mm auf. Die normale Niederschlagsmenge wurde nur in einzelnen Gebieten erreicht. Im allgemeinen machte die Niederschlagssumme 50 bis 75% des Normalwerts aus. Die geringste Abweichung hatten Teile von Nordhessen, die die oben erwähnten 200 mm-Bereiche enthalten. Dort wurden stellenweise 100 bis 110% erreicht. Die größten Fehlbeträge gegen den Durchschnitt hatte ein Gebiet, das sich von Oberfranken über Mittelfranken weiter zum Kraichgau erstreckt. Hier wurden 40 bis 50% des Normalwerts gemessen. Das Voralpenland hatte gegen 60%, der Alpen-nordrand (größte Niederschlagssumme) 80 bis 90% vom Normalwert.

Wegen ihrer Bedeutung für das Wachstum wurden die Niederschlagssummen der Vegetationsperiode Mai bis Juli zusammengestellt. In diesem Zeitraum fielen im Alpenvorland größtenteils 200 bis 300 mm, am Alpenrand 300 bis 500 mm, stellenweise bis 600 mm. Ein größeres Gebiet von 200 bis 300 mm wies noch die westliche Schwäb. Alb auf, sonst kamen Mengen von 200 mm und mehr nur in kleinen — meist weit voneinander getrennten — Gebieten vor, so im Bayrischen Wald, im Böhmerwald und im Raum Wetterau-Vogelsberg. Der mittlere und nördliche Teil der Zone hatte im wesentlichen Niederschlagssummen von 100 bis 150 mm. Die normale Niederschlagsmenge wurde nur in einzelnen, weit verstreuten, kleinen Bezirken erreicht. Im allgemeinen wurden die Normalwerte um 20 bis 40% unterschritten. Zwei größere Gebiete mit Fehlbeträgen von 50% lagen im Frankenwald und im Raum Mittelfranken—Alb—Donautal. Allgemein war die Vegetationsperiode zu trocken. Auch in den kleinen Bezirken mit normaler Regenmenge hatte der Boden zu wenig erhalten, da die Gewitterniederschläge größtenteils abflossen oder verdunsteten. Zum Vergleich der Niederschlagssummen im Sommerquartal und in der Vegetationsperiode der letzten heißen Sommer dient folgende Tabelle:

Niederschlagssummen für Sommerquartal und Vegetationsperiode (mm).

	1893		1911		1921		1934		1944		1947		normal	
	Sq.	Vp.	Sq.	Vp.	Sq.	Vp.	Sq.	Vp.	Sq.	Vp.	Sq.	Vp.	Sq.	Vp.
Kassel	173	126	99	71	108	97	133	102	256	242	93	144	193	178
Marburg	174	147	45	83	76	85	148	108	241	219	100	145	191	178
Frankfurt	199	195	69	138	99	95	209	170	214	195	138	173	189	168
Karlsruhe	154	152	142	111	172	106	210	126	210	195	113	150	227	206
Stuttgart	187	240	127	152	134	130	242	163	287	213	190	264	223	224
Bamberg	177	187	60	110	146	156	177	90	193	200	89	99	208	196
München	270	291	198	255	293	273	452	314	469	392	(216) 203	(270) 254	347	338

Für Kassel und Karlsruhe hat 1947 den geringsten Niederschlag im Sommerquartal, für die übrigen Stationen 1911. — Die Anordnung nach steigenden Niederschlagssummen für die Vegetationsperioden der letzten heißen Sommer gibt 1947 für München die erste Stelle (nahe 1911), für Bamberg die zweite, für Marburg, Frankfurt und Karlsruhe die vierte, für Kassel die fünfte und für Stuttgart die sechste Stelle. Betrachtet man die Niederschlagssummen in dem Zeitraum, der den ganzen Sommer umfaßt (Mai—September), so steht 1947 mit dem geringsten Niederschlag für Karlsruhe, Bamberg und München an erster Stelle, für Kassel an zweiter, für Marburg und Frankfurt an dritter, für Stuttgart an vierter Stelle.

Niederschlagssummen Mai bis Oktober (mm).

	1893	1911	1921	1934	1944	1947	normal
Kassel	304	157	192	269	401	183	347
Marburg	305	151	162	289	374	172	350
Frankfurt	365	225	192	383	348	208	343
Karlsruhe	338	270	298	333	421	230	424
Stuttgart	387	286	261	399	463	334	404
Bamberg	369	191	282	305	327	135	364
München	486	441	470	624	768	(346) 323	586

Niederschlagssummen Mai bis September (mm).

	1893	1911	1921	1934	1944	1947
Kassel	230	142	166	214	327	166
Marburg	230	110	137	227	307	164
Frankfurt	286	191	172	307	298	192
Karlsruhe	241	219	284	285	343	206
Stuttgart	311	245	247	360	410	321
Bamberg	287	166	239	246	270	129
München	426	399	429	551	673	(326) 305

Im Sommerhalbjahr hat 1947 unter den Vergleichsjahren für Karlsruhe, Bamberg und München den geringsten Niederschlag, für die übrigen Stationen steht es an zweiter bzw. dritter Stelle.

Der Vergleich der Niederschlagsmengen läßt jedoch noch keine Schlüsse auf die Dürre und die Schädigungen der Vegetation zu. Diese werden in Teil D ausführlich besprochen. In diesem Zusammenhang sei nur erwähnt — wie gelegentlich schon angedeutet —, daß die verheerenden Auswirkungen dieses Sommers sowohl durch die Hitze, geringe Niederschlagsmenge und Niederschlagsart (rasch abfließender bzw. verdunstender Gewitterregen) des gleichen Zeitraums bedingt

sind als auch durch die Verhältnisse im vorangegangenen Winter und Frühjahr (Winter im ganzen zu trocken, Boden auch im März noch gefroren und für Niederschlag noch nicht aufnahmefähig).

Endlich soll noch eine Übersicht über die Niederschlagsverteilung im Sommerhalbjahr gegeben werden (Abb. 17). Hier tritt die außergewöhnliche Trok-

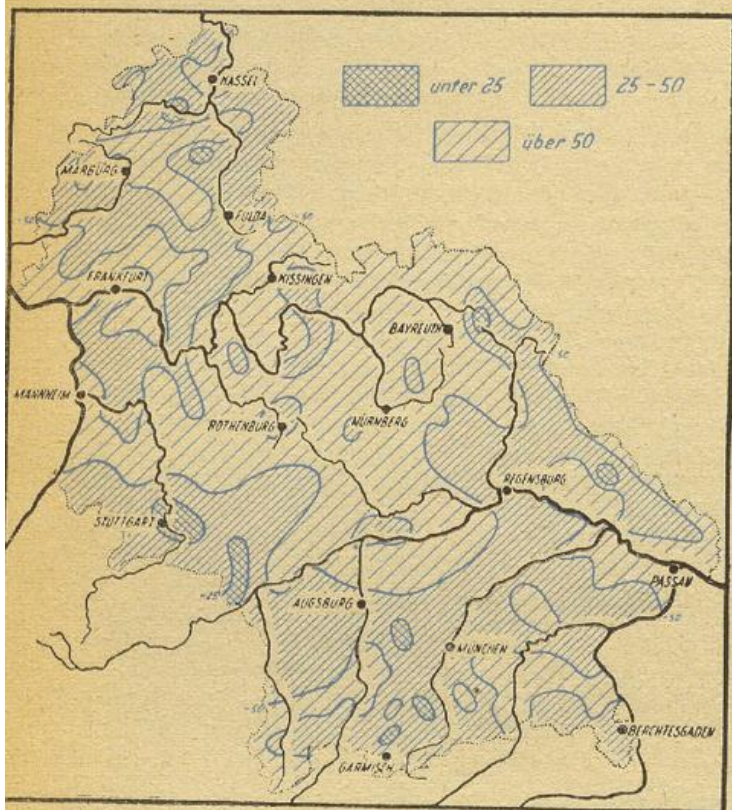


Abb. 17 Abweichung der Niederschlagssummen vom Normalwert in %, Mai—Oktober 1947

kenheit wohl am deutlichsten in Erscheinung. Das Alpenrandgebiet hatte 500 bis 600 mm Niederschlag, stellenweise 700 bis 770. Von diesen Beträgen nahm die Niederschlagssumme zur Donau hin bis auf etwa 200 mm ab. Um 200 mm lag auch der Durchschnittswert für den größten Teil der übrigen US-Zone. Ein größeres Gebiet mit 130 bis 150 mm erstreckte sich vom Coburger bis zum fränkischen Hügelland. Kleinere Gebiete dieses Betrages waren in der Rhein-Mainebene, in Mainfranken und Nordhessen vorhanden. Nördlich der Donau traten Niederschlagssummen von 250 bis 300 mm nur in einem Raum auf, der sich von der westlichen Schwäbischen Alb bis zum Kraichgau erstreckte, ferner in kleinen Bezirken im Bayrischen Wald und Fichtelgebirge, im Spessart und im Fuldaer Becken. Gegenüber dem normalen Niederschlagswert des Sommerhalbjahres hatte die gesamte US-Zone erheblich zu wenig. Abweichungen unter 25% vom Normalwert hatten nur einzelne kleine Gebiete wie das Stuttgarter Becken und andere Bezirke; diese decken sich im wesentlichen mit denen, die oben bei 250 bis 300 mm Niederschlagssumme aufgeführt sind. Die mittlere US-Zone, größere Teile von Hessen und Teile von Südbayern blieben 50 bis 60% unter dem Durchschnitt.

Zur Ergänzung der räumlichen Niederschlagsverteilung diene die Abb. 18. Darin sind für Würzburg die Niederschlagssummen aus Pentadenwerten gebildet, angefangen mit Mai (Beginn der Vegetationsperiode). Dies gibt einen Überblick über die zeitliche Verteilung des Niederschlags und das Niederschlagsdefizit. Die Würzburger Niederschlagssumme bleibt von Anfang an unter dem Normalwert, der Fehlbetrag nimmt be-

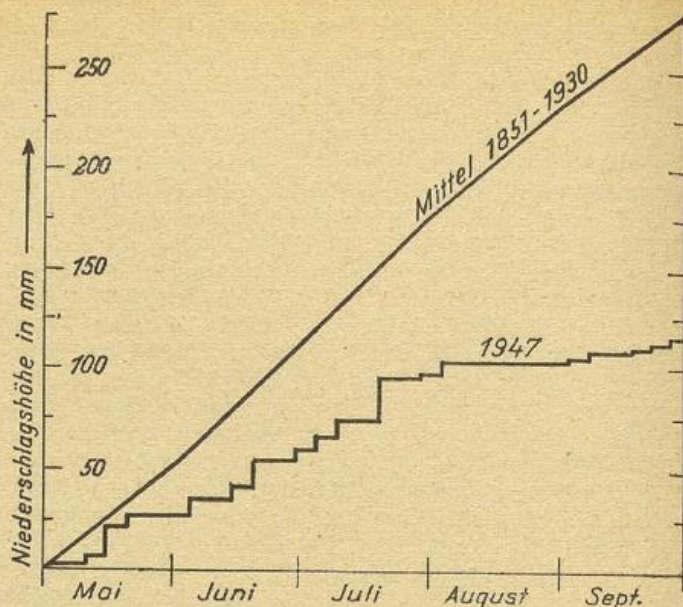


Abb. 18 Niederschlagssummen (Pentadensummen) für Würzburg, Mai—September 1947

sonders rasch zu etwa von der letzten Julidekade an. In Kassel ist die Niederschlagssumme anfangs unternormal, steigt dann durch die Niederschläge um den 17. Mai herum über den Durchschnitt. Anfang Juli entsteht ein Fehlbetrag, der zuerst langsam, dann rasch zunimmt. In München wird das Defizit, das sich seit Ende Mai zeigt, durch die starken Regenfälle vom 22. und 23. Juni vorübergehend ausgeglichen, danach erfolgt zunächst langsames, dann schnelleres Anwachsen des Fehlbetrags.

Die größte Tagesniederschlagsmenge des Sommerquartals wurde im Norden teils im Juni, teils im Juli gemessen, im mittleren Teil der Zone vorwiegend im Juli und im Süden meist im Juni. Die Maxima im Süden fielen überwiegend auf den 23. Juni (Eindringen von Kaltluft, Stau an den Alpen). Sie erreichten am Alpennordrand Werte bis 60 mm, sonst meist 40 bis 50 mm. Die Maxima im Juni wurden im nördlichen Teil der Zone am 21., im mittleren Teil am 19. festgestellt (Gewitter im Zusammenhang mit einer Kaltfront).

Die Zahl der Niederschlagstage im Sommerquartal war gering, auch in den Gebieten mit nahezu normaler Regenmenge. Die größte Anzahl hatte der Alpennordrand mit 40 bis 45, das Alpenvorland mit 30 bis 35 Tagen. Die Schwäbische und Fränkische Alb, der Osten und Norden von Bayern, außerdem kleinere Gebiete in Nordhessen hatten 30 Tage mit Niederschlag. Im übrigen lag die Zahl der Niederschlagstage meist um 25. Die größten Abweichungen vom Normalwert hatte die erwähnte Zone in Nordhessen, wo nur 40 bis 50% der normalen Niederschlagstage gemeldet wurden. Unterfranken, Mittelfranken und weiter die Gegend bis zur Donau hatten 50 bis 60%, das Gebiet südlich der Donau 60 bis 70, der Alpennordrand 70 bis 80% vom Normalwert.

Im ganzen gesehen hatte der mittlere Teil der US-Zone im Sommer 1947 am wenigsten Niederschlag. Im Norden und Süden der Zone traten die Fronten meist etwas stärker in Erscheinung (Stau), während sie im mittleren Teil rasch und z. T. auch etwas abgeschwächt (Lee) durchzogen.

b) Gewitter, Unwetter.

Im Vorhergehenden wurde bereits öfter darauf hingewiesen, daß die Gewitterregen den Hauptbestandteil der Niederschlagssummen bilden. Wie aus dem Wetterablauf (Teil B 2) zu ersehen ist, waren die Ge-

witter im wesentlichen mit dem Vordringen kühlerer Luftmassen verbunden. Eine Anzahl Gewitter wurde auch schon mit Datum erwähnt. Im folgenden sind außer diesen alle Tage zusammengestellt, die sich besonders durch Gewitter hervorheben.

Im **Mai** kam es am 10., 11., 13. bis 15., 18., 19., 22. bis 25. und am 27. zu Gewittern. Am 10., 14., 15. und 27. traten örtlich Hagelschläge auf, stellenweise Hagelkörner von Haselnuß- bis Taubeneigröße. Die vielfach wolkenbruchartigen Schauer besonders in Hessen und Franken verursachten am 10. und 15. Überschwemmungen. Am 27. setzte ein Unwetter große Strecken im Landkreis Karlsruhe und Pforzheim unter Wasser. Der **Juni** hatte örtliche Gewitter am 1., 2., 6., 9., 13., 20. und 30. Vom 4. auf den 5., am 21. und 22. wurden verbreitet Gewitter gemeldet. Die Gewitter vom 21. brachten verschiedentlich über 30 mm Niederschlag. Am 22. hatte der Norden der Zone strichweise wolkenbruchartige Regengüsse, die örtlich Straßen- und Kellerschäden verursachten. Größere Hagelschäden wurden vom 4. zum 5. und am 30. beobachtet. Im **Juli** wurden örtliche Gewitter berichtet vom 4., 7., 8., 24. bis 28. und 30., ferner im Norden vom 11. und 12., im Süden vom 31. Verbreitet traten Gewitter auf in der Nacht zum 1., am 5., vom 18. bis 20. und am 29. Hagelschäden wurden verursacht am 1., 4., 5. und 7., besonders in der Oberpfalz, in Niederbayern und im Stuttgarter Raum. Am 17. und 18. wurde die Bergstraße und Württemberg-Baden am stärksten betroffen, vom 24. bis 27. vorwiegend Hessen. Am 29. erfaßte ein schweres Unwetter mit starkem Sturm den Raum Geisenheim-Hochheim-Darmstadt, dazu einen schmalen Streifen längs des Mains bis Franken (Kaltluftvorstoß Seite 9). Im **August** wurden am 4., 5. und 20. verbreitet Gewitter beobachtet. Am 1. und 4. fiel vereinzelt in Bayern und Baden Hagel. Ein schweres Unwetter mit Hagelschlägen und Wolkenbrüchen richtete am 4. in mehreren Gemeinden des Kraichgauer Hügellandes Schäden an. (Der September hatte nur noch 1 bis 2 Tage, Oktober nur ganz vereinzelt noch 1 Tag mit Gewitter.) Insgesamt gibt die Gewittertätigkeit das für einen heißen, trockenen Sommer nicht ungewöhnliche Bild: Verhältnismäßig we-

nige, aber z. T. äußerst heftige Gewitter. Im allgemeinen hatte die US-Zone im Sommerquartal 10 bis 15 Gewittertage (Abb. 19). Die größte Anzahl Gewittertage wies der Alpenrand auf. Oberpfalz und Fränkische Alb hatten 16 bis 19 Tage mit Gewitter. Das mittlere Neckargebiet sowie Nordhessen verzeichneten meist 10 Tage mit Gewitter. Die normale Anzahl Gewittertage meldeten nur kleinere Gebiete in Nordhessen, in der Rhein-Mainebene und auf der Schwäbischen Alb, ferner die Gegend von Regensburg und stellenweise der Böhmisches-Bayr. Wald und der Frankenwald. Der mittlere Teil der US-Zone hatte etwa 50% der normalen Anzahl Gewittertage.

3. Bewölkung.

Das Bewölkungsmittel für **Mai** lag zwischen 6 und 7 (wobei 0 = wolkenlos, 10 = bedeckt ist) und war nur wenige Zehntel übernormal. Heitere¹⁾ Tage wurden im allgemeinen 3 bis 5 gezählt, im westlichen Donautal stellenweise bis zu 10. Normal sind 4 bis 6 heitere Tage. Die Bergstationen bis 1000 m NN hatten 2 bis 3 heitere Tage. Die Zahl der trüben²⁾ Tage war in Hessen 12 bis 15, sonst meist 8 bis 12. Die Bergstationen bis 1000 m NN hatten 15 bis 17 trübe Tage, die Zugspitze 12. Im **Juni** war das Bewölkungsmittel annähernd normal. Heitere Tage gab es im größten Teil der US-Zone 4 bis 6, im Osten und Süden von Bayern stellenweise 8 bis 10. Die Zahlen waren im allgemeinen etwas höher als im Durchschnitt. Die 6 bis 10 trüben Tage des Monats entsprachen dem Normalwert. Die mittlere Bewölkung vom **Juli** betrug 4 bis 6. Sie blieb meist 10, stellenweise 20% unter dem Durchschnitt. Heitere Tage wurden 6 bis 10, in Nordhessen verschiedentlich 3 bis 5 gezählt. Die Zahlen lagen durchweg über dem Normalwert (bis zu 100%). Die 4 bis 8 trüben Tage dagegen blieben etwa 30% unter dem Durchschnitt. Der **August** hatte ein Bewölkungsmittel von 3 bis 4 gegen 5 bis 6 normal, so daß die Zahlen meist 30 bis 40% unter dem Normalwert lagen. Heitere Tage wurden 6 bis 14 verzeichnet, das war vielfach das Doppelte, verschiedentlich sogar das Dreifache vom Normalen (4 bis 7). Nur am Alpenrand wurde stellenweise der Durchschnittswert nicht erreicht. Die trüben Tage (meist 2 bis 4) machten im Norden der Zone 20 bis 40%, im Süden 50 bis 80% des langjährigen Mittels (6 bis 10) aus. Im **September** betrug die mittlere Bewölkung vorwiegend 3 bis 4 (normal 5 bis 6). Die Zahl der heiteren Tage war doppelt so groß wie im Durchschnitt. Die trüben Tage erreichten vielfach nicht einmal die Hälfte des Normalwerts. Nur im Alpenvorland, gebietsweise in Hessen und auf den Bergstationen lagen die Werte näher beim Durchschnitt. Die mittlere Bewölkung für **Oktober** bewegte sich zwischen 4 und 5, das ergab größtenteils 60 bis 70% des Normalwerts, am Alpennordrand 80 bis 90%. Die Zahl der heiteren Tage betrug allgemein 8 bis 13, in Hessen 3 bis 8 (normal 2 bis 7), meist das Doppelte, stellenweise sogar das Vierfache des langjährigen Mittels. Mit 3 bis 8 trüben Tagen wurden 30 bis 50% vom Durchschnitt erreicht. Nur der Alpenrand hatte mit 10 bis 13 trüben Tagen etwas mehr als normal.

Die mittlere Bewölkung im Sommerquartal wies fast im ganzen Bereich die Werte 4 bis 5 auf. Das südliche Alpenvorland hatte eine mittlere Bewölkung von 5 bis 6. Alle Werte lagen unter dem Durchschnitt, größtenteils um 20 bis 30% des Normalwerts. Nur im Alpenvorland kamen die Zahlen näher an den Durchschnitt heran, dort waren die Abweichungen 5 bis 15%. Der Sommer hatte im allgemeinen 18 bis 22 heitere Tage (Abb. 20), stellenweise — im Raum Odenwald-

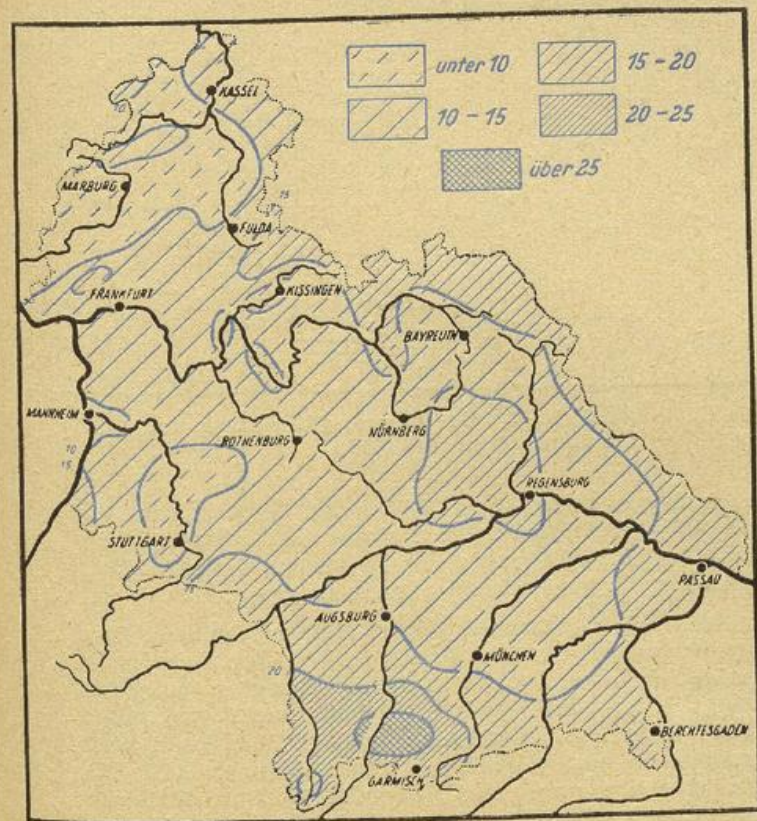


Abb. 19 Zahl der Tage mit Gewitter, Juni—August 1947

¹⁾ Bewölkungsmittel < 2.
²⁾ Bewölkungsmittel < 8.

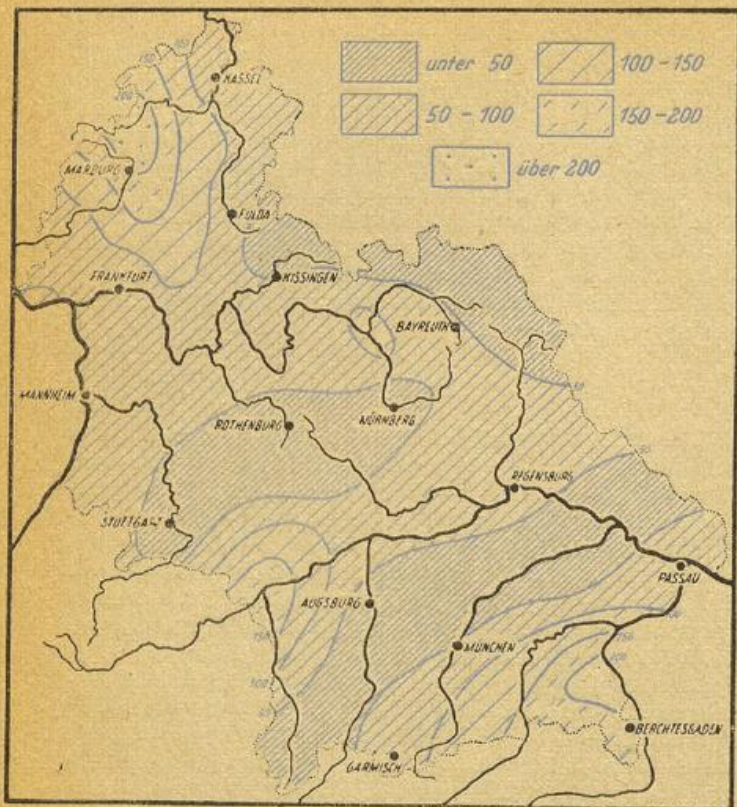


Abb. 20 Überschub der Zahl heiterer Tage im Vergleich zum Normalwert (%), Juni—August 1947

Hohenloher Ebene, in Unterfranken, auf der Schwäbischen und südlichen Fränkischen Alb und im westlichen Donautal — sogar 30 bis 34. Die Zahlen lagen allgemein erheblich über dem Normalwert, in Nordhessen, in der westlichen Schwäbischen Alb, in Schwaben und im östlichen Teil des Alpenvorlandes um 100 bis 200%, im übrigen Gebiet meist 50 bis 80%. Trübe Tage wurden 10 bis 20 gezählt, nur am Alpenrand bis 30. Normal sind 25 bis 30 trübe Tage, so daß die Werte dieses Sommers mit wenigen Ausnahmen weit hinter dem Durchschnitt zurückblieben. Wie die Tabelle zeigt, hatte unter den letzten heißen Sommern 1893 für Kassel und Frankfurt, 1911 für Karlsruhe und Stuttgart und 1947 für Marburg, Bamberg und München die geringste Bewölkung. (Für die erstgenannten 4 Stationen ist der Wert von 1947 um 0,3 bis 0,6 höher.) Bei den heiteren Tagen nimmt für Kassel und München 1893, für Frankfurt und Karlsruhe 1911, für Stuttgart 1921 und für Marburg und Bamberg 1947 die erste Stelle ein.

4. Sonnenschein.

Der Sonnenschein im Mai wurde an den meisten Stationen zu 190 bis 240 Stunden registriert. Das entspricht 40 bis 50% des astronomisch möglichen und im wesentlichen dem langjährigen Mittel (90 bis 110%). Die Sonnenscheindauer im Juni, 240 bis 290 Stunden (im Gebirge 180 bis 240), machte etwa 40 bis 60% der astronomisch möglichen Dauer aus. Sie übertraf das langjährige Mittel um 30 bis 40% (im Geb. 10 bis 30%). Die mittlere tägliche Sonnenscheindauer war 8 bis 9 Stunden (im Geb. 6 bis 7). Im langjährigen Durchschnitt sind es 6 bis 7 Stunden. Der Juli sonnenschein wurde mit 240 bis 300 Stunden (im Geb. 200 bis 230) registriert, gleich 8 bis 10 Stunden (7 bis 8) mittlere tägliche Sonnenscheindauer. Das sind vom astronomisch möglichen Wert 60 bis 70% (im Geb. 40 bis 50%) und 20 bis 40% (10 bis 20%) mehr als im Durchschnitt. Der

August hatte meist 290 bis 330 Stunden Sonnenschein (im Gebirge 210 bis 250). Die mittlere tägliche Sonnenscheindauer betrug 9 bis 10 (vereinzelt nahe 11) Stunden, im Gebirge 7 bis 8 Stunden. Normal sind 6 bis 7 Stunden. Von der astronomisch möglichen Dauer waren das 50 bis 70%. Die Sonnenscheindauer war 40 bis 70% (im Geb. 10 bis 40%) über dem langjährigen Durchschnitt. Der September sonnenschein lag mit 200 bis 250 Stunden 30 bis 50% über dem Durchschnitt. Im Oktober wurde die Sonnenscheindauer zu 160 bis 220 Stunden registriert, damit wurde an vielen Orten das Doppelte des normalen Betrags erreicht.

Für das Sommerquartal ergab sich eine mittlere tägliche Sonnenscheindauer von 8 bis 10 Stunden. Die Normalwerte wurden damit meist um 2 bis 3 Stunden überschritten (am Alpenrand um 1 bis 2 Stunden). Eine mittlere tägliche Sonnenscheindauer von 8 bis 9 Stunden hatten Teile von Nordhessen und das Gebiet zwischen Main und Donau, im Westen bis zum Neckar, im Osten bis zur Oberpfalz. Das Alpenrandgebiet und der Bereich des Böhmerwaldes hatten eine mittlere tägliche Sonnenscheindauer von 7 bis 8 Stunden. Der übrige Teil der US-Zone wies Werte von 9 bis etwas unter 10, in Hessen vereinzelt bis 10 Stunden auf (Abb. 21). Die Gesamtsonnenscheindauer im Sommer-

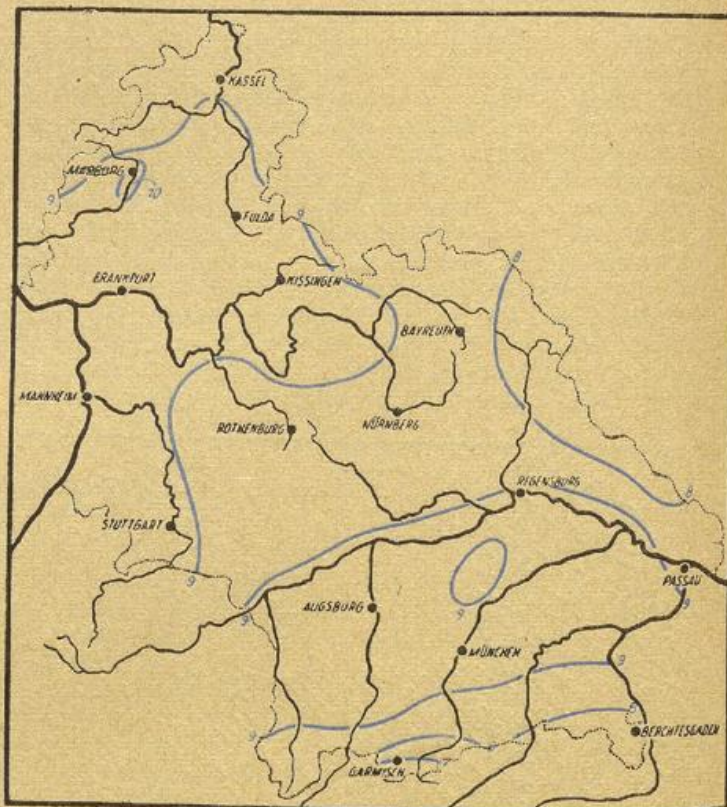


Abb. 21 Mittlere tägliche Sonnenscheindauer im Sommerquartal 1947 (Std.)

quartal war vorwiegend 750 bis 900 Stunden, der Alpenrand hatte 600 bis 700 Stunden, der Nordosten der Zone gegen 700 Stunden. In Prozenten machten diese Summen 130 bis 140% des Normalwertes aus.

Die Vergleichstabelle der mittleren täglichen Sonnenscheindauer in den letzten heißen Sommern weist einige Lücken auf (für 1911 fehlen München und Bamberg, für Marburg 1921 mußte Gießen und für Stuttgart 1944 Hohenheim eingesetzt werden). Sie kann aber wohl einen ersten Überblick geben. Danach hatte für Kassel der Sommer 1934, für alle übrigen Stationen der Tabelle der Sommer 1947 den meisten Sonnenschein.

Bewölkung, heitere und trübe Tage im Sommerquartal.

Station	Mittlere Bewölkung			Anzahl der heiteren Tage			Anzahl der trüben Tage		
	1947	Juli	August	1947	Juni	August	1947	Juli	August
	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	1947	lgj.	1947
Hessen									
Kassel-Harleshausen	5.9	5.3	5.8	5	3	7	9	7	2
Willingen (Kr. Waldeck)	5.5	4.9	3.9	7	3	9	9	4	4
Bad Wildungen	5.8	4.8	4.0	7	2	10	10	4	3
Herleshausen	5.8	5.4	4.2	4	6	9	10	7	3
Schenklengsfeld	5.7	4.3	3.8	5	9	9	9	5	3
Hauptschwenda	5.7	4.5	4.0	6	6	7	12	5	4
Marburg	5.2	4.0	6.1	8	3	12	8	4	3
Gießen	5.7	4.9	6.1	6	6	7	12	7	4
Weilburg	5.4	4.4	6.0	5	7	13	8	5	3
Bad Nauheim	3.8	3.4	6.2	11	2	17	6	5	1
Herchenhain	5.0	4.4	3.7	6	8	8	6	6	1
Röhrigshof bei Schlüchtern	5.8	4.7	3.8	4	4	10	9	6	3
Frankfurt	5.8	4.8	5.5	5	5	9	10	8	1
Wiesbaden	5.6	5.2	4.2	5	4	10	10	5	3
Geisenheim	5.5	4.6	3.7	6	3	10	7	7	3
Darmstadt	4.8	4.4	3.3	4	3	10	4	6	2
Neunkirchen (Odenwald)	5.1	3.7	2.6	5	13	15	6	5	2
Bensheim-Auerbach	4.8	4.4	3.4	9	9	9	10	6	4
Beerfelden (Odenwald)	5.8	5.1	3.4	3	6	8	9	7	3
Württemberg-Baden									
Bad Mergentheim	4.8	4.6	2.8	7	6	15	6	4	1
Buchen (Odenwald)	4.9	4.5	3.0	6	7	13	6	4	2
Heidelberg	5.0	4.5	3.1	9	5	12	6	5	2
Heilbronn		3.9	2.7		9	14		4	1
Karlsruhe	5.6	5.2	3.5	7	5	12	9	6	3
Stuttgart	5.3	4.8	3.5	2	4	10	5	2	1
Ellwangen	5.1	4.8	3.3	6	7	10	6	6	1
Heidenheim	4.8	3.9	3.3	7	4	14	6	3	4
Ulm	4.5	4.3	3.2	8	4	11	4	6	2
Bayern									
Ashaffenburg	5.4	4.8	3.6	3	5	8	8	4	1
Bad Kissingen	5.7	4.4	3.6	3	6	10	8	4	1
Schweinfurt	5.9	5.0	3.6	4	6	9	11	7	3
Würzburg	5.0	4.6	3.4	4	6	10	6	4	0
Koburg	5.4	4.9	4.0	7	5	8	9	6	3

Bewölkung, heitere und trübe Tage im Sommerquartal (Fortsetzung).

Station	Mittlere Bewölkung			Anzahl der heiteren Tage			Anzahl der trüben Tage											
	Juni		Juli		August		Juni		Juli		August							
	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.						
Hof-Hohensaas	5.8	6.2	5.0	6.0	4.7	6.1	4	3	5	3	8	3	11	10	5	9	5	9
Bayreuth	5.9	6.1	5.5	6.2	4.0	6.0	6	3	5	3	7	4	10	9	6	4	9	9
Ramberg	4.9	6.0	4.6	5.8	3.4	5.8	7	3	6	4	11	4	6	9	5	8	2	8
Göfweinstein	5.2		4.8		3.4		8		6		8		3		6		1	
Nürnberg	5.7	5.9	5.7	5.8	3.8	5.6	2	3	5	4	9	5	9	8	7	9	0	8
Neustadt (Aisch)	5.2		4.8		3.7		3		6		10		4		4		1	
Tricsdorf	5.0		4.8		3.3		6		6		11		5		2		0	
Weißenburg	5.3	6.4	5.2	6.3	3.9	6.1	3	3	5	3	9	4	7	10	5	2	2	9
Hirschberg bei Beilngries	4.2		4.1		2.8		9		8		13		4		0		0	
Neumarkt (Oberpfalz)	5.8		5.6		4.2		5		4		8		6		7		2	
Amberg-Marienhilfberg	5.2	5.9	4.7	5.9	3.4	5.8	5	4	6	4	10	5	7	7	4	4	1	8
Weiden (Oberpfalz)	5.6		5.0		3.9		6		6		7		7		5		2	
Höllenstein (Kr. Viechtach)	5.3		5.0		3.5		7		8		12		5		7		1	
Finsterau	4.9		4.7		3.6		6		8		10		5		4		2	
Passau-Ries	6.2	6.0	6.2	5.8	4.8	5.6	2	0	0	0	5		8		8		7	
Metten	5.6	6.2	5.4	6.1	4.4	5.8	6	4	6	5	8	5	8	10	8	8	5	9
Regensburg	5.5	5.9	4.9	5.7	3.7	5.6	5	3	7	5	9	5	8	8	4	3	8	8
Ingolstadt	4.8		4.7		3.8		8		7		10		8		4		4	
Augsburg-Kriegshaber	6.1	5.9	5.0	5.5	4.1	5.3	2	5	10	5	9	7	9	9	7	4	4	8
Kronburg bei Memmingen	5.9		5.4		4.2		3		6		10		10		11		4	
Landshut	5.4	5.6	5.0	5.4	4.3	5.0	6	5	7	6	9	7	6	8	6	4	4	6
Falkenberg (Niederbayern)	5.2		5.7		4.4		6		3		9		7		8		3	
Obertaufkirchen	5.1		5.2		4.0		6		5		9		5		9		2	
München	5.5	6.2	5.2	5.9	4.4	5.6	5	4	7	5	9	6	9	10	6	5	5	8
Ammerland	4.4		4.1		3.1		12		12		16		7		8		4	
Bad Tölz	5.7		4.9		4.2		5		9		10		11		9		4	
Traunstein	5.4	6.1	5.3	5.9	4.2	5.5	4	1	5	1	11	3	6	8	8	0	7	
Bad Reichenhall	5.5	5.9	5.5	5.6	4.4	5.2	7	6	6	6	10	8	7	10	10	4	9	
Garmisch-Partenkirchen	6.5	6.3	5.4	5.8	4.9	5.4	4	3	6	5	6	6	13	10	10	6	8	
Oberstdorf	6.6	6.5	5.7	6.1	5.2	5.7	3	4	8	5	5	7	16	12	11	6	6	10
Bergstationen																		
Wasserkuppe	6.2		5.2		4.3		3		5		7		12		5		4	
Kleiner Feldberg (Taunus)	6.1	6.7	5.2	6.7	4.4	6.6	4	3	3	3	9	3	10	12	7	4	4	12
Silberhütte (Oberpfälzer Wald)	5.8		4.9		4.2		4		7		9		10		6		5	
Königsstuhl (Baden)	6.0	5.3	5.1	5.2	3.4	5.2	4	6	6	7	10	7	9	8	6	6	6	8
Hohenpeißenberg	6.1	6.7	5.3	6.2	3.9	5.9	4	3	8	4	10	5	11	12	10	5	5	10
Zugspitze	7.3	7.8	5.9	7.4	5.2	7.0	3	1	5	1	6	3	16	17	11	4	4	14

Mittlere tägliche Sonnenscheindauer im Sommerquartal 1947.

Station	J u n i			J u l i			A u g u s t		
	Std./Tag	% d. astr.	% d. norm.	Std./Tag	% d. astr.	% d. norm.	Std./Tag	% d. astr.	% d. norm.
Kassel-Harleshausen	8.0	49	117	7.6	48	119	8.7	60	145
Willingen (Kr. Waldeck)	8.5	52		8.7	55		9.4	65	
Biedenkopf	7.3	45		8.5	52		9.1	64	
Marburg	9.4	58	129	10.0	63	143	10.5	72	164
Gießen	9.0	56	121	9.2	58	126	9.8	67	152
Königstein (Taunus)	9.6	59		10.2	65		10.6	74	
Frankfurt	8.7	54	119	9.2	58	128	9.7	67	151
Geisenheim	9.5	59	125	9.4	59	125	9.4	65	136
Buchen (Odenwald)	8.3	51		8.7	55		9.5	66	
Heidelberg	9.4	58		9.5	60		10.0	69	
Karlsruhe	9.6	59	128	9.8	62	127	10.1	70	143
Pforzheim	8.5	52		9.0	57		9.9	69	
Stuttgart	9.0	56	140	9.0	57	134	9.9	69	145
Stötten bei Geislingen	7.8	48		8.0	50		8.9	62	
Bad Kissingen	9.1	56		10.2	64		10.0	69	
Hof-Hohensaas	8.1	50		8.1	51		8.1	56	
Selb (Oberfranken)	7.5	56		7.7	58		8.5	59	
Würzburg	9.3	57		8.5	54		9.2	63	
Bamberg	9.0	56	130	9.2	58	129	10.4	72	168
Neumarkt (Opf.)	7.2	45		8.3	52		9.6	67	
Finsterau	8.3	51		7.8	49		9.1	63	
Metten (Kr. Deggendorf)	9.1	56		8.5	54		9.8	68	
Theising (Kr. Ingolstadt)	9.3	57		8.8	56		10.4	72	
Hüll (Kr. Mainburg)	8.1	50		8.0	51		9.0	64	
Augsburg-Kriegshaber	9.9	61		9.2	58		9.9	69	
Kronburg b. Memmingen	9.4	58		9.1	59		10.9	76	
Weihenstephan	8.8	54		8.3	52		9.6	67	
München	9.7	60	132	9.4	59	120	10.3	72	138
Bad Tölz	8.5	52		8.2	52		9.4	67	
Bad Reichenhall	6.7	41		7.8	49		8.3	58	
Garmisch-Partenkirchen	5.9	36	109	6.4	40	106	7.5	52	119
Oberstdorf	7.6	47	135	7.7	48	122	8.3	58	138
Wasserkuppe	8.1	50		9.1	57		9.8	68	
Kleiner Feldberg (Taunus)	8.9	55	133	9.3	59	143	9.7	67	164
Silberhütte (Oberpfälz. Wald)	6.9	43		7.9	50		8.8	61	
Königstuhl (Baden)	9.7	60	128	9.7	62	131	9.9	69	143
Hohenpeissenberg	9.0	56		8.8	55		10.1	71	
Zugspitze	6.2	38	129	7.2	45	123	6.8	48	109

Mittlere Bewölkung im Sommerquartal.
(0 = wolkenlos, 10 = bedeckt)

	1893	1911	1921	1934	1944	1947	normal
Kassel	5.0	5.1	6.0	6.9	7.2	5.3	6.2
Marburg	5.4	5.0	5.1	6.1	6.5	4.2	6.2
Frankfurt	4.4	4.5	5.5	5.7	6.1	4.8	5.6
Karlsruhe	5.1	4.2	4.9	5.5	6.4	4.8	5.8
Stuttgart	5.1	4.2	4.3	5.8	6.1	4.5	5.8
Bamberg	5.2	5.6	5.0	5.8	6.3	4.3	5.9
München	5.4	5.1	5.1	5.5	6.0	5.0	5.9

Zahl der heiteren Tage im Sommerquartal.
(Bewölkungsmittel < 2)

	1893	1911	1921	1934	1944	1947	normal
Kassel	21	20	10	7	5	18	8
Marburg	10	18	20	10	8	29	9
Frankfurt	26	28	19	8	9	22	15
Karlsruhe	22	33	20	14	12	26	15
Stuttgart	18	28	31	12	8	19	13
Bamberg	14	9	21	10	10	24	11
München	23	17	20	13	14	21	14

Mittlere tägliche Sonnenscheindauer im Sommerquartal.
(Std./Tag)

	1911	1921	1934	1944	1947	normal
Kassel	7.6	8.3	8.5	6.2	8.1	6.4
Marburg	7.9	8.5*	8.3	6.7	10.0	6.9
Frankfurt	8.0	8.4	8.3	6.0	9.2	7.0
Karlsruhe	8.6	9.0	8.4	7.0	9.8	7.4
Stuttgart	8.1	7.9	8.4	6.6**	9.3	6.5
Bamberg		7.6	9.4	6.5	9.5	6.9
München		9.0	8.7	7.2	9.8	7.5

*) Gießen.
**) Hohenheim.

5. Wind.

Den langandauernden Hochdrucklagen entsprechend war die Luftbewegung allgemein schwach. Allerdings frischten die Winde beim Durchzug der wenigen Störungen zeitweise kräftig auf, vereinzelt bis zu Sturmstärke, am 29. Juli in Geisenheim 140 km/Std. (S. hierzu den Abschnitt Gewitter, Hagel und Unwetter.) Die

mittlere Windgeschwindigkeit bewegte sich mit wenigen Ausnahmen zwischen 5 bis 10 km/h, bei den Bergstationen zwischen 15 bis 25 km/h. Der Lage der Hochdruckgebiete gemäß war im Juni und Juli die westliche Richtung im größten Teil der US-Zone die häufigste, im Nordwesten der Zone die nordwestliche Windrichtung. Im August herrschten südlich der Donau östliche, im übrigen nordöstliche Richtungen vor. Im langjährigen Durchschnitt treten für die Mehrzahl der Stationen in allen drei Sommermonaten am häufigsten westliche bis südwestliche Winde auf. Ein Vergleich der Häufigkeitsdiagramme der Windrichtung vom Sommerquartal 1947 mit dem Normaldiagramm zeigt bei den Stationen der Nordhälfte der US-Zone eine erhebliche Zunahme der Richtungen des östlichen Sektors auf Kosten der normalerweise vorherrschenden Richtungen des westlichen Sektors. Die südliche Hälfte zeigt kein so einheitliches Verhalten. Im Osten dieses Gebiets ist die Nordostrichtung übernormal, sonst treten auch Süd- und Westrichtungen hervor. Das ist wohl auf den Einfluß von Westen durchziehender Störungen zurückzuführen, die sich dort stärker auswirkten. Bei alledem sei jedoch darauf hingewiesen, daß es sich vorwiegend (Hochdrucklagen) um schwache Winde handelt, bei denen die örtlichen Verhältnisse unter Umständen wesentlich sind.

Mittlere Windstärke (M. St. in Beaufort) und häufigste Windrichtungen (H. R.) während der Sommermonate 1947.

Station	Juni		Juli		August		Station	Juni		Juli		August	
	M.St.	H. R.	M.St.	H. R.	M.St.	H. R.		M.St.	H. R.	M.St.	H. R.	M.St.	H. R.
Kassel-Harleshausen	1.1	NW	1.1	NW	1.5	NE	Bamberg	2.1	W	2.0	NW	2.1	NW
Arolsen	1.3	NW	1.3	W	1.0	NE	Göfweinstein	1.4	W	1.2	W	1.7	E
Willingen (Wld.)	1.8	NW	1.8	SW	1.8	NW	Nürnberg	1.2	SW	1.2	W	1.4	NE
Bad Wildungen	1.5	SW	1.5	SW	1.3	NE	Neustadt (Aisch)	1.1	W	1.3	W	1.3	E
Herleshausen	1.3	SW	1.3	SW	1.4	E	Weißenburg	1.3	SW	1.7	SW	1.7	NE
Schenklengsfeld	1.4	SW	1.5	W	1.8	NE	Hirschberg b. Blnggr.	1.6	NW	1.3	W	1.6	NE, SE, NW
Hauptschwenda	3.0	W	2.7	E	3.3	E	Neumarkt (Opf.)	1.1	W	1.3	SW	1.8	NE
Marburg	1.7	NW	1.5	S	2.2	N	Amberg-Mariahilfsg.	1.8	NW	1.4	SW	1.9	NE
Gießen	1.8	W	1.7	SW	1.9	N	Weiden (Opf.)	1.6	E	1.1	NW	1.2	NE
Weilburg	2.7	SW	2.7	SW	2.2	SE	Höllenstein (Kr. Viecht.)	2.0	W	1.6	E	1.9	E
Herchenhain	2.0	SW	1.9	SW	2.2	E	Finsterau	2.6	E	1.9	E	2.4	E
Röhrigshof b. Schl.	1.6	SW	1.5	SW	1.7	NE	Passau-Ries	1.5	W	1.1	W	1.4	E
Frankfurt	1.5	W	1.5	NE	1.9	E	Metten	1.7	E	1.5	W	1.5	E
Wiesbaden	1.9	SW	1.9	NW	2.2	NE	Regensburg	1.5	W	1.5	W	1.8	NE
Darmstadt	1.7	SW	1.5	NE, S	1.6	NE	Ingolstadt	1.3	W	1.1	W	0.9	W
Neunkirchen (Odw.)	2.4	SW	2.0	SW	1.7	E	Augsburg-Kriegsh.	1.8	SW	1.9	W	1.8	E
Bensheim-Auerbach	2.0	SW	1.9	SW	1.9	E	Kronburg b. Memm.	3.0	SW	2.7	SW	2.6	NE
Bad Mergentheim	1.9	NW	1.9	NW	1.9	N	Landshut	2.0	W	1.8	W	1.7	E
Buchen (Odw.)	1.9	S	2.0	NW	2.3	N	Falkenberg (Ndby.)	2.6	W	2.5	W	2.5	W
Heidelberg	1.7	E	1.5	E	1.9	E	Obertaufkirchen	1.7	NW	1.1	NE	1.5	W
Karlsruhe	2.0	SW	1.8	SW	1.6	NE	München	1.5	W	1.4	W	1.2	NE
Stuttgart	2.3	NW	2.2	SE	1.8	NW	Ammerland	1.2	SW	1.1	SW	1.2	E
Ellwangen	1.0	W	1.0	W	1.1	NE	Bad Tölz	0.9	NW	0.8	S	0.6	SE
Heidenheim	1.4	W	1.4	W	1.3	W	Traunstein	2.3	NW	2.0	E	2.4	E
Ulm	1.4	S	1.1	S	1.4	NE	Bad Reichenhall	1.4	NE	1.4	SE	1.3	NE
Aschaffenburg	1.2	S	1.1	SW	0.9	N	Garmisch-Partenk.	1.6	S	2.1	N, S	2.0	S
Bad Kissingen	1.7	W	1.9	W	1.9	NE	Oberstdorf	1.5	S	1.7	S	1.5	S
Schweinfurt	2.0	NE	1.9	NE	1.9	NE	Wasserkuppe	2.9	SW	3.0	N	3.2	N, NE
Würzburg	1.3	W	1.3	W	1.2	E	Kleiner Feldberg (Ts.)	3.2	NW	3.0	N	4.0	E
Koburg	2.1	E, W	2.0	NW	2.3	E	Silberhütte (Opf. Wald)	1.6	SW	1.8	SW	2.1	NE
Hof-Hohensaas	2.2	W	2.1	SW	2.4	NE	Königstuhl (Baden)	2.0	SW	1.9	SW, W	2.5	E
Bayreuth	1.1	NW	1.1	W	1.0	NE	Hohenpeißenberg	3.3	SW, W	2.8	W	2.6	NE
							Zugspitze	3.9	NW	3.7	NW	3.4	NW

Häufigkeit der Windrichtungen im Sommerquartal
(in Prozenten).

Station		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		C	
		1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.
Kassel-Harleshausen	Juni	3		4		1		2		5		10		13		13		49	
	Juli	6		5		4		5		5		9		9		13		43	
	August	16		23		8		3		2		5		6		9		29	
	Sommer	8		11		4		3		4		8		10		12		40	
Marburg	Juni	16	22	6	8	3	8	4	2	14	6	12	15	11	8	22	16	12	6
	Juli	16	19	6	5	3	5	9	2	18	7	10	20	10	20	11	16	17	6
	August	18	14	17	4	12	3	7	2	3	10	4	9	6	22	15	15	18	9
	Sommer	16	19	9	6	6	5	7	18	12	7	9	19	9	20	16	16	16	7
Fulda	Juni	6	8	10	17	4	4	4	3	18	5	18	20	10	12	10	16	20	15
	Juli	11	6	2	12	5	3	3	2	16	7	18	26	11	13	12	15	23	16
	August	19	5	31	8	3	2	1	3	4	6	6	32	4	11	5	14	27	18
	Sommer	12	6	15	12	4	3	3	3	12	6	14	26	8	12	9	15	23	17
Bad Kissingen	Juni	11	8	13	10	9	8	3	2	3	6	11	12	23	20	8	9	19	25
	Juli	11	6	16	6	7	5	2	2	3	8	13	18	20	23	9	6	19	26
	August	7	4	45	6	14	3	3	2	1	7	7	18	3	25	6	6	16	30
	Sommer	10	6	25	8	10	6	3	2	2	7	10	16	15	22	8	7	18	27
Frankfurt	Juni	3	17	8	17	6	8	7	3	2	5	13	23	16	12	10	10	36	5
	Juli	5	13	19	13	9	7	4	3	2	6	10	30	13	15	8	8	30	6
	August	3	8	37	11	23	7	6	3	1	6	2	34	5	13	6	7	17	10
	Sommer	3	13	21	14	12	7	6	3	2	6	8	29	11	13	8	8	28	7
Würzburg	Juni	9	4	4	6	1	11	0	4	3	3	17	10	16	24	8	11	42	27
	Juli	15	3	6	3	0	6	3	2	3	19	13	10	28	9	10	36	33	
	August	18	2	25	3	9	5	4	3	2	3	5	10	7	28	3	10	27	36
	Sommer	14	3	12	4	3	7	3	3	3	3	14	11	11	27	6	10	35	32
Bamberg	Juni	9	9	4	6	4	5	7	7	12	11	9	11	22	20	33	20	0	0
	Juli	12	8	7	3	5	3	7	6	13	13	9	14	18	21	25	19	5	14
	August	19	7	15	3	5	3	3	7	3	15	5	15	9	21	41	15	1	14
	Sommer	13	8	9	4	5	3	6	6	9	13	8	13	16	21	33	18	2	14
Bayreuth	Juni	3	9	7	7	1	11	4	10	7	3	7	9	15	30	20	11	37	7
	Juli	10	7	11	4	1	10	14	10	1	4	3	15	13	31	10	12	38	7
	August	9	3	23	4	7	12	2	10	4	5	2	14	10	33	8	10	37	8
	Sommer	7	6	13	5	3	11	7	10	4	4	4	13	12	31	12	12	37	7
Nürnberg	Juni	3	6	2	11	8	6	8	11	2	5	17	16	16	15	13	25	31	6
	Juli	11	5	7	8	6	5	12	11	3	6	10	21	12	16	8	22	31	6
	August	10	3	29	7	15	5	8	13	1	7	8	22	5	16	4	18	20	8
	Sommer	8	5	13	9	10	5	9	12	2	6	12	20	11	16	8	22	28	7
Weifenburg	Juni	3	4	3	8	7	8	8	6	11	4	17	13	10	23	8	13	33	21
	Juli	3	4	7	5	14	4	10	7	11	6	15	17	7	25	6	11	29	21
	August	6	3	22	4	12	5	1	7	7	6	9	19	3	25	9	9	32	22
	Sommer	4	4	11	6	11	6	6	7	9	5	14	16	7	24	8	11	32	21
Darmstadt	Juni	4		13		7		4		13		23		11		7		18	
	Juli	8		16		5		4		16		14		4		6		28	
	August	12		36		7		2		2		5		3		9		24	
	Sommer	8		22		6		3		10		14		6		8		23	
Mannheim	Juni	13	21	8	5	7	4	8	4	9	17	17	8	18	9	16	15	4	16
	Juli	19	16	8	3	7	3	6	5	10	20	19	12	12	11	17	13	2	17
	August	21	13	24	4	25	3	7	4	4	23	2	13	7	11	10	11	1	19
	Sommer	17	17	13	4	13	3	7	4	8	20	13	11	12	10	14	13	3	17
Karlsruhe	Juni	4	6	12	27	12	6	3	5	11	3	33	35	11	7	4	7	10	7
	Juli	8	4	8	21	9	6	7	5	7	4	28	39	9	9	4	6	20	7
	August	16	3	34	20	8	5	3	4	3	3	13	41	3	10	6	5	14	10
	Sommer	9	4	18	23	9	5	4	4	7	3	25	39	8	9	5	6	15	8
Stuttgart	Juni	9	7	7	14	16	12	18	4	9	3	10	18	1	20	31	21	0	2
	Juli	10	6	3	14	10	9	32	4	7	3	11	13	5	19	23	18	0	3
	August	14	6	17	11	9	8	14	4	5	3	5	27	1	21	34	18	0	2
	Sommer	11	6	9	13	11	10	21	4	7	3	9	23	3	20	29	19	0	3
Heidenheim	Juni	2	3	3	8	7	11	10	9	0	2	9	12	59	33	10	18	0	4
	Juli	1	3	2	6	1	7	4	8	7	3	24	13	59	41	2	15	0	6
	August	1	3	3	6	30	7	5	8	2	3	10	17	41	36	8	14	0	7
	Sommer	2	3	3	7	13	8	7	8	3	2	14	14	53	37	7	16	0	6
Regensburg	Juni	9	11	10	10	9	12	7	9	0	5	11	11	25	15	2	12	28	16
	Juli	5	10	10	7	7	9	4	7	2	5	15	10	25	20	11	14	22	17
	August	12	8	25	6	7	8	3	7	1	4	8	13	22	20	8	13	16	20
	Sommer	9	10	15	8	7	10	5	8	1	5	11	12	24	18	7	13	22	18

Häufigkeit der Windrichtungen im Sommerquartal
(in Prozenten), Fortsetzung.

Station		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		C	
		1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.	1947	lgj.
Passau-Ries	Juni	1	2	7	2	8	11	4	4	4	5	13	10	20	24	7	7	36	36
	Juli	3	1	8	1	7	10	1	3	0	6	14	12	23	25	5	6	40	37
	August	10	1	13	2	17	14	1	3	5	5	7	10	10	25	5	6	31	34
	Sommer	5	1	9	2	11	12	2	3	3	5	11	10	17	25	6	7	36	36
Landshut	Juni	0	5	4	5	26	12	8	3	3	3	13	8	31	35	7	10	8	20
	Juli	2	3	2	3	17	8	10	2	2	3	7	10	42	38	2	8	16	25
	August	3	3	18	3	29	8	3	2	0	3	16	11	14	34	1	8	15	28
	Sommer	2	4	8	4	24	9	7	2	2	3	12	10	29	35	3	9	13	24
Ulm	Juni	3	7	4	10	13	17	9	2	27	2	17	12	3	33	4	15	19	2
	Juli	1	6	2	7	5	13	17	2	20	2	9	13	2	40	11	14	32	4
	August	11	5	23	5	20	13	11	2	7	2	10	14	3	40	5	14	11	6
	Sommer	5	6	10	7	13	14	12	2	18	2	12	13	3	38	7	14	21	4
Augsburg-Kriegshaber	Juni	7	5	5	16	15	12	1	7	7	2	23	20	17	10	8	18	17	12
	Juli	9	4	6	11	7	11	5	5	12	2	17	20	19	13	12	20	13	13
	August	10	4	18	9	26	7	7	5	0	2	10	25	12	16	4	18	13	15
	Sommer	9	4	10	12	16	10	4	6	6	2	17	22	16	13	8	19	14	14
München-Bogenhausen	Juni	8	3	12	14	3	8	0	4	13	2	17	20	25	19	3	13	19	18
	Juli	7	3	5	10	7	7	3	4	17	3	13	23	19	20	7	11	23	19
	August	11	3	16	9	15	7	7	4	7	4	3	25	9	19	10	11	24	21
	Sommer	8	3	11	11	8	7	3	4	12	3	11	22	18	19	7	12	22	19
Mittenwald	Juni	16		31		16		24		2		3		0		2		6	
	Juli	14		28		10		13		18		8		1		0		9	
	August	13		29		13		21		12		4		0		1		8	
	Sommer	14		29		13		19		11		5		0		1		7	
Zugspitze	Juni	14	20	3	3	7	2	12	12	4	9	6	6	23	9	26	32	3	6
	Juli	22	19	3	2	4	2	9	9	4	8	10	7	19	13	26	36	3	6
	August	20	14	10	1	5	1	10	9	2	10	4	9	18	17	30	35	2	5
	Sommer	19	18	5	2	5	2	10	10	4	9	7	7	20	13	27	34	3	6

Hinsichtlich Intensität und Dauer der Hitze steht der Sommer 1947 für die heißen Sommer seit 1881 bei allen Vergleichsstationen an der Spitze. Was die Niederschlagsmengen betrifft, so ist die Stellung unentschieden. Hier wird je nach Station und Zeitraum (Juni/August, Mai/September, Mai/Juli, Mai/Okttober) die erste Stelle in der Reihe der Vergleichsommer (1893, 1911, 1921, 1934, 1944, 1947) von 1947, 1911 oder 1921 eingenommen. Die stärkste Auswirkung zeigte der heiße und trockene Sommer im mittleren Teil der US-Zone, wo wir die höchsten Temperaturen antreffen und wo auch im ganzen gesehen während des Sommers am wenigsten Niederschlag fiel. Die höchsten Temperaturen traten in den geschützten Tallagen von Rhein, Neckar, Main, Regnitz und Donau auf. Der Nordteil der Zone stand etwas mehr unter der Wirkung von Störungen, die sich im mittleren Teil meist abschwächten, im Alpenvorland aber mitunter wieder verstärkten (Lee und Stau).

6. Die scheinbare Verschiebung der Klimazonen.

Im Dürresommer 1947 konnte man oft von der „wüstenhaften Hitze und Trockenheit“ reden hören. Das Schlagwort aus vergangenen Zeiten von der „Versteppung Deutschlands“ tauchte wieder auf. Der abnorm kalte Winter 1946/47 war als „sibirischer Winter“ bezeichnet worden. In solchen Redeweisen kam die Vorstellung zum Ausdruck, daß Deutschland vorübergehend in eine andere Klimazone hineingeraten war. Der Sommer brachte uns ein Wetter, das man sonst nur weit im Süden an den sommerdürren afrikanischen Gestaden des Mittelmeers anzutreffen pflegt. Der Winter versetzte uns weit in den Osten, in den Bereich kontinentaler osteuropäischer oder westasiatischer Klimaverhältnisse.

Man kann diese anschaulichen Gedanken auch wissenschaftlich verfolgen. Dazu sieht man die im Jahre 1947 gemessenen Temperatur- und Niederschlagszahlen einmal so an, als seien sie langjährige klimatische Mittelwerte und fragt dann: Welcher Klimazone gehörte damals Deutschland an?

Die heute gebräuchlichste Einteilung der Erde in Klimazonen ist diejenige von W. Köppen (19). Nach ihr gehört normalerweise die amerikanische Besatzungszone Deutschlands in den Bereich des feuchtgemäßigten Klimas (Cf), und zwar der kühleren Abart des sogenannten Buchenklimas (Cfb). Nur die höheren Lagen, etwa über 500 m Seehöhe, wo im Winter eine geschlossene Schneedecke sich regelmäßig einzustellen pflegt, reichen in das immerfeuchte Schneewald-Klima (Df). Es ist entsprechend der Temperaturlage das sogenannte Eichenklima (Dfb). In den weiten russischen Ebenen beherrscht es auch die tieferen Lagen. Von dem Sonderklima der alpinen Gipfellenen können wir bei dieser Betrachtung absehen.

Jenseits der Alpen sind die Küsten des Mitteländischen Meeres sommertrocken und sommerheiß. Man möchte zunächst vermuten, daß im Jahre 1947 Deutschland in dieses Mittelmeerklima oder Etesienklima (Csa) einbezogen worden wäre. Das trifft aber nur für eine einzige Station in der US-Zone und ihre nächste Umgebung zu, nämlich für Heidelberg. Der übrige Zonenbereich war wegen des sehr kalten Winters bereits dem Schneewaldklima (D) zugeordnet, und zwar in Verbindung mit einem Jahresgang des Niederschlags (s), der sonst dem Mittelmeerklima entspricht. Folgende Zusammenstellung gibt einen vergleichenden Überblick:

Station der US-Zone	normale Klimalage	Klimalage im Jahre 1947
Heidelberg	Cfb (Buchen- klima)	Csa (Mittelmeerklima)
Geisenheim und Bensheim — Auerbach		Dsa
alle übrigen Stationen: tiefere Lagen (unter etwa 500 m)		Dsb (Oregon-Klima)
höhere Lagen (über etwa 500 m)	Dfb (Eichen- klima)	Dfb (Eichenklima)

Abgesehen von den höheren Lagen, die ihr Dfb-Klima beibehielten, beherrschte uns 1947 somit das Dsb-Klima. Nur an einer einzigen Stelle der Erde, in einem ganz kleinen Flächenbereich, ist diese seltsame Verbindung schroffer Winterkälte und großer Sommer-trockenheit als regelmäßige Erscheinung anzutreffen, nämlich in den westlichen Vereinigten Staaten von Nordamerika. Unter den 195 Stationen der USA, welche R. De C. Ward und Ch. F. Brooks in ihrer Klimakunde der Vereinigten Staaten in Köppen-Geigers Handbuch der Klimatologie (32) anführten, ist nur eine einzige

Station vorhanden, welche dies Dsb-Klima aufweist, nämlich Baker in Oregon (Breite 44° 46' N, Länge 117° 50' W, Seehöhe 1058 m). W. Köppen gab daher seinerzeit diesem Klima die Benennung „Oregon-Klima“. Es kommt als schmaler Grenzstreifen von rund 800 km Länge im östlichen Oregon und nördlichen Kalifornien vor. Es stellt das Übergangsgebiet zwischen drei benachbarten Klimagebieten dar; deren Benennung läßt sogleich erkennen, daß im Oregonklima die gleichen klimatischen Ursachen und Kräfte wirksam sind wie 1947 in unserem Gebiet. Im küstennahen Teil von Oregon und längs der kalifornischen Küste herrscht das sommertrockene, pazifische Küstenklima Csb (und Csa), das unserem Mittelmeerklima entspricht. Die höheren Lagen des Cascadengebirges und der Sierra Nevada, die sich vorwiegend im Süden an das Oregon-Klima anschließen, gehören wie unsere Alpen dem Dfb-Klima an. Ost- und südostwärts grenzt das Steppen-klima (BSs) im Großen Becken zwischen den eben genannten Gebirgszügen und dem Felsengebirge an, das dem ostwärts von uns gelegenen Steppen-klima Südrußlands entspricht. Stellenweise wird auch in Oregon des Dsb-Klima in das sommerwärmere Dsa-Klima übergehen, wie es 1947 in der besonders heißen Rheinebene zwischen Geisenheim und Heidelberg (Bergstraße) beobachtet wurde.

Die anomale Witterung des Jahres 1947 hat somit unser von den USA-Truppen besetztes Land vorübergehend mit einer Klima-Eigentümlichkeit bekanntgemacht, die sonst auf der Welt nur in den westlichen Staaten der USA vorkommt.

D. Auswirkungen der Dürre für Landwirtschaft, Bodenklima und Pflanzenentwicklung.

1. Dürrezahlen im Jahre 1947 und in früheren Jahren.

a. Zahlenmäßige Erfassung der Dürre.

Um eine sommerliche Dürre an Hand der meteorologischen Meßergebnisse zu kennzeichnen, wurden naturgemäß in erster Linie die Niederschlagswerte benutzt. Hellmann spricht von einer Dürreperiode, wenn mindestens 14 Tage ohne meßbaren Niederschlag gewesen sind. Nach dieser Definition traten 1947 an vielen Orten, z. B. in Bad Kissingen, nur im August und September Dürreperioden auf. Aber bereits die mäßige Heuernte Ende Juni war das Ergebnis einer vorangegangenen Dürre. Am Nachmittag des 30. Juni fielen in Bad Kissingen bei einem schweren Gewitter 33,1 mm Regen, der vom ausgedörrten Boden abgewiesen wurde und meist oberflächlich abfloß. Als Monatssumme des Niederschlags ergab sich ein übernormaler Wert, die Trockenheit hielt aber an. Nach einem Bericht der Wetterstation Bayreuth (Dr. Herath) fielen am 2. Juli in Weidenberg an der Steinach und in Kernath am rauhen Kulm 63 bzw. 70 mm in wenigen Stunden und am übernächsten Tag nochmals über 30 mm. Das ergab einen Monatsniederschlag von über 100 mm. Trotzdem verdorrten dort die Gräser auf den Wiesen völlig und die Kartoffelernte fiel äußerst schlecht aus. Die Niederschlagsmessungen allein werden also, wie die beiden Beispiele zeigen, dem Tatbestand der Dürre nicht gerecht.

Nach Untersuchungen über die Dürre 1934 hat W. Knochenhauer (18) daher neue Richtlinien zur Kennzeichnung von Dürreperioden gegeben, bei denen auch die anderen meteorologischen Elemente Berücksichtigung fanden. Danach beginnt eine Dürreperiode mit einem starken Anstieg des Temperaturmaximums und gleichzeitigem sprunghaftem Absinken der relativen Feuchte (gemessen um 14 Uhr). Bei allmählichem Ein-

setzen der Dürreperiode wird als Grenzwert der relativen Feuchte 40% gefordert. Erst wenn 4 Tage hintereinander das Temperaturmaximum übernormal und die Mittagsfeuchte höchstens 40% sind, wird von einer Dürreperiode gesprochen. Nach diesen 4 Tagen soll die Überschreitung der 40%-Grenze der relativen Feuchte*) und die Unterschreitung des normalen Temperaturmaximums die Dürreperiode nicht unterbrechen, falls die Abweichungen nur bis zu 2 Tagen anhalten und danach die ursprünglich geforderten Bedingungen für die Dürre wieder eintreten.

Der Niederschlag geht in diese Definition indirekt ein. Ein wirksamer Regen läßt nämlich die relative Feuchte ansteigen. Bleiben aber nach einem Regen die Feuchtigkeitswerte unverändert niedrig, so ist der Gewinn für die Pflanzenwelt nur geringfügig. Die Summe aller Dürretage wird als Dürrezahl bezeichnet.

b) Dürrezahlen für das Jahr 1947.

In der folgenden Tabelle sind diese Dürrezahlen für die Stationen Bamberg und Bad Kissingen für die einzelnen Monate angegeben. Nach diesen Zahlen unterscheiden sich die beiden Orte kaum, wie das auch dem gleichen Bild der dürrten Äcker entspricht. Hinsichtlich des Niederschlags aber waren sie erheblich verschieden, wie aus den monatlichen Niederschlagssummen hervorgeht. Die Unterschiede sind durch die verschiedene Zahl und Ergiebigkeit der Gewitterniederschläge erklärt. Die Dürrezahlen geben, wie das Beispiel zeigt, ein besseres Bild der großen Trockenheit als die Niederschlagszahlen.

*) Es wurden in vorliegender Arbeit Werte bis zu 70% zugelassen. W. Knochenhauer nennt im Text seiner Arbeit 50% als obere Grenze, verwendet aber in den Tabellen Werte bis 78%.

Zahl der Dürretage und monatlichen Niederschlagssummen im Sommer 1947.

Station	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Sa.
Zahl der Dürretage								
Bamberg	5	14	10	14	23	20	6	92
Bad Kissingen	6	8	11	14	24	17	.	80
Niederschlagssummen (mm)								
Bamberg	42.6	21.0	25.9	42.3	11.0	18.8	5.9	167.5
Bad Kissingen	64.8	30.1	47.5	82.1	18.3	13.0	3.2	259.0

Für 76 Stationen, die über das Gebiet der US-Zone verteilt sind, wurden die Dürrezahlen errechnet und in der Karte 22 dargestellt. In großen Zügen läßt sich

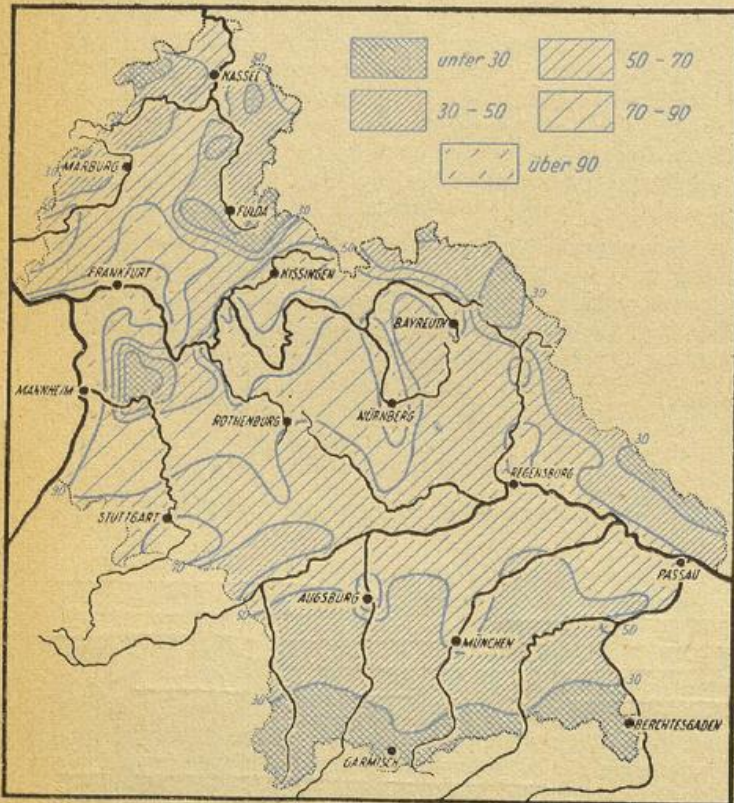


Abb. 22 Verteilung der Dürrezahlen 1947

eine zonale Anordnung der Dürreintensität erkennen. Die Gebiete etwa nördlich von 50 1/2° Breite und das Alpenvorland grenzen sich als Zonen relativ geringerer Dürre ab, während im Gebiet zwischen diesen beiden die Dürrezahlen hohe Werte erreichen.

In dieser mittleren Zone wiederum heben sich einzelne Landschaften ab als extreme Dürregebiete mit Zahlen um 90 und darüber. Im einzelnen seien genannt die hessische und badische Oberrheinebene, nördlich anschließend die Rhein-Maiebene mit einer Ausbuchtung zum Rheingau, die Mainfränkische Platte mit dem Tauberland und östlich davon das Regnitztal zwischen Nürnberg und Bamberg mit dem Nürnberger Reichswald. Einzelne Lagen im württembergischen Raum, besonders vor dem Albrand stehen den eben genannten Landschaften nicht viel nach.

In der Dürrewirkung etwas abgeschwächt erscheinen die übrigen Teile Württemberg-Badens, die Wetterau, das Limburger Becken, das restliche Unter- und Mittelfranken, das Weidener Naabbecken und das untere Naabtal etwa ab Schwandorf, während Dürrezahlen unter 70 in der Mittelzone im wesentlichen nur in den

Gebirgslandschaften (Vogelsberg, Rhön, Spessart, Odenwald, schwäbische und fränkische Alb, Randgebirge der Oberpfalz) vorkommen.

Demgegenüber bleiben die Dürrezahlen in der nördlichen und südlichen Zone mit nur geringen Ausnahmen (Augsburger Gebiet) unter 70.

Es konnte festgestellt werden, daß im Mittel betrachtet, eine bestimmte Abhängigkeit zwischen der Dürrezahl und der Seehöhe eines Ortes besteht. Die geringe Dürrewirkung in der südlichen Zone kann danach dem Einfluß der größeren Höhenlage zugesprochen werden. Die Dürrezahlen entsprechen dort ungefähr denen der Orte gleicher Höhenlage in der mittleren Zone. In bezug auf die allgemeine Wettergestaltung unterscheiden sich beide Gebiete also nicht wesentlich voneinander. Die nördliche Zone muß dagegen als besonderer Raum betrachtet werden. Sie lag außerhalb des Wirkungsbereichs der anhaltenden Hitzewetterlage. Alle Stationen dieses Gebietes haben ohne Ausnahme niedrigere Dürrezahlen als es gleicher Höhenlage in der Mittelzone entsprechen würde. Die Stationen Bremen mit 33 und Berlin-Dahlem mit 38 Dürretagen zeigen noch größere Unterschiede gegenüber der mittleren Zone als das nordhessische Gebiet.

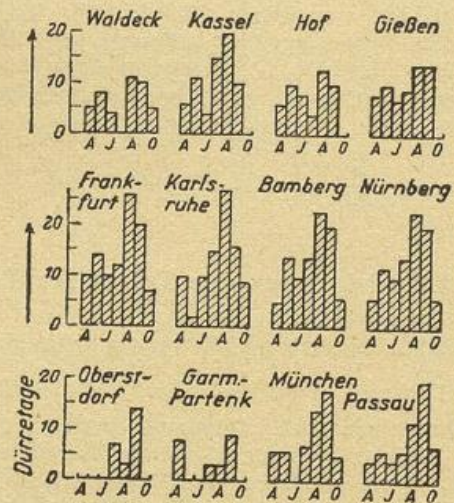


Abb. 23 Zeitlicher Ablauf der Dürre 1947

In Abb. 23 sind für 12 Stationen, je 4 der nördlichen, mittleren und südlichen Zone, die monatlichen Dürrezahlen als Säulen aufgetragen. Die Höhe der Säulen entspricht der Anzahl der Dürretage in den Monaten April bis Oktober. Bei all diesen Stationen außer Oberstdorf setzte die Dürre bereits im April ein und steigerte sich fast stetig bis zum Höhepunkt im August-September. Eine Ausnahme bildeten die Orte des unmittelbaren Alpenrandes (in Abb. 23 Oberstdorf und Garmisch-Partenkirchen) und sehr hochgelegene Mittelgebirgsorte (z. B. die Wasserkuppe), wo mehrere Monate dürrefrei blieben. Im August gab es in den Dürrezentren der Mittelzone nur noch wenige Tage, die nicht das ausgesprochene Dürremerkmal trugen. Ganz ungewöhnlich war der dürre September (die Station Geisenheim hatte 10 aufeinanderfolgende Tage mit über 30° Tagesmaximum!).

c) Das Jahr 1947 im Vergleich zu früheren Jahren.

Damit die Dürre des Sommers 1947 durch Vergleich mit früheren Dürrejahre richtig eingeschätzt werden kann, wurden für Bamberg die Dürrezahlen aller Jahre von 1880—1947 bestimmt. Nach Monaten aufgeteilt sind diese Zahlen in beifolgender Tabelle enthalten. Nach der Dürrewirkung geordnet sind die 18 trockensten

Jahre des bearbeiteten Zeitraums in Abb. 24 zusammengestellt. Die Höhe der Säulen entspricht der Anzahl aller Dürretage des ganzen Jahres. Das Jahr 1947 steht an der Spitze; ihm folgt 1893, erst dann mit großem Abstand das berühmte Weinjahr 1911.

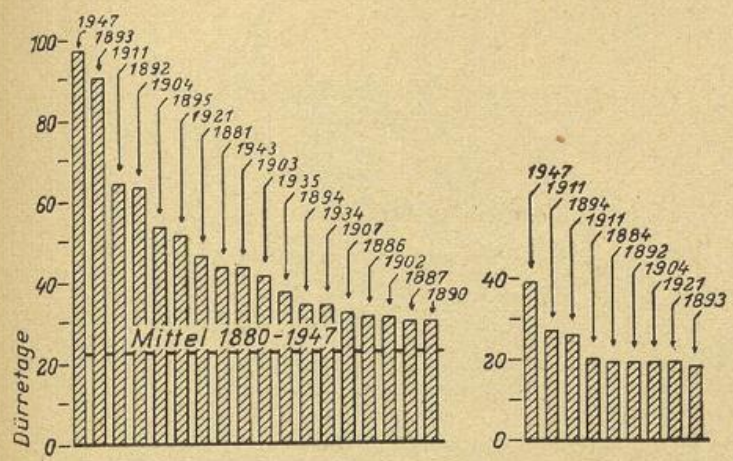


Abb. 24. Die 18 schwersten Dürrejahre zu Bamberg

Abb. 25. Dauer der jeweils längsten sommerlichen Dürre zu Bamberg

In Abb. 25 sind in ähnlicher Weise die längsten bisher bekannten unterbrechungslosen Dürreperioden nebeneinandergestellt. Auch hier steht 1947 an erster Stelle mit 39 aufeinanderfolgenden Dürretagen vom 12. August bis 20. September. An zweiter Stelle steht die Trockenperiode vom 18. Juli bis 13. August 1911 (27 Tage).



Abb. 26 Jahreszeitliche Verteilung der Dürre in den 9 schwersten Dürrejahren zu Bamberg (verglichen mit der normalen Verteilung)

Die Abb. 26 gibt noch für die 9 schwersten Dürrejahre die jahreszeitliche Verteilung der Dürre für Bamberg. 1893 war berüchtigt durch das trockene Frühjahr, 1911 durch den trockenen Sommer. 1947 ist durch das Anhalten der Dürre fast durch das ganze Sommerhalb-

Dürrezahlen nach Knochenhauer.

Jahr	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Jahr	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1880		8	5	13	1914	.	.	5	4	.	9
81		.	6	13	6	12	6	.	43	15	.	.	5	6	14	.	.	.	25	
82		8	4	.	.	.	.	.	12	16	.	.	4	.	.	.	.	.	4
83		.	.	.	5	4	.	.	9	17	.	.	.	5	15	.	.	.	20	
84		5	.	.	6	13	4	.	28	18	.	4	.	.	8	.	.	.	12	
85		.	8	.	12	4	.	.	24	19	.	.	.	7	5	.	.	.	12	
86		.	3	13	.	6	4	5	31	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.
87		.	7	.	.	6	13	4	30	21	5	4	6	.	4	17	10	.	46	
88		.	.	13	.	.	.	.	13	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.
89		.	.	13	6	.	.	.	19	23	.	.	.	.	.	8	.	.	8
90		.	10	8	.	10	2	.	30	24	.	.	4	4	.	.	.	.	8
91		5	5	25	.	.	.	.	7	.	.	.	7	
92		8	12	14	.	10	19	.	63	26	.	.	11	.	.	.	.	.	11
93		8	27	13	15	17	10	.	90	27	.	.	4	.	.	.	.	.	4
94		11	15	.	.	8	.	.	34	28	.	8	4	5	2	10	.	.	29	
95		.	7	5	8	1	9	19	2	29	.	4	.	11	.	4	.	4	23	
96		11	.	5	.	.	.	.	16	30	3	1	.	.	.	.	.	.	4
97		.	.	2	7	5	.	.	14	31	.	.	.	.	.	.	.	.	.
98		4	.	.	4	.	.	6	14	32	.	.	4	1	.	.	.	.	5
99		7	.	8	9	.	5	.	29	33	.	14	5	5	5	.	.	.	29	
1900		.	8	7	4	6	.	.	25	34	.	.	7	3	12	12	.	.	34	
01		.	7	11	4	4	.	.	26	35	.	5	.	9	4	7	12	.	37	
02		4	7	4	9	.	.	7	31	36	.	7	.	.	4	.	.	.	11	
03		12	.	12	8	5	.	4	41	37	.	.	.	.	.	.	4	.	4
04		4	9	4	4	19	13	.	53	38	.	.	.	5	.	.	.	.	5
05		3	1	8	11	4	.	.	27	39	.	.	.	2	10	.	9	.	21	
06		.	12	6	.	.	2	5	25	40	.	.	8	.	.	.	.	.	8
07		.	4	11	.	.	13	4	32	41	.	.	.	5	.	.	.	.	5
08		4	.	.	3	2	.	.	9	42	.	.	.	.	.	.	.	.	.
09		4	6	19	.	.	.	.	29	43	.	9	6	10	.	7	11	.	43
10		.	6	.	.	.	.	.	6	44	.	.	4	6	.	.	6	.	16
11		.	9	.	.	18	24	13	64	45	.	4	5	.	.	.	.	.	9
12		.	15	4	.	6	.	.	25	46	.	4	13	4	.	.	.	.	21
13		47	.	.	5	14	10	14	23	20	11	97

jahr hindurch gekennzeichnet. Ausschlaggebend war der Höhepunkt im Spätsommer, wodurch die Hoffnung auf eine noch ausreichende Entwicklung der Hackfrüchte zunichte gemacht wurde. Den neun Darstellungen vorangestellt ist eine Verteilung der normalen Dürrehäufigkeit, berechnet aus den Zahlen aller 68 Jahre der Bamberger Reihe.

2. Der Wärme- und Wasserhaushalt des Erdbodens.

a) Der allgemeine Verlauf der Bodentemperaturen im Jahre 1947.

Die Erwärmung und die Abkühlung der Atmosphäre geschieht nicht unmittelbar durch die Sonnenstrahlung und die nächtliche Ausstrahlung, sondern auf dem Umwege über die Erwärmung und Abkühlung der Erdbodenfläche. Die Bodenoberflächentemperaturen spiegeln daher unmittelbarer als die Lufttemperaturen die besonderen Vorkommnisse im Wettergeschehen wieder. Leider ist es außerordentlich schwierig, genaue Oberflächentemperaturen zu messen; daher wird im folgenden nur wenig Gebrauch gemacht von solchen Werten. Aber auch die leichter meßbaren Temperaturen im Erdboden selbst geben ein anschauliches Bild der Witterung. Ihnen kommt wegen ihrer Bedeutung für die im Boden wurzelnden Kulturpflanzen eine besondere Beachtung zu.

Die nachfolgenden Angaben über das Bodenklima wurden an der Agrarmeteorologischen Versuchsstation des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone in Gießen gewonnen. Die Temperaturmessungen, die der Abb. 27 zugrunde liegen, sind im natürlichen Boden, einem sandigen Lehm Boden bei der Klimastation auf der Liebigshöhe gewonnen worden. Die übrigen Messungen entstammen einer großen Lysimeteranlage, an der vier verschiedene, je 8 cbm enthaltende Bodenarten hinsichtlich ihres Temperatur- und Wasserhaushalts laufend untersucht wurden. Es waren dies ein Sandboden, ein Lehm Boden, ein humoser Boden und lehmi ger Sand. Die Bodentemperaturen in 2 1/2, 5, 10, 20, 50 und 100 cm Tiefe wurden in allen Böden regelmäßig achtmal am Tage abgelesen. Das in 2 m Tiefe aus den Böden austretende Sickerwasser wurde alle 12 Stunden gemessen. Die Einzelheiten der Anlage wurden vom Leiter der dortigen Dienststelle, Dr. W. Kreuz (20), in der Literatur beschrieben.

Die Wärmeverhältnisse im Boden waren im Jahre 1947 ausgesprochen extrem. Im sehr kalten Winter war der Boden ungewöhnlich kalt. Bei geringer Schneedecke drang im Januar der Bodenfrost mit einer Geschwindigkeit von 6 cm im Tag nach abwärts ein, während beispielsweise im berüchtigten Winter 1939/40 die Wandergeschwindigkeit wegen der damals hohen Schneebedeckung des Bodens nur 2 cm im Tag betrug. Im Januar war der Bodenfrost bis 70 cm, im Februar bis 93 cm vorgedrungen. Der sandige Lehm Boden wurde nach 94 Tagen anhaltenden Frostes erst am 17. März frostfrei, der Lehm Boden erst am 24., der Humus Boden am 28. März.

Den Bodentemperaturgang im Laufe des Jahres zeigt die Abb. 27, und zwar für die Tiefen von 10 cm (starke Linien) und 1 m (schwache Linien) im fünfjährigen Mittel (ausgezogen) und im Jahre 1947 (punktiert). Man erkennt, daß der Bodentemperaturgang 1947 viel extremer war als in einem normalen Jahr. Der Winter war bis in große Tiefen kälter und hielt auch über einen Monat länger an als normal. Der Sommer war so viel heißer, daß selbst in 1 m Tiefe die Bodentemperatur erheblich höher stieg als sonst in 10 cm Oberflächenabstand! Auch die Verspätung im Eintritt der höchsten Sommertemperaturen überschritt einen Monat. In den oberflächennahen Schichten vollzog sich der Übergang von dem zu kalten Winter zu

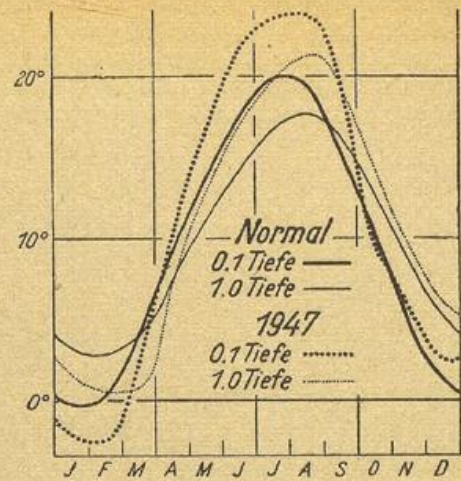


Abb. 27 Gang der Bodentemperaturen in Gießen im Normaljahr und im Jahre 1947

dem zu heißen Sommer Anfang April, in den tieferen Schichten in der Mitte April. Die kalte Oktoberwitterung brachte für die oberflächennahen Schichten die Rückkehr zu normalen Verhältnissen. Die Sommerwärme machte sich aber in den Tiefen weiterhin bemerkbar und fand eine neue Kräftigung durch den ungewöhnlich warmen Winter 1947/48, wie aus der Abb. 27 an dem Wiederanstieg der punktierten Kurven zum Jahresende gut zu ersehen ist.

Wir wenden uns nunmehr den besonderen Verhältnissen des Dürresommers zu.

Abb. 28 zeigt in der rechten Hälfte auf Grund der Monatsmittel den normalen Ablauf der Bodentemperaturen bis in 1 m Tiefe zwischen April und Oktober,

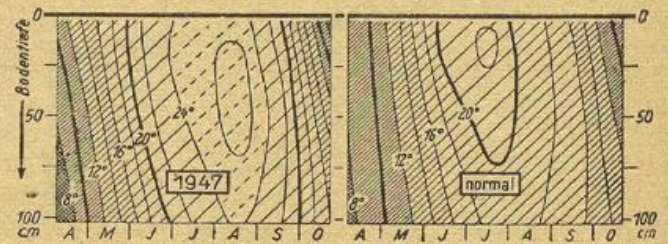


Abb. 28 Temperaturen in humosem Boden an der Agrarmeteorologischen Versuchsstation in Gießen

und zwar nach den Messungen an der Lysimeteranlage in humosem Boden. Links daneben ist die gleiche Darstellung für 1947 gegeben. Der normale Ablauf beruht auf den Messungen an derselben Stelle in den drei Jahren 1939—1941. Zu Beginn des gewählten Zeitabschnittes (linke Begrenzung) und zu Ende desselben (rechte Begrenzung) zeigen beide Teilbilder annähernd dieselben Temperaturen. Aber innerhalb dieses Zeitraumes ist der Boden im Jahre 1947 in allen Schichten erheblich wärmer als in einem normalen Jahr. Es werden Monatsmittel bis 26,7° erreicht, während sonst nur 21° eben überschritten werden. Sodann liegt die Zeit der größten Bodenwärme in allen Tiefen einen Monat später im Jahr als normal; denn das Schwergewicht der Dürre lag, wie bereits die vergangenen Abschnitte zeigten, auf dem Spätsommer. Das bewirkte, daß das Wärmegefälle, das im August nach Überschreiten des sommerlichen Höhepunktes normalerweise von unten nach oben gerichtet ist, weiterhin von oben nach unten gerichtet blieb, daß somit der Boden noch keine Wärme abgab, sondern weiterhin aufnahm. Man sieht ferner aus der Abb. 28, daß vom April zum Juni der Boden sehr rasch angeheizt wurde, im Oktober sehr rasch abkühlte (gedrängte Isothermen), aber in der eigentlichen

Sommerzeit die hohe Wärme über 20° dauernd gehalten wurde.

Den Ablauf der Bodentemperaturen im Wechsel der täglichen Witterung zeigt die Abb. 29, und zwar auf Grund der Tagesmessungen im sandigen Lehm Boden. Man kann dort den schon früher beschriebenen Wetter-

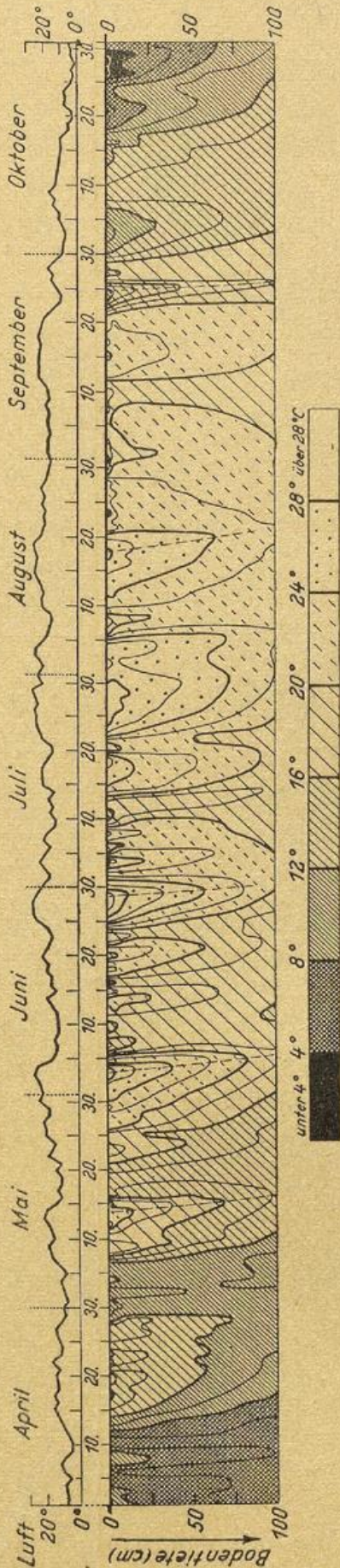


Abb. 29 Bodentemperaturen von Tag zu Tag in sandigem Lehm Boden zu Gießen 1947

ablauf wiederfinden. Bemerkenswert erscheint vor allem die rasche Erwärmung der tiefen Bodenschichten nach dem 10. April; der Anstieg in 1 m Tiefe von 6° auf 8° innerhalb von 3 Tagen ist eine Seltenheit in dieser Jahreszeit. Die gestrichelten Linien, welche den Zeitpunkt der höchsten Temperatur in allen Tiefen miteinander verbinden, sind im Vergleich zu einem normalen Bilde nur schwach nach rechts mit der Tiefe geneigt. Die Wärme drang also rasch in große Tiefen, ebenso wie die markante Kältewelle, die nach dem 20. September den Abschluß der großen Dürre einleitete.

Auffallend gering war der Einfluß der wenigen Niederschläge auf die Bodentemperaturen. Nur die obersten Bodenschichten wurden kurze Zeit abgekühlt. Mitunter nahm der Boden noch am Tag des Regens selbst schon neue Wärme auf. Der im ganzen extrem trockene Boden wurde durch den Wärmeentzug durch Verdunstung, der sonst den Wärmehaushalt wesentlich mitbestimmt, kaum beeinflusst.

An der Oberfläche unbewachsener Böden wurden im Sommer Temperaturen über 40° häufig beobachtet. Das trockene Wetter im strahlungsstärksten Monat Juni ließ die Temperaturen bis 50° ansteigen. Bei Heidelberg wurden an einem Südhang auf Buntsandstein-Verwitterungsboden am 27. 6. 1947 13 Uhr 60° gemessen. Örtlich wird auch dieser Wert überschritten worden sein. Die verdorrten Wiesen verloren den Temperaturschutz durch die normale Wasserabgabe der Gräser und erlagen daher dem extremen Mikroklima eines nahezu pflanzenfreien Bodens.

b) Der Einfluß der Bodenart auf die Temperaturverhältnisse.

Die Lysimeteranlage in Gießen bietet nun auch die Möglichkeit, den Einfluß der Bodenart zu untersuchen. Man vergegenwärtige sich jedoch bei den nachfolgend mitgeteilten Ergebnissen stets, daß es sich um die Messungen an einem einzelnen Versuchsfeld handelt. Die Ergebnisse dürfen somit nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Es kommt aber den Gießener Beobachtungen dadurch eine weitreichende Bedeutung zu, daß die seit Jahren erprobte und bewährte Meßtechnik in Bodenarten zur Anwendung kam, aus deren Grundbestandteilen sich fast jede der in der Praxis vorkommenden Böden zusammensetzt.

In der beifolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Temperaturmessungen in den 3 Bodenarten für die ganze Vegetationsperiode 1947 mitgeteilt. Neben den Monatsmittelwerten für 1947 stehen in Klammern die Monatsmittel der wieder als Normalwert angesehenen früheren Beobachtungsjahre 1939—1941. Die Unterschiede der Bodenarten seien zunächst an Hand der Abb. 30 erläutert. Sie enthält den täglichen Temperaturgang am 24. Juli 1947, einem typischen Strahlungstag innerhalb der sommerlichen Hitzeperiode.

Der Vergleich der aus drei verschiedenen Tiefen (Obfl., 0,5 und 20 cm) dargestellten Beobachtungen zeigt die rasche Abnahme der Tagesschwankung der Temperatur und die Verzögerung in der Eintrittszeit des Höchst- und Tiefstandes der täglichen Temperaturwelle mit der Tiefe. Je besser ein Boden die Wärme leitet, desto geringer ist die Abnahme der Temperaturschwankung und die Verzögerung der Extreme mit der Tiefe. Sieht man auf die Messungen in 20 cm Tiefe, so erkennt man an der Eintrittszeit der Temperaturmaxima (M in Abb. 30) und der Minima (m) sowie an dem Betrag der Tagesschwankung, daß der Sandboden die beste, der humose Boden die schlechteste Wärmeleitfähigkeit besaß, und der Lehm Boden eine Zwischenstellung zwischen den beiden einnahm. Diese Reihenfolge entspricht den allgemein bekannten Gesetzmäßigkeiten, die auch in früheren Jahren zu beobachten waren. Die

Monatsmittel der Bodentemperaturen 1947 an der Agrarmeteorologischen Versuchsstation Gießen.
(In Klammern: Normalwerte 1939—1941)

A. Sandboden

Tiefe (cm)	April		Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober	
2,5	10,5	(—)	16,0	(—)	20,2	(—)	21,9	(—)	22,3	(—)	17,8	(—)	7,1	(—)
5	10,5	(9,3)	15,8	(13,6)	20,3	(20,1)	21,3	(19,7)	22,0	(17,6)	17,8	(14,4)	7,3	(8,3)
10	10,0	(9,1)	15,4	(13,1)	19,5	(19,2)	21,2	(19,9)	22,0	(17,6)	17,9	(14,3)	7,7	(8,4)
20	10,2	(9,1)	15,4	(13,0)	19,8	(19,5)	21,1	(19,9)	22,1	(17,9)	18,3	(14,8)	8,4	(9,2)
50	9,4	(9,7)	14,4	(13,0)	19,2	(18,8)	20,9	(20,0)	22,4	(18,3)	18,9	(15,8)	10,6	(11,2)
100	8,0	(9,4)	12,8	(11,9)	17,5	(16,6)	19,9	(18,4)	21,6	(17,5)	19,3	(15,9)	13,1	(12,6)

B. Lehmboden

2,5	10,0	(—)	15,2	(—)	21,0	(—)	22,4	(—)	22,6	(—)	18,4	(—)	8,0	(—)
5	10,4	(8,5)	15,3	(12,2)	20,8	(18,7)	22,3	(19,0)	22,6	(17,1)	18,6	(14,3)	8,1	(8,5)
10	9,7	(8,9)	15,0	(12,5)	20,9	(19,3)	22,3	(19,8)	23,1	(17,7)	18,9	(14,9)	8,8	(9,3)
20	9,6	(8,4)	15,0	(11,9)	20,6	(18,4)	22,0	(19,2)	23,3	(17,4)	19,2	(14,8)	9,5	(9,6)
50	8,8	(8,5)	14,0	(11,6)	19,5	(16,9)	21,6	(18,7)	23,2	(17,8)	19,9	(15,8)	11,8	(11,9)
100	7,3	(8,3)	12,5	(11,0)	17,4	(15,5)	20,2	(17,8)	22,0	(17,4)	19,9	(15,9)	14,0	(12,7)

C. Humoser Boden

2,5	12,1	(—)	17,7	(—)	23,4	(—)	24,9	(—)	25,1	(—)	20,3	(—)	8,9	(—)
5	12,0	(9,5)	17,8	(14,0)	23,5	(21,0)	25,0	(21,5)	25,0	(19,1)	20,5	(15,9)	9,5	(9,5)
10	11,6	(9,1)	17,5	(13,7)	23,3	(21,0)	25,1	(22,3)	25,8	(19,4)	21,1	(16,3)	10,4	(11,2)
20	11,0	(8,7)	16,8	(13,2)	23,0	(20,2)	25,2	(22,1)	26,3	(19,4)	21,8	(16,4)	11,6	(10,8)
50	8,7	(8,3)	15,3	(12,2)	21,8	(18,1)	24,6	(20,5)	26,7	(19,1)	23,2	(16,8)	14,7	(12,5)
100	7,5	(8,3)	13,0	(11,3)	18,7	(15,8)	22,1	(18,5)	24,9	(18,3)	22,8	(16,9)	16,7	(14,0)

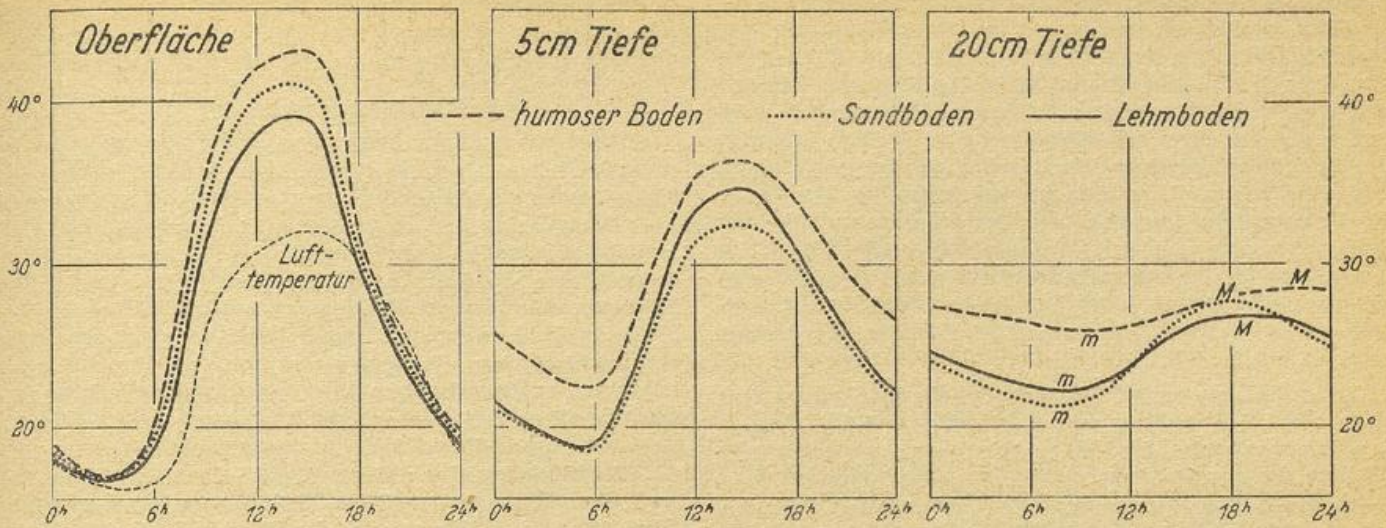


Abb. 30 Tagesgang der Temperatur in 3 Bodenarten am 24. Juli 1947 zu Gießen

Unterschiede waren nur sehr verschärft. Das zeigt am besten die Abb. 31.

In ihr ist für die Vegetationsperiode dargestellt, um welchen Betrag der humose Boden wärmer bzw. kälter (dunkelste Schraffen) war als der Sandboden. Man erkennt auf den ersten Blick, daß das Jahr 1947 sich weniger in der Art, sondern hauptsächlich in der Intensität von einem Normaljahr unterscheidet. Der schlechter leitende Humusboden ist an der Oberfläche im Sommer wärmer. Daß er entsprechend im Winter kälter ist, sieht man im Frühjahr noch an der zurückgebliebenen Kälte in den tieferen Schichten. 1947 wurde diese Winterkälte durch den besprochenen jähen Temperaturanstieg im April und Mai rascher beseitigt als im Normaljahr.

Kehren wir nochmals zur Abb. 30 zurück. An den Temperaturen in 20 cm Tiefe fällt, wenn man von der Tagesschwankung einmal absieht, die hohe Lage der Kurve für humosen Boden auf. Man müßte auf Grund der geringen Wärmeleitfähigkeit eher das Umgekehrte erwarten. Hier spielt noch eine andere Größe mit, nämlich die Reflexfähigkeit der Bodenoberfläche.

Der abgetrocknete Sand hat eine sehr helle Oberfläche, 1947 noch auffallender als in anderen Jahren. Das Auge nimmt wahr, was genaue Messungen beweisen, daß die Sandbodenoberfläche bis 30% der auffallenden Sonnenstrahlung zurückwirft (reflektiert). Der dunkle humose hat eine Reflexzahl von etwa 10%. Er nimmt daher an der Oberfläche mehr Wärme auf als der Sandboden, so daß er trotz der schlechten Wärmeleitfähigkeit bis in die Tiefe wärmer wird als der Sandboden. Nunmehr versteht man, warum in der Abb. 31 in normalen Jahren der Wärmegegewinn des hu-

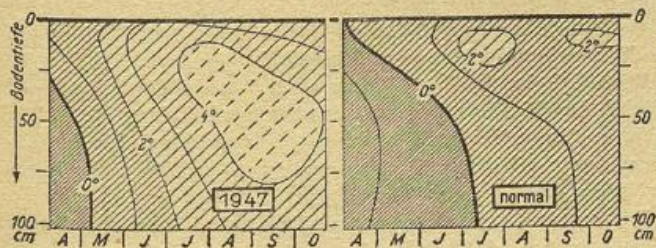


Abb. 31 Wärmegewinn des humosen Bodens gegenüber reinem Sandboden in Gießen

mosen Bodens gegenüber dem Sandboden in der oberflächennahen Schicht bleibt, im Jahre 1947 aber in erhebliche Tiefen hinabreichte. Die größere Menge der

absorbierten Sonnenstrahlung gab bei dem heiteren Wetter des Jahres 1947 den Ausschlag. Die im übrigen sehr verwickelten Bodentemperaturverhältnisse, bei denen eine Fülle physikalischer Einflußfaktoren in gegenseitigem Wechselspiel wirksam sind, können hier aber nicht verfolgt werden.

c) Wasserabgabe und Wasserhaushalt der Böden.

In der Abb. 32 oben sind für Gießen die monatlichen Niederschlagssummen des Jahres 1947 aufgetragen, verglichen mit den Niederschlagsverhältnissen eines Normaljahres. Darunter findet man im gleichen

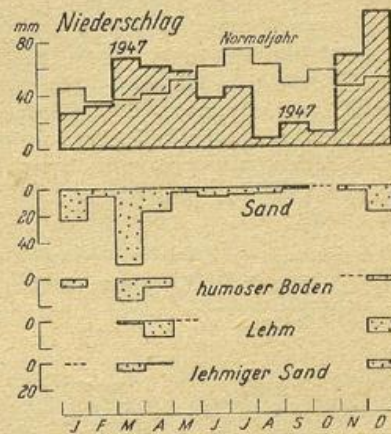


Abb. 32 Niederschlag und Sickerwasser in 2 m Tiefe aus verschiedenen Böden zu Gießen 1947

Maßstab die Sickerwassermengen aufgetragen, die monatlich von den vier verschiedenen Bodenarten der Gießener Lysimeteranlage in 2 m Tiefe abgegeben wurden.

Als die Vegetationsentwicklung im Frühjahr 1947 begann, war der Wasserhaushalt der Böden bereits durch den abnormen Winter 1946/47 ungünstig beeinflusst. Die Niederschläge im Januar und Februar waren an sich schon geringer als normal. Ungünstiger wirkte sich der starke tieferreichende Bodenfrost aus. Selbst bei Tauwetter nahm nur die oberste Bodenschicht Wasser auf. Wie trocken die tieferen Schichten unterhalb der Frostgrenze zu Jahresanfang waren, erhellt deutlich daraus, daß nach Abb. 32 im Januar und Februar nur

vom Sandboden etwas Sickerwasser, von den übrigen Böden fast nichts oder gar nichts abgegeben wurde.

März und April brachten nun zwar Niederschläge, die erheblich über dem Durchschnitt lagen. Es begann eine Durchtränkung des aufgetauten Bodens. Überall wurden wieder die ersten größeren Mengen an Sickerwasser abgegeben. Die Struktur des Bodens, die den Durchfluß erleichtert (Sand) oder erschwert (Lehm), und der Zeitpunkt, zu dem in dem betreffenden Boden die Frostschicht gänzlich beseitigt war, bestimmte den Zeitpunkt der größten Wasserabgabe. Er lag beim Sandboden in der ersten Märzhälfte, verteilte sich beim Humus auf März und April, während von dem Lehmboden erst im April nennenswerte Mengen abgegeben wurden. (Abb. 32).

Diese Besserung im Wasserhaushalt des Bodens war aber nicht der Anfang einer günstigen Entwicklung. Die Wasserabgabe im März/April war vielmehr die höchste des ganzen Jahres! Mit der einsetzenden Dürre wurden die frei werdenden Wassermengen immer geringer; vom Mai ab ließ nur der Sand noch etwas durch. Die anderen Böden stellten die Wasserabgabe vollständig ein, sie trockneten aus. Der Oktober war der Monat der größten Bodendürre. Erst die Novemberniederschläge vermochten den Wasserhaushalt zu verbessern; im Dezember begann wieder Sickerwasser auszutreten, auch dies in der Hauptsache erst nach dem Dauerregen (38 mm) vom 28. Dezember.

Recht anschaulich werden die Unterschiede der Bodenarten, wenn man berechnet, an wieviel Tagen des Jahres 1947 jeder Boden Sickerwasser überhaupt abgab, sei es auch nur in minimalen Mengen. Man findet:

Der Sandboden an 365 Tagen,
der humose Boden an 86 Tagen,
der Lehmboden an 33 Tagen.

Das außergewöhnliche Verhalten der Böden im Jahre 1947 wird auch an dem Verhältnis der Sickerwassermengen zu den Niederschlagsmengen deutlich. Dem Jahre 1947 steht zum Vergleich leider nur eine nicht ganz zweijährige Meßreihe gegenüber, nämlich vom September 1938 bis Juni 1940. Ist diese auch wegen ihrer Kürze nicht etwa als normale Reihe aufzufassen, so vermag sie doch die Gegensätzlichkeit zu beleuchten.

Es war die Sickerwassermenge, ausgedrückt in Prozenten der Niederschlagsmenge, im gleichen Zeitraum:

Bodenart:	Sand:	humoser Boden	Lehm
1947	28%	6%	5%
Vergleichsreihe 1938—1940	78%	56%	34%

Die Austrocknung des Bodens und seine Verkrustung war so stark, daß Regenfälle, die sich in normalen Jahren bis in 2 m Tiefe bemerkbar machen, nur die obersten 25 cm aufzuweichen vermochten. Im August und September scheiterten in der Wetterau und an der Bergstraße die Versuche, nach Regenfällen die Felder zu bearbeiten, denn die Feuchtigkeit war nur wenige Zentimeter eingedrungen.

Zum Schluß sei noch auf die Wirkung der Trockenrisse hingewiesen, die 1947 in schweren Böden auftraten. Es wurden Spalten bis zu 5 m Länge und mehreren cm Breite ausgemessen, die bis zu 1 m Tiefe herabreichten. Diese Veränderung der Bodenstruktur blieb nicht ohne Folgen für das Bodenklima. Zeitweise konnte die Sonnenstrahlung in die Spalten vordringen. Auf alle Fälle drang bei Tage die heiße, bei Nacht die kalte Luft in die Risse ein. So wurde auch dadurch der Temperaturgang extremer und örtlich sehr unterschiedlich. Die Wasserabgabe der tieferen Bodenschichten erfolgte durch die Spalten unmittelbar an die

Spaltenluft und förderte die Austrocknung und die weitere Zerreißung des Bodens.

3. Die Wirkung der Dürre auf die Kulturpflanzen.

a) Vorbemerkungen.

Die Sommerdürre 1947 glich einem Experiment in einem Versuchsfeld, bei welchem den Pflanzen das Wasser vorenthalten oder systematisch entzogen und die Temperatur auf das gerade noch erträgliche Maß gesteigert wurde. Dabei wurden an manchen Dürretagen durch die Luft- und Bodentrockenheit bei vielen Pflanzen die Lebensbedingungen unterschritten.

Bevor die Zusammenhänge geklärt werden, die zu der unterschiedlichen Ertragsgestaltung bei den Kulturpflanzen geführt haben, ist es zweckmäßig, einige Gedanken über das biologische Verhalten der Pflanzen gegenüber den Dürreperioden vorzuschicken.

Die Wirkung der Dürre beruht fast ausschließlich auf dem Wassermangel im Boden, nur zum geringen Teil wird das Wachstum direkt durch Luftfeuchtigkeitsmangel oder zu hohe Temperaturen beeinflusst. Denn mit Hilfe des Bodenwassers werden die Nährstoffe aus dem Boden gelöst, von den Wurzeln aufgenommen und über das Röhrensystem der Pflanzenstengel oder der Stämme zu den Zuwachsstellen geleitet. Ist in Dürreperioden nur wenig Wasser vorhanden, dann können auch nur wenig Nährstoffe gelöst werden und außerdem ist dann der kapillare Wasserdruck so schwach, daß den Verdunstungsansprüchen der Blattoberfläche durch den Wassernachschub nicht mehr entsprochen werden kann. Dann verdunstet mehr Wasser aus dem Blatt, als über den Stengel oder den Stamm aus dem Boden nachgeführt wird; die Blätter welken und werden schlaff. Diese Erscheinung ist eine Vorstufe der Dürre und tritt auch außerhalb von Dürreperioden, bei besonders hohen Tagstemperaturen und Tropenwinden auf. Dieser Welkeweg ist aber reversibel, d. h. er kann durch Wasserzufuhr beseitigt werden. Anders ist es bei zu langer Andauer einer Trockenperiode. In diesem Fall wird jene Schwelle überschritten, bei der die Erschlaffung nicht mehr rückgängig gemacht werden kann, dann verdorren die Blätter, z. T. bereits im grünen Zustande. Solche Blätter werden dann entweder abgestoßen, oder sie bleiben verhältnismäßig lange auch noch über den allgemeinen Blattfall hinaus z. B. an den Bäumen hängen.

Schließlich vermag die Dürrewirkung so weit zu gehen, daß selbst die Äste oder Stämme austrocknen, insbesondere wenn bei Flachwurzeln die Wurzeln verdorrt sind.

Daneben aber treten in besonders gelagerten Fällen an Bestandsrändern oder exponierten Lagen direkte Verbrennungsschäden an den Blüten, Früchten oder der Rinde als Folge der allzu intensiven Sonnenstrahlung ein.

Das Vertrocknen der Äste oder Stämme führt zum Absterben einzelner Pflanzenteile, oder das Verdorren der Wurzeln direkt zum Dürretod.

Die Folgen solcher Dürreperioden bilden dann oft erhebliche Wachstumshemmungen und führen bei vorzeitigem Laubfall zu Zuwachsverlust und bei den Früchten unserer Kulturpflanzen zu empfindlichen Ertragsausfällen.

Es entspricht aber dem Bau der verschiedenen Pflanzenarten, daß sie auf eine Dürreperiode ganz verschieden reagieren, je nach den Ansprüchen, die sie an das Klima und den Standort stellen. Wärmebedürftige Pflanzen und darunter vor allem diejenigen, die einem südlicher gelegenen oder trockeneren Formenkreis entstammen, als es ihr derzeitiger Standort ist, wiesen daher die geringsten Schäden auf. Oft wurden sie geradezu gefördert, wie die Erträge bei Tomaten,

Walnüssen oder der Weinreben gezeigt haben. Andere Pflanzen, deren Früchte sonst wegen hoher Wärmeansprüche schlecht reiften, wie Körnermais und Sojabohne, gelangten frühzeitig und gut zur Reife. Diese Pflanzen, die nun in den Genuß des Klimas ihres natürlichen Standortes kamen, sind aber bei uns in der Minderheit. Die Hauptschäden traten bei den einheimischen Pflanzenarten, welche vielfach zum atlantischen Formenkreis gehören, auf. Dazu zählen vor allem jene Pflanzen, die eine große Blattmasse aufweisen, wie z. B. die Futter- und Zuckerrüben oder die meisten Gemüsearten, deren Transpirationsfläche besonders groß ist. Der Aufbau der Pflanze bestimmt somit meist auch den Wasserverbrauch der Pflanze. Eine wesentliche Rolle spielt dabei auch die Ausbildung des Wurzelsystems und die Erstreckung der oberirdischen Teile innerhalb der bodennahen Überhitzungsschicht. Es ist naheliegend, daß die in Bodennähe wachsenden Gräser, Gemüse und Hackfrüchte, die den extremsten Temperaturen ausgesetzt waren, am meisten gelitten haben.

Einige Pflanzen haben aber die Eigenschaft, sich den veränderten Lebensbedingungen anzupassen. Diese Umstellung kann im ober- oder unterirdischen Aufbau vorgenommen werden. Entweder verlängern die Pflanzen ihre Wurzeln bis in noch wasserführende Schichten (vor allem bei einjährigen Pflanzen) oder sie verändern ihr Blattkleid, um die Verdunstungsfläche herabzusetzen. Dabei rollen manche ihre Blätter ein, z. B. die Akazie, oder werfen sie ab, andere nutzen ihre phototropen Eigenschaften und weichen der direkten Sonnenstrahlung aus, indem sie ihre Blattstellung verändern. Andere wieder vermögen die Transpiration durch einen Überzug über die Blattoberfläche herabzusetzen.

Es liegt in der Natur der Sache, daß vor allem die mehrjährigen Pflanzen von der Dürre betroffen werden, weil sie in ihrem Aufbau innerhalb kurzer Zeit nur mehr geringe Veränderungen vornehmen können und am meisten an ihre Umgebung gewöhnt sind. Zu diesen Pflanzen zählen die Waldbäume.

Die Stellung der Pflanzenarten in der Gemeinschaft des Pflanzenlebens kam bei diesem Existenzkampf eindeutig zum Ausdruck; auch hier siegte der Stärkere über den Schwächeren. Die Beschattung der Arten untereinander und der Wurzelkampf um das Bodenwasser entschieden oft den Ausgang.

Nur bei gleichzeitiger Betrachtung des Aufbaues der einzelnen Pflanzenarten, ihrer Stellung zueinander und der mannigfachen Umweltsbedingungen sind Dürreempfindlichkeit und Ertragsgestaltung letzten Endes erklärbar.

Bei den Kulturpflanzen zeichneten sich innerhalb der Arten einzelne Sorten als dürrefester als andere aus. Dafür einige Beispiele. Besonders auffällig waren die Unterschiede bei den Spätkartoffelsorten. Hier war es die Sorte Ackersegen, die am meisten litt; damit ist bewiesen, daß sie in feuchter Lage angebaut die besten Erträge bringt; die Sorten Sabine und Agnes hielten sich durchschnittlich besser. Von den Gemüsearten hielten sich die Kohlsorten nicht, die Wurzelgemüse erbrachten jedoch noch lohnende Erträge.

Das Ausmaß der Dürreschäden bei den einzelnen Kulturpflanzen war örtlich sehr verschieden. Die Erträge sanken in den einzelnen Anbaugebieten und -lagen nicht gleichmäßig mit der Ungunst der atmosphärisch bedingten Ertragsfaktoren ab, sondern streuten regional von Mißernten bis zu guten Durchschnittserträgen. In welchem Maße die Dürre eine Ertragsminderung und die Verteilung der Ertragschäden verursacht hat, soll die folgende Darlegung zeigen.

Um die Dürrewirkung an den einzelnen Standorten zu untersuchen, wurden Angaben über Mindererträge gegenüber einer mittleren Ernte herangezogen. Diese

Ertragsangaben eignen sich aber nur bei gleichzeitiger Betrachtung ortsgebundener Ertragsfaktoren, um günstige oder ungünstige Lagen zu kennzeichnen. Der Begriff des Standortes ist bei dieser Untersuchung weitläufig aufzufassen. Er schließt die Einheit der Landschaft sowohl weit- als auch kleinräumig gesehen ein, wie z. B. die weite Rhein-Main-Ebene oder enge Flußtäler oder einen Getreideacker an einem Hang. Die verschiedene Dürrewirkung läßt auch keine einheitliche Betrachtung von Ebenen oder Talsohlen, Hängen und Höhen oder Hochflächen zu. Bei den Hängen war neben der Neigung die Exposition für die Ertragsgestaltung maßgebend. Besonders große Unterschiede traten dort hinsichtlich der Durchfeuchtung oder Verdunstung auf. Die wenigen Niederschläge fielen vorzugsweise bei Gewittern an den Luvseiten, meist Westhängen, andererseits entzogen die Trockenwinde aus südöstlichen Richtungen gerade den nach Südosten exponierten Hängen mehr Feuchtigkeit als anderen Hangrichtungen.

Aber weitaus maßgebender als die Oberflächenform erwies sich für die Dürrewirkung die Bodenart. Je nach der Wirtschaftlichkeit des Wasserhaushalts zeigten sich die einzelnen Böden als „dürresicher“ oder „dürreempfindlich“. In den Ertragsschäden spiegeln sich die Eigenschaften der einzelnen Bodenarten wieder. Somit kann mit Hilfe von Ertragsangaben zusammen mit den Klimawerten und den Beobachtungen der Dürreerscheinungen durch den Phänologischen Dienst im Jahre 1947 ein Beitrag zur Erforschung des Wasserhaushalts der verschiedenen Landschaften geleistet werden.

Zur Beurteilung dieser Fragen standen neben den Klimabeobachtungen die Berichte der Phänologischen und Wetterschäden-Beobachter zur Verfügung. Insgesamt liegen etwa 2000 Meldungen über die Auswirkungen des Dürresommers auf die Kulturpflanzen vor. Da die Berichte oft noch während des Dürresommers abgegeben wurden, haftet ihnen der subjektive Fehler des Eindrucks bei der Beobachtung einer Katastrophe an. Jedoch enthalten die meisten Meldungen der Beobachter nicht nur ihre eigenen Schätzungen, sondern vielfach amtliche Kontrollergebnisse. Sämtliche Angaben über die Erträge der Kulturpflanzen sind auf eine mittlere Ernte bezogen. Es ist jedoch zu beachten, daß sich die Annahme einer mittleren Ernte vielfach auf die Erinnerung an die letzten Jahre stützt und die Erträge aber bereits in den letzten Jahren unter dem Durchschnitt lagen, wie die Angaben des Hessischen Statistischen Landesamtes zeigen (36).

Hektarerträge von Getreide (Landesdurchschnitt) in Hessen, im langjährigen Mittel, 1946 und 1947 in dz/ha.

	Wintergetreide			Sommergetreide			
	Roggen	Weizen	Gerste	Weizen	Gerste	Hafer	Mais
Mittel	20.2	23.2	—	—	20.4	21.4	—
1946	17.0	19.0	17.5	17.0	16.4	17.3	19.9
1947	15.3	14.0	12.7	16.5	14.6	14.3	12.9

In den Hektarerträgen 1947 sind beim Wintergetreide die Auswinterungsschäden des strengen Winters 1946/47 enthalten, auch hat der Düngermangel einen Teil der geringen Erträge verschuldet. Allerdings ist die geringe Wirkung der Düngergaben 1947 wiederum der Dürre zuzuschreiben, da der Niederschlagsmangel eine ungenügende Auflösung bewirkte.

b) Die regionale Verteilung der Ertragschäden.

Nach den Angaben der Berichterstatter des Phänologischen und Wetterschäden-Meldedienstes wurden Karten der Ertragsschäden gezeichnet. Sie vermitteln ein durchschnittliches Bild, da besonders ungünstige oder günstige Erträge an extremen Lagen nicht berücksichtigt wurden.

Beim Sommergetreide (Mittel aus den Erträgen von Sommerweizen, Hafer und Sommergerste) traten zwei Zentren stärkster Dürrewirkung auf, deren Kerne nur etwa 30% einer mittleren Ernte erbrachten und um Rhein, Main und Regnitz gelagert waren (Abb. 33). Geringe Erträge, um 50–60%, wurden in

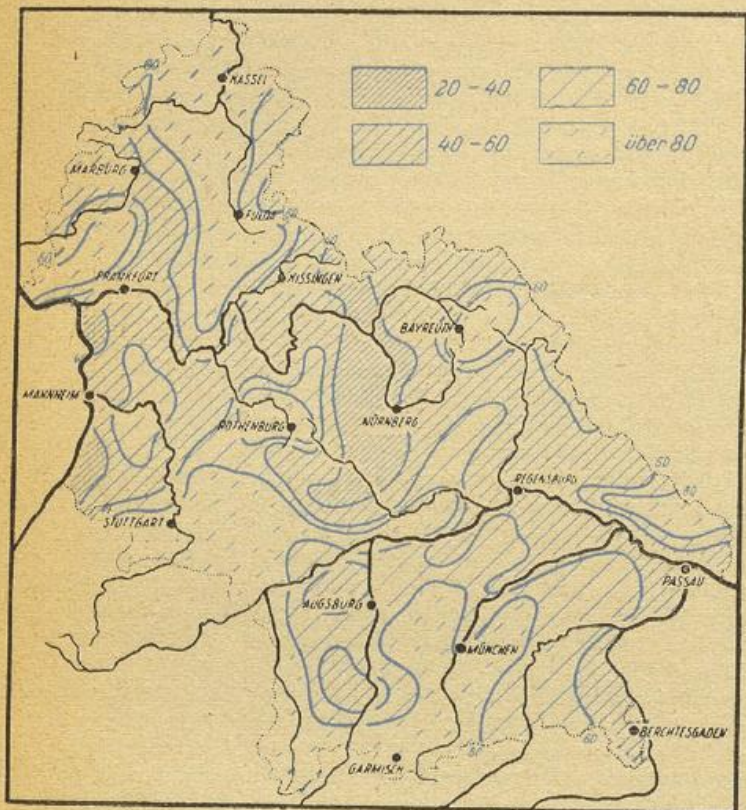


Abb. 33 Sommergetreideertrag 1947 in % einer Mittelernnte

dem breiten Band erzielt, das sich vom Lahn-Dill-Bergland am Ostrand des Taunus vorbei über die Badische Rhein- und Hessische Rhein-Main-Ebene, das Taubertal, die Mainfränkische Platte und das Coburger Land zu dem Regnitztal, dem Mittelfränkischen Hügelland, dem Regnitzbecken, der Naab und dem Regen bis in die Niederbayerische Donaulandschaft erstreckt. Um 60 bis 80% wurden im Odenwald und auf der Iller-Lech-Platte sowie dem Oberbayerischen Hügelland geerntet. Geringe Dürreschäden wiesen die Landschaften in Oberhessen und im Hessischen Bergland und die übrigen südwestlichen Gebiete der US-Zone auf. Besonders im Nordschwarzwald, im Hohenloher Land, im Fichtelgebirge, im Bayerischen und Böhmer Wald und auch auf der Oberbayerischen Moränenlandschaft konnten oft sogar gute Durchschnittsernten eingebracht werden. Dort, wo genügend Feuchtigkeit, von zufälligen Gewiterniederschlägen herrührend, vorhanden war, herrschten ja fast subtropische Wachstumsbedingungen.

Die Verschärfung der Dürre im Spätsommer und Frühherbst kommt in der vergrößerten Dürrewirkung bei den Hackfrüchten zum Ausdruck (Abb. 34).

Bis zur Spätkartoffel-Ernte hatten sich die Dürreschädengebiete stark ausgeweitet; die Zentren stärkster Dürrewirkung blieben aber dieselben wie beim Sommergetreide. Als Inseln ragten nur mehr einzelne günstige Gebiete, wie das Korbacher Upland, das Hessische Bergland und der Spessart, heraus. Geringe Dürreschäden traten auf Teilen des Höhenzuges der Schwäbisch-Fränkischen Alb, des Oberpfälzer Waldes, der Iller-Lech-Platte und im Alpenvorland auf. Durchschnittliche Ernten konnten im Bayerischen Wald erzielt werden. Auf sonst zu feuchten Böden, z. B. Aueböden, wo der

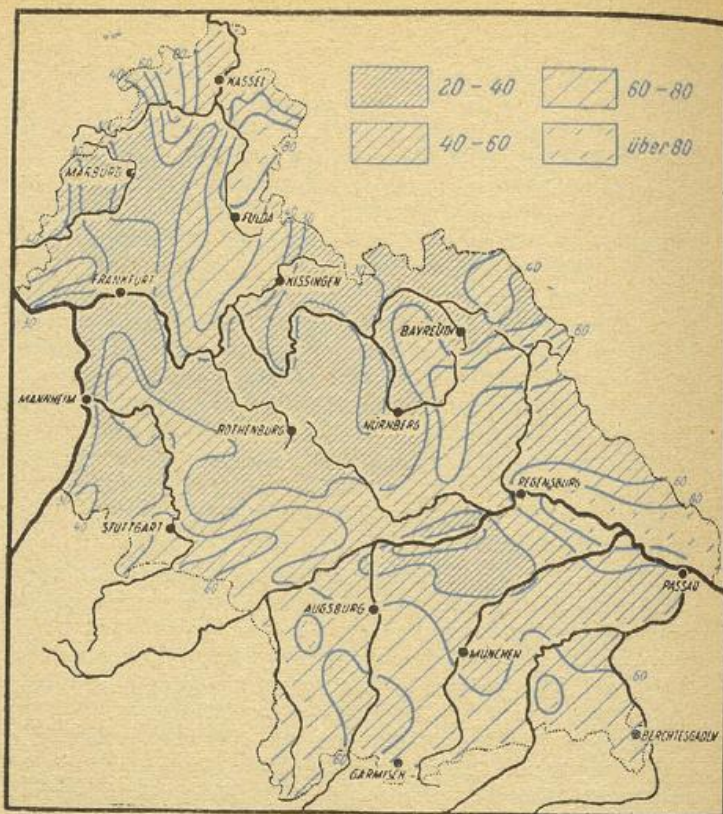


Abb. 34 Spätkartoffelertrag 1947 in % einer Mittelernnte

Grundwasserstand in Flußallagen nicht zu weit abgesunken war, gab es verschiedentlich Vollernten.

Diese Karten zeigen bereits, wie unterschiedlich die Ertragsgestaltung im Dürresommer 1947 innerhalb der US-Zone war und die Erträge je nach Dürrewirkung von 20% bis über 100% einer mittleren Ernte betragen. Welche Faktoren die Dürrewirkung in den einzelnen Landschaften und an den verschiedenen Standorten entweder verschärfen oder milderten, soll in den folgenden Abschnitten gezeigt werden.

c) Erträge in Abhängigkeit von Aussaat- und Erntezeit.

Ordnet man die Kulturpflanzen nach der Erntezeit ihrer Früchte und stellt die Erträge gegenüber, so erkennt man, daß die Ertragsschäden der feldmäßig angebauten Früchte um so mehr zunehmen, je später die Ernten erfolgten. Die folgenden Ertragsmeldungen, geschätzt über das gesamte US-Gebiet, entstammen den Angaben des Wetterschädenmeldedienstes (37) und sind in % einer Mittelernnte ausgedrückt.

Pflanzenart	Mindererträge	Erntezeit
Wintergetreide	10%	Ende Juli
Sommergetreide	35%	Ende Juli-Anf. August
Frühkartoffeln	20%	Mitte August
Spätkartoffeln	50%	Ende September
Feldgemüse, Wiesen, Klee	60%	August-September
Futter- u. Zuckerrüben	60%	Oktober

Zum Teil sind die geringeren Ertragsschäden bei den Sommerfrüchten darauf zurückzuführen, daß es sich hierbei größtenteils um Halmfrüchte handelt. Diese weisen in Dürreperioden infolge ihrer kleineren Transpirationsfläche einen geringeren Wasserverbrauch auf als die im Herbst geernteten Kulturpflanzen, welche meist Hackfrüchte sind mit großer Blattoberfläche und hohem Wasserverbrauch und dadurch von der Dürre stärker mitgenommen werden.

Aus dem obigen Vergleich geht gleichzeitig hervor, daß Wintergetreide weniger dürreempfindlich als Sommergetreide ist. Dies liegt vor allem daran, daß beim Wintergetreide im Frühsommer die Hauptentwicklung der Pflanze schon soweit fortgeschritten ist, daß durch die dann einsetzende Dürre nicht mehr so hohe Schäden eintreten können wie beim Sommergetreide, das zu dieser Zeit erst blüht und die Ähren und die Rispen herauschiebt, also sich in einer Entwicklungsstufe befindet, in der die Pflanze den größten Wasserbedarf aufweist. Außerdem ist beim Wintergetreide die Wurzelbildung im Spätherbst und Winter bereits so weit in den Boden hinein fortgeschritten, daß auch bei längeren Trockenperioden im Frühjahr immer noch wasserhaltende Schichten erreicht werden. Eine ähnlich kritische Periode — das sind besonders von der Witterung abhängige ertragsbestimmende Wachstumsabschnitte im Pflanzenleben wie z. B. die Getreideblüte und Ährenbildung — stellte die Aussaatzeit der Sommergetreidearten sowie der Hackfrüchte und Gemüsearten dar. Daß die Aussaatzeiten von ähnlichem Einfluß auf die Erträge der Sommerkulturarten waren, wird von vielen phänologischen Beobachtern bestätigt. Die rasche Abtrocknung des Ackerbodens zur Frühjahrszeit unterband nach meist schon sehr langer Keimzeit im April ein gleichmäßiges Wachstum und hemmte die Entwicklung im Jugendstadium, so daß viele Pflanzen später der Dürre nicht standhalten konnten. Besonders auffallend wirkte sich die Aussaatzeit bei den Kartoffeln aus. Je früher die Aussaat vorgenommen wurde, um so günstiger gestalteten sich die Erträge. Wenn trotzdem auf den Verteilungskarten der Dürreschäden an den Kulturpflanzen die Gebiete früher Beststellungszeit nicht geschlossen als bessere Ertragsräume erscheinen, so liegt dies daran, daß diese im Frühjahr klimatisch begünstigten Gebiete zufällig mit ungünstigen Bodenverhältnissen zusammenfallen.

Wenn die Steigerung der Ertragsschäden vom Sommer zum Herbst auch teilweise pflanzenphysiologisch zu erklären ist, so gibt doch die zunehmende Häufigkeit von Dürretagen und Perioden (vgl. Abschnitt D 1) im Spätsommer und Herbst bereits eine hinreichende Begründung.

d) Die Ertragsschäden und die Dürretage.

Bei der Definition der Dürretage (s. Seite 29) wurde vorausgesetzt, daß an mindestens 4 Tagen ein Luftfeuchtigkeitsmangel herrschte. Wenn die Luftfeuchtigkeit an solchen hintereinander folgenden Tagen unter dem Durchschnitt war, muß notwendigerweise auch der Boden bereits zu Beginn dieser Periode zu trocken gewesen sein. Nach dem Lebensgesetz, wonach sich das Wachstum vor allem danach richtet, was an Nährstoffen im Minimum vorhanden ist, wird ein solcher Luft- und Bodenzustand zwar anfangs einer Dürreperiode für das Pflanzenwachstum noch fördernd sein können, aber dann zunehmend hemmend und schließlich schädigend wirken, weil zweifellos das Wasser in einer Dürreperiode immer mehr im Minimum vorhanden sein wird.

Wieweit die Mindererträge mit den Dürretagen zusammenhängen, läßt sich aus einem Vergleich der Verteilungskarte der Häufigkeit von Dürretagen (Abb. 22) und der Spätkartoffelertragskarte (Abb. 34) feststellen. In den Grundzügen besteht eine sehr gute Übereinstimmung. Die Hauptdürreschadengebiete liegen ähnlich wie die Gebiete größter Häufigkeit von Dürretagen in dem Raum zwischen 50.5 Grad n. Breite und der Voralpenmoränenlandschaft. Die größten Schäden traten dort auf, wo die Dürretage am häufigsten waren, im Rhein-Main-Gebiet, auf der Mainfränkischen Platte, in den mittelfränkischen Sandgebieten und unterfränkischen Gesteinsböden. Besonders bemerkenswert ist die Übereinstimmung im Albvorland.

Vergleiche der Abb. 22 mit den Niederschlags- und Ertragskarten und insbesondere mit den Bodenverhältnissen ergeben Hinweise, wie die besonders große Häufigkeit von Dürretagen in einzelnen Landschaften zustande kam. Weil sich die Hauptschadengebiete mit den Häufigkeitszentren von Dürretagen decken und sich dort Böden mit ungünstigem Wasserhaushalt finden, darf man annehmen, daß an dem Entstehen der Dürretage das Bodenklima maßgebend beteiligt war.

Den Dürrezahlen nach Knochenhauer kommt somit nicht nur eine praktische Bedeutung als Maßzahlen für die Dürreperioden eines Jahres zu, sondern sie geben in gewissem Maße auch Aufschluß über die „Dürreempfindlichkeit“ einzelner Landschaften.

e) Die Dürreschäden im Vergleich zur Niederschlagsverteilung.

Die Niederschlagsverteilung wurde im Dürresommer sehr wesentlich von der Gewitterhäufigkeit bestimmt. Im Durchschnitt fielen in der Hauptwachstumszeit der Getreidearten von Mai—Juni und ebenso in der Wachstumszeit der Hackfrüchte von April bis Ende September um 50 % weniger Niederschläge als dem Mittel entsprechen. Auf den Abweichungskarten des Niederschlages 1947 vom Mittel heben sich die Hauptschadengebiete nur undeutlich von jenen mit geringen Dürreschäden ab. Wohl deckt sich das Bild im großen mit der Verteilung der Dürretage und den Dürreschäden bei den Kartoffeln, aber deutlicher tritt die Trockenheit bei der Betrachtung der Niederschlagssumme (Abb. 35) für die

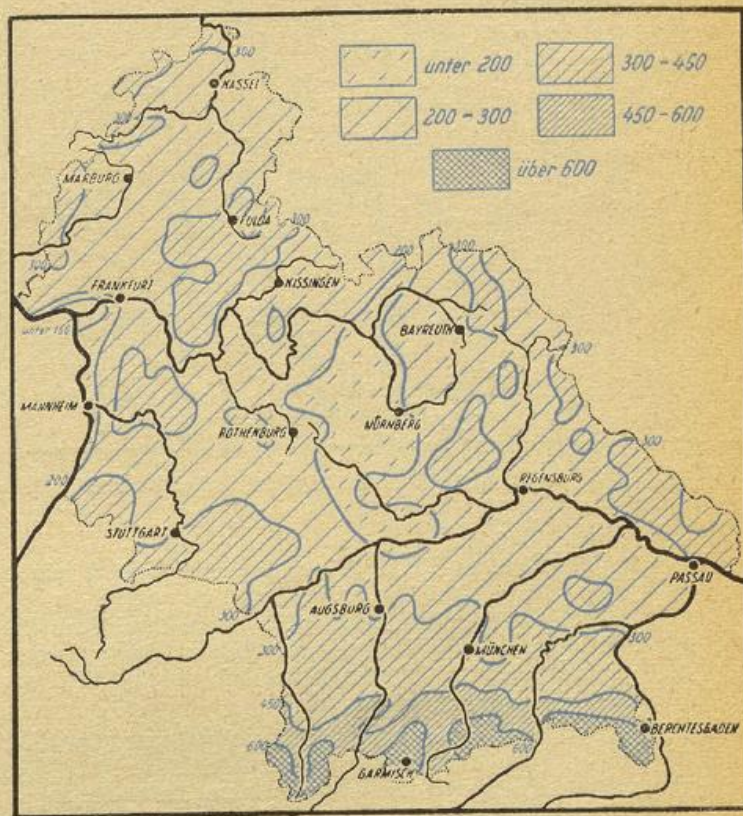


Abb. 35 Niederschlagssummen (mm) in der Spätkartoffelwachstumszeit April—September 1947

Wachstumszeit der Spätkartoffeln hervor. In dem Zeitraum vom April bis September fielen in den Hauptschadensgebieten an der Regnitz und in der Rhein-Main-Ebene die geringsten Niederschläge — weniger als 200 mm, d. h. 50% weniger als im Durchschnitt. Am Alpenrand betrug die Abweichungen ebenfalls um 50%, aber bei einer Niederschlagssumme von 600 mm.

In der folgenden Tabelle sind für ausgewählte Gebiete die Niederschlagssummen und -defizite den Ernten von Spätkartoffeln gegenübergestellt.

Landschaft	Niederschlag April—Sept. in mm	Niederschlag in % d. Mittels	Ertrag in % einer Mittelernte
Rhein-Main-Ebene	150	55	40
Regnitz-Becken	200	50	40
Bayer. Wald	300	45	80
Alpenvorland	400	45	70

Die Erträge sind somit nicht einheitlich und nicht im gleichen Maße wie die Niederschläge abgesunken, d. h. die Niederschlagsabweichungen erklären nicht allein die verschiedene Dürrewirkung.

Die Abb. 36 verschafft einen Überblick über das Verhältnis des Ertrages zum Niederschlag. In der Säu-

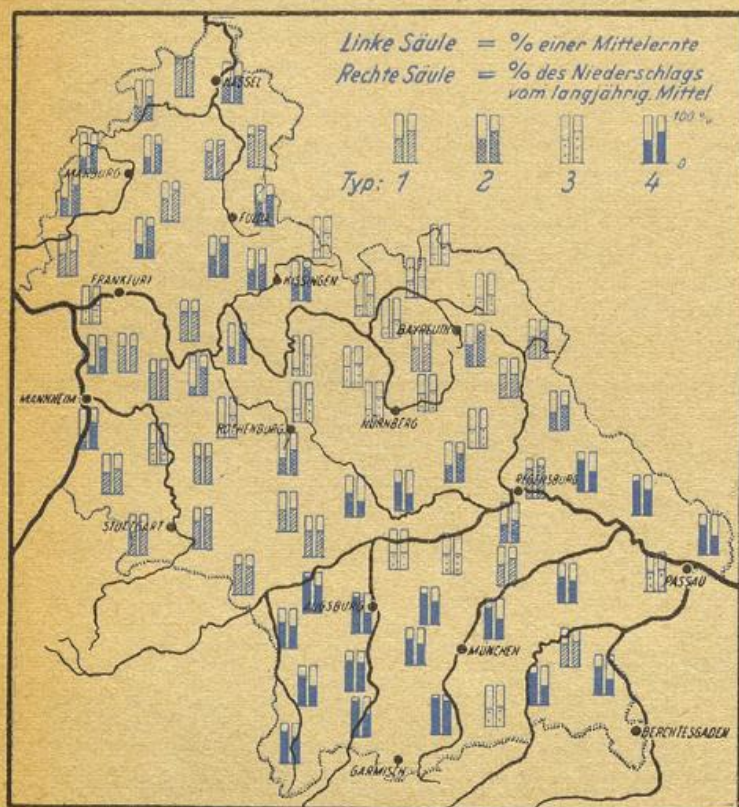


Abb. 36 Abhängigkeit des Spätkartoffelertrages 1947 vom Niederschlag

endarstellung sind die Spätkartoffelerträge in % einer mittleren Ernte den Niederschlägen, gemessen in % der Mittelwerte, gegenübergestellt. Aus dem Verhältnis der Defizite von Ertrag und Niederschlag lassen sich 4 verschiedene Typen erkennen, welche sich gebietsweise zusammenschließen.

1. Relativ geringe Niederschlagsabweichungen 1947 und entsprechend noch günstige Ernten (bis nahe 100%). Die Niederschläge erreichten in keinem Falle die mittlere Summe des betrachteten Zeitraumes April—September. Entsprechend dem Niederschlagsdefizit blieben auch die Erträge unter einer Mittelernte. In diese Gruppe gehören Landschaften, welche im Mittel geringe Niederschläge erhalten und meist gute Ackerbaugebiete mit geringem Ernterisiko sind, z. B. Waldecker und Wildunger Bergland, Korbacher Upland oder mit im Mittel reichlichen Niederschlägen, z. B. Odenwald, Spessart, Nordschwarzwald, Schwäbische Alb und nördliche Teile der Fränkischen Alb.

2. Relativ geringe Niederschlagsabweichungen, aber geringe Erträge. In diesen Landschaften wurde der gefallene Niederschlag schlecht verwertet, sie geben

einen Hinweis auf Böden mit ungünstigem Wasserhaushalt. Es sind dies vor allem die Sand- und Kiesböden am Rhein und Teile der Wetterau, das Vorland des Thüringer Waldes, das Lahn-Dill-Bergland, das Mittelfränkische und Coburger Hügelland, das Taubertal, die Mainfränkische Platte, die Haßberge und das Grabfeld. Diese Landschaften mit vorzugsweise Sand-, Kies- und Kalkböden weisen aber meist auch gleichzeitig geringe Niederschläge auf und gehören dann dem folgenden Typ an.

3. Relativ große Niederschlagsabweichungen und gleichzeitig auch geringe Erträge. Zusammen mit den Gebieten vom Typ 2 bilden diese Landschaften die Hauptdürrezentren. Während die 2. Gruppe Landschaften darstellt, welche Böden aufweisen, die das Niederschlagswasser unwirtschaftlich verarbeiteten, sind die Landschaften der 3. Gruppe meist auch im Mittel niederschlagsarm, z. B. die Hessische und Nordbadische Rhein-Main-Ebene, das Naabbecken, die mittlere Neckarlandschaft und das Niederbayerische Hügelland; dagegen erhält das Mangfallgebiet am Alpenrand sonst ausreichende Niederschläge ähnlich wie die Gebiete der Gruppe 4.

4. Relativ geringe Niederschläge und trotzdem verhältnismäßig hohe Erträge. Es sind dies jene Landschaften, die sonst so hohe Niederschläge erhalten, daß sie meist Weidewirtschaftsgebiete sind. Eine Senkung des Niederschlages im Berichtszeitraum, z. B. um 50% und mehr, bewirkte aber dort noch keine ausgesprochenen Dürreschäden, weil die Niederschläge noch soviel Bodenfeuchtigkeit boten, daß sie für die Entwicklung der meisten Kulturpflanzen ausreichten. Daher sind bei dieser Gruppe die Erträge meist höher als sie der Niederschlagssenkung entsprechen sollten. Die Niederschlagssäulen sind in der Abb. 36 daher wesentlich kleiner als diejenigen der Erträge. Diese Landschaften sind dürreunempfindlicher als alle anderen. Es fallen dort auch in Dürrezeiten für das Pflanzenwachstum immer noch ausreichende Niederschläge, auch wenn die Niederschlagssumme weit vom Normalwert abweicht. Zu diesen Landschaften zählen die Iller-Lech-Platte, die Oberbayerische Moränenlandschaft und der Bayerische Wald; ebenso um das Nördlinger Ries tritt dieser Typus auf.

Zur Abgrenzung und quantitativen Übersicht über die Dürreempfindlichkeit der einzelnen Landschaften wurde der Quotient $\frac{E}{N}$ gebildet, wobei E = dem Ertrag in % einer mittleren Ernte und N = dem Niederschlag in % der Mittelwerte ist. Dieser Quotient ist somit eine Maßzahl, wie der Niederschlag verwertet und über den Boden und die Pflanze in Pflanzenmasse umgesetzt werden konnte.

Entsprechend den vorher geschilderten Typen liegt dieser Quotient um 1. Er ist größer als 1 in den Gebieten, in welchen die Erträge im Verhältnis zur Niederschlagsabweichung groß waren. Es sind dies die Standorte mit durchschnittlich hohem Niederschlag nach Typ 4 oder solche mit Böden, welche das Wasser gut verwerteten. Dagegen zeigen Quotienten kleiner als 1, daß diese Standorte dürreempfindlich sind. $\frac{E}{N}$ wurde in der Abb. 37 für die Vegetationszeit Mai—Juli (Hauptwachstumszeit von Sommergetreide) und in Abb. 38 für die Wachstumszeit der Spätkartoffel (April—September) dargestellt.

Das grundsätzliche Verhalten der Landschaften kommt in den Karten darin zum Ausdruck, daß sich die besprochenen Typen räumlich zusammenschließen. Dabei treten nun die eigentlichen Dürrezentren quantitativ heraus.

Bis zum Sommer (Abb. 37) waren die niederschlagsreichen Höhenlagen des Alpenrandes, des Böhmischo-Bayerischen Waldes, des Spessarts und Oden-

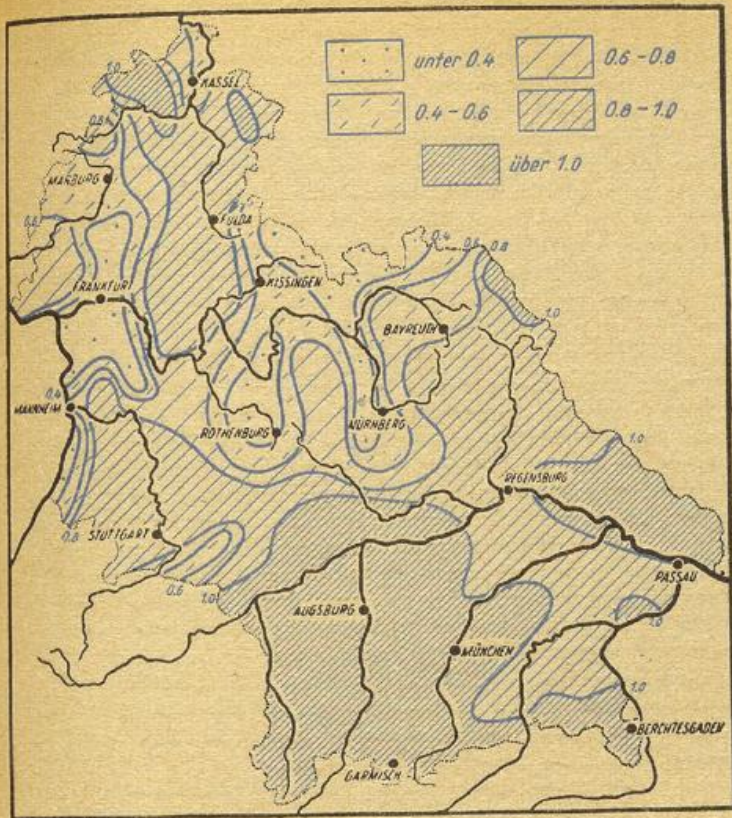


Abb. 38 Niederschlagsverwertung im Herbst 1947

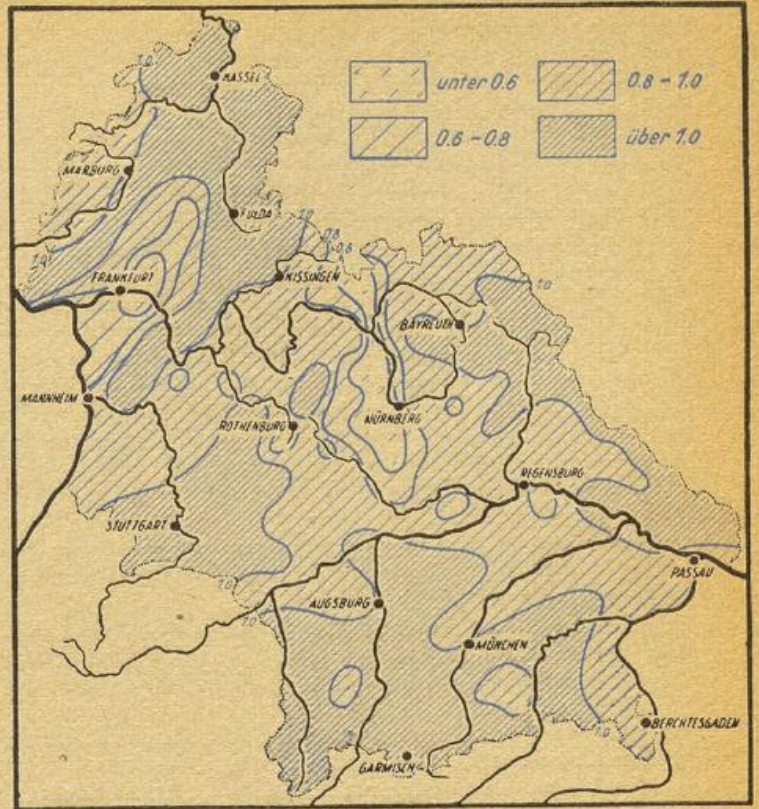


Abb. 37 Niederschlagsverwertung im Sommer 1947

$$\left(\frac{\text{Ertrag in \% einer mittleren Ernte}}{\text{Niederschlag in \% der Mittelwerte}} \right)$$

waldes sowie von weiten Teilen Württembergs und des Taunus, der Rhön, des Lahn-Dill- und des Hessischen Berglandes von der Dürre noch kaum betroffen. Die Erträge der Sommergetreidearten entsprechen in diesen Gebieten dem gefallenem Niederschlag. Das Verhältnis $\frac{E}{N}$ war in diesen Gebieten zwischen 1.3 und 1.0. Aber in den anderen Gebieten wurden bereits die Auswirkungen eines ungünstigen Wasserhaushalts bemerkbar. Von diesen Gebieten heben sich die Hauptschadengebiete mit Quotienten von 0.6 im Sandgebiet bei Nürnberg—Ansbach und in der Nordbadisch-Hessischen Rhein-Main-Ebene heraus.

Wenn sich auch die Dürre bis zum Herbst noch weiter verschärfte, so blieben die Zentren stärksten Dürreschadens der Kulturpflanzen doch dieselben wie im Sommer (Abb. 38). Als Hauptschadengebiete heben sich wieder die mittelfränkischen Sandgebiete bzw. die Kalk- und Gesteinsböden im Tauberland, im Grabfeld, im Meiningerland und die Hessische Rhein-Main-Ebene mit Sandböden ab.

Die Abb. 37 und 38 stellen Koeffizienten der Niederschlagsverwertung für die Kulturpflanzen dar und haben große Ähnlichkeit mit der von W. Laatsch entworfenen Karte der klimatisch bedingten Durchfeuchtungsunterschiede im Deutschen Reich (21).

f) Dürrewirkung auf die Kulturpflanzen und Bodenart.

In welchem Maße die Bodenart zu einer Verschärfung der Dürrewirkung beigetragen hat, konnte aus einer Auszählung der Meldungen über die besonderen Wirkungen der Bodenarten ermittelt werden. Es wurden in der Abb. 39 nur solche Angaben der Beobachter verarbeitet, welche Vergleiche mehrerer Bodenarten mit %-Angaben der Erträge belegten. Jedem Punkt entspricht eine solche Beobachtungsmeldung. Demnach

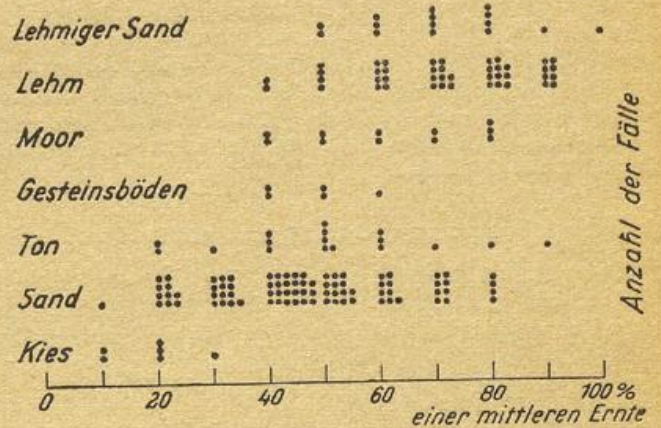


Abb. 39 Häufigkeit der Spätkartoffelerträge in Abhängigkeit von der Bodenart

treten die größten Schäden auf Kies- und Sandböden auf. In steigender Reihenfolge lieferten die Gesteinsböden, Tone, Moore, Lehm und lehmige Sande höhere Erträge. Dabei fällt auf, daß die schweren Ackerböden Ton, Löß und Lehm nicht zu den ertragreichsten zählten. Diese Böden haben durch den Zusammenschluß der Poren die wenigen in Form von Gewitterregen gefallenem Niederschläge abgewiesen und sind trotz ihrem besseren Wasserhaltevermögen in der Reihenfolge der Dürresicherheit zurückgefallen. Als dürrunempfindlicher stellten sich somit mittlere Böden heraus, welche sowohl Gewitterniederschläge aufnehmen, aber dann auch in gewissem Maße die Bodenfeuchtigkeit festzuhalten vermögen.

Diese Darstellung liefert gleichzeitig Aufschlüsse über den Wasserhaushalt der Bodenarten und damit auch der einzelnen Landschaften.

Zur Charakteristik über das Verhalten der verschiedenen Bodenarten mögen noch folgende Beobachtungen dienen. Reine Tonlagen, z. B. Keuperletten um Neustadt a. Aisch, führten vielfach zu Totalausfall, dagegen waren tiefgründige Keuperlettenböden um Uffenheim für Tiefwurzler noch wasserhaltig. Tonböden waren auch im Forstwesen ungünstig, z. B. traten um Creglingen die Hauptschäden im Forst auf Tonböden auf. Um Schweinfurt führten Tonböden zu 80 % Dürreschäden, während auf Lehm zufriedenstellende Ernten erzielt wurden. Bei den Gesteinsböden trat die Dürrelaubverfärbung zuerst dort auf, wo das Grundgestein an die Oberfläche tritt, z. B. von Basalt bei Sterbfritz in der Hochrhön oder um Grebenstein am Vogelsberg mit Basalt und Buntsandstein. Bei Gießen wurden besonders auf basaltunterzogenem Ackergrund schlechte Erträge erzielt. Obwohl im Odenwald die Südhänge mit armen Buntsandsteinböden besonders stark betroffen wurden, waren die Dürreschäden im allgemeinen auf den Kalkböden des Baulandes größer als auf den Buntsandsteinböden des nördlichen Odenwaldes. Wo Kalk an die Oberfläche kommt, z. B. bei Karlstadt am Main, verfärbten sich bereits Mitte August die Laubbäume.

Unterschiedlich verhielten sich die Moore. Während die Hochmoore verhältnismäßig günstig abschnitten, trockneten die Heidemoore, z. B. im Quellgebiet des Mains im Fichtelgebirge, tief aus und verhielten sich ähnlich wie Sandböden. Im Bezirk Neuburg a. d. Donau widerstanden die Humusböden des Donaumoos der Dürre wesentlich besser als benachbarte Sandböden.

Lehmböden schließen sich bei Dürre zusammen und werden hart und niederschlagsabweisend, sie bekommen Risse und trocknen dadurch noch weiter aus.

Allgemein ist jedoch zu sagen, daß alle Bodenarten, wenn sie ausreichend mit Wasser versorgt waren, gleich ob es sich um Sand, Lehm- oder Moorboden handelt, trotz der Trockenheit befriedigende Ernten erbrachten. Der Grundwasserstand bildete somit einen bedeutenden Ertragsfaktor. So konnte sich auf den Äckern mit schweren Böden jede Bodensenke bemerkbar machen, da dorthin sowohl die Starkregen abfließen und den Boden stärker durchfeuchteten, als auch das Grundwasser höher anstand.

g) Dürrewirkung und Exposition.

Der Einfluß der Oberflächenform und der Exposition wurde ähnlich untersucht wie derjenige der Bodenarten (vgl. Abb. 40). Dabei zeigte sich, daß in den

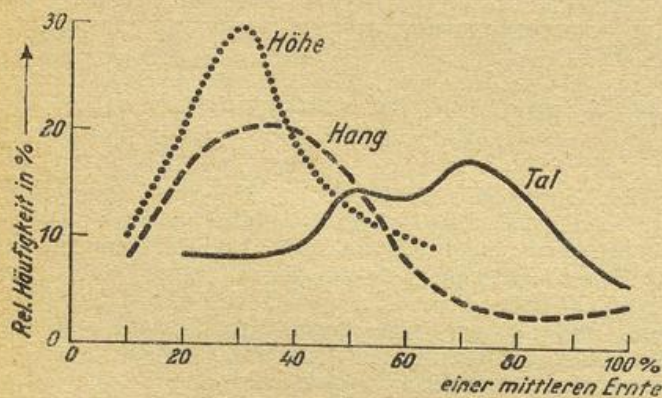


Abb. 40 Relative Häufigkeit der Spätkartoffelerträge in Abhängigkeit vom Standort

Tallagen die Dürrewirkung auf die Kulturpflanzen geringer war als an den Hängen und auf den Höhen. In den Tallagen wurden meist bessere Erträge erzielt, aber nur dann, wenn es sich um günstige Böden oder besonders hohen Grundwasserstand handelte. Schwemmsandböden oder Kiesunterlagen in Tälern

führten vielfach zu großen Dürreschäden, da mit der Dürre die Austrocknung der Flüsse und Bäche einherging und sich in diesen Böden das Grundwasser am schnellsten senkte. Daraus erklärt sich die große Streubreite der verschiedenen Schadenhöhen in den Tallagen. Dazu kommt, daß vorwiegend in Tallagen auch die Bodenfröste um den 10./11. Juni — mitten im Dürresommer — besonders die Kartoffeln betroffen und eine zusätzliche Ertragssenkung um ca. 25% bewirkt hatten, z. B. um Naila, Selb oder um Karlshuld im Donaumoos. An den Hanglagen wurden die größten Dürreschäden beobachtet, daher der Häufigkeitsgipfel der Erträge (in % einer mittleren Ernte) bei 30 %. Die Dürrewirkung mußte sich naturgemäß an den Hängen steigern, da bei stärkerem Platzregen die Wassermengen von den Hängen abfließen sowie infolge hoher Verdunstung* und schließlich durch stärkste Bestrahlung der Ost- bis Westhänge alle Faktoren die Bodenaustrocknung beschleunigten. Auf den Höhelagen wurden zwar im Durchschnitt geringere Erträge als in den Tallagen erzielt, jedoch kann bei dem vorliegenden Material für die Höhenlagen nicht nach Bodenarten, Niederschlags- oder Expositionsverhältnissen getrennt werden, da in dieses Zahlenmaterial auch die verschiedenen Formen von Höhenlagen eingehen können.

Die Hangrichtung (Exposition) wurde ebenfalls auf ihre Beziehung zur Dürrewirkung untersucht, dabei ergaben sich als Abstufungen für die Ertragsschäden beim

N	E	S	W-Hang
22	40	73	67% einer Mittelernte.

Ein Vergleich der Abb. 39 mit 40 ergibt, daß die Bodenart in Dürrezeiten von größerer Bedeutung ist als die Exposition oder Oberflächenform.

h) Dürre und Forstwirtschaft.

Kennzeichnend für die Ausfälle in der Forstwirtschaft ist, daß diese vorwiegend auf einzelne Standorte beschränkt bleiben und daß die Schadensgebiete über das ganze US-Gebiet verstreut liegen.

Von den Lagen boten die Süd- und Südwesthänge, die Kuppen und Waldränder die wirksamsten Ansatzstellen für Strahlung und Austrocknung. Es gingen dort sowohl junge Kulturen als auch Altbäume ein.

Neben diesen exponierten Standorten zeigten sich an Stellen, die sonst übermäßig feucht sind, besondere Dürreerscheinungen, weil dort die Bäume zur Flachwurzelung neigen. Die Trockenheit griff aber bis auf den Waldboden durch und bis in den Wurzelraum dieser Flachwurzler ein. Diese Tatsache wird durch das fast völlige Ausbleiben von Pilzen deutlich gekennzeichnet. An solchen Stellen gingen besonders die dort flachwurzelnden Fichten ein, Kiefern hielten sich besser. An sonst trockenen Stellen entstanden vielfach geringere Ausfälle, weil das Wurzelsystem dort entsprechend tiefer liegt. Die Gewöhnung an den Standort spielte somit eine entscheidende Rolle.

Zur Gewöhnung an die allgemeinen Umweltsbedingungen gehört auch die Stellung im Gemeinschaftsleben mit den Nachbarpflanzen. In Laubholz eingesprengte flachwurzelnde Nadelbäume mußten deswegen stärker benachteiligt sein, weil sie mit den tiefer wurzelnden Laubbäumen nicht konkurrieren konnten, als die oberen Bodenschichten im Wurzelbereich der Nadelbäume abgetrocknet waren. So gingen in Uffenheim auf Keuperletten im Laubholz eingesprengte Fichten zu 100 Proz. ein. Dagegen kamen dort die Fichten in geschlossenen Beständen mit 5% Ausfällen davon, ebenso starben Fichten in unmittelbarer Nähe von Eschen ab. Wegen ihrer sekundären Stellung mußten auch Stauden und Unterholz stärkere Abgänge aufweisen.

Von den Nadelholzarten waren die Fichten am meisten benachteiligt, wohl in erster Linie, weil das

Wurzelsystem nahe an der Oberfläche ausgebildet ist und bei ihnen insbesondere Pfahlwurzeln, die in Dürrezeiten imstande wären noch Wasser aus tieferen Schichten zu holen, fehlen. Bei Kiefern traten die Schäden ebenfalls zuerst bei flachwurzelnden Exemplaren auf, jedoch traten kaum Ausfälle ein. Bei den Lärchen ist die Benadelung gegenüber Hitze oder Trockenheit empfindlich und wurde oft überraschend schnell abgestoßen.

Bei Laubbäumen haben die Birken einen besonders hohen Wasserverbrauch und zeigten darum auch bald Dürreschäden, insbesondere wenn sie auf sonst feuchten und nun ausgetrockneten Standorten, wie z. B. den Heidemooren, wuchsen. Es ist klar, daß die Birken, die in Mooren und Sümpfen zu Hause sind, mit dem ariden Klima nichts anzufangen wußten. Ältere Rotbuchen und Linden reagierten vor allem mit vorzeitiger Verfärbung des Blattkleides. Bei diesen standfesten Bäumen, zu denen besonders die Eiche gehört, äußerte sich die Dürre vor allem in einem „Versengen“ der Belaubung; es war oft ganz gleich, wo nun die Bäume standen. Den Eichen haben wohl die gewaltigen Pfahlwurzeln, die immer noch in wasserhaltige Schichten hineinreichen, über die schärfsten Trockentage hinweggeholfen. Ähnlich verhielten sich Ahorn und Erle.

Für weitere Jahre entscheidend wirkende Schäden traten bei den jungen Kulturen ein. Die aus dem

Jahre 1946 stammenden großen Samenmengen hätten zu einer überdurchschnittlichen Naturverjüngung geführt, so daß man damit die Einschlüge der letzten Jahre zu einem großen Teil hätte wieder aufforsten können.

In den Pflanzgärten sind die Samen nur zu einem geringen Teil aufgelaufen. Der Aufschlag von Buchen und Eichen ist ebenso wie die Keimlinge der Nadelhölzer an den besonders exponierten Stellen oder auf mineralischen Böden, wo sich besonders extreme bodennahe Temperaturverhältnisse ausbilden konnten, vertrocknet.

Neupflanzungen wurden um so stärker betroffen je jünger die Bestände waren.

Umfangreiche Schäden entstanden der Forstwirtschaft durch die Massenentwicklung der Forstschädlinge und die überaus große Häufigkeit von Waldbränden, deren Zahl 100 in der US-Zone überstieg.

Insbesondere war es der Fichtenborkenkäfer, dem es die hohen Temperaturen ermöglichten, daß sich an manchen Orten bis zu 4 Generationen innerhalb des Jahres entwickeln konnten. Durch Trockenheit geschwächte Bäume vermochten sich dem Anfall des Borkenkäfers nur schwach durch Harzfluß zu wehren. So wirkte die Trockenheit in mehrfacher Hinsicht auf die Nadelhölzer schädigend ein.

E. Der Gang des phänologischen Jahres 1947 im Vergleich zum langjährigen Mittel.

Der Einfluß der Witterung des Jahres 1947 auf das Pflanzenwachstum wurde an dem phänologischen Beobachtungsmaterial untersucht, das am Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone vorliegt. Diese phänologischen Beobachtungen an verschiedenen Wachstumsphasen — z. B. Erscheinen der ersten Blätter, der ersten Blüten, der Reife, der Ernte, der Laubverfärbung usw. — wurden in allen Teilen der US-Zone bei wildwachsenden Pflanzen, landwirtschaftl. Kulturpflanzen und Obst durchgeführt. Je nach der Gunst oder Ungunst der Witterung treten diese Wachstumsphasen früher oder später in Erscheinung. Dieser phänologische Jahresablauf 1947 wurde mit entsprechenden langjährigen Mittelwerten verglichen, und zwar mit dem 10jährigen Mittel 1936—1945, aus welchem Zeitraum ebenfalls phänologisches Beobachtungsmaterial am Zentralamt vorhanden ist. Nach den bisherigen Erfahrungen, die zum Teil veröffentlicht sind (31), entspricht dieses 10jährige Mittel 1936—1945 auch dem langjährigen Mittel (40 Jahre und mehr).

Im ersten Abschnitt wird zunächst nur für 6 ausgewählte kleinere Gebiete der Jahresablauf in allen Jahreszeiten untersucht.

Im zweiten Abschnitt soll an Hand von phänologischen Karten für das gesamte Gebiet die regionale Verteilung des Witterungseinflusses auf das Pflanzenwachstum an zwei Beispielen aus dem Vorfrühling und dem Hochsommer gezeigt werden.

1. Phänologischer Jahresablauf in 6 Teilgebieten.

a) Das Beobachtungsmaterial: Auswahl und Art der Darstellung.

Der Einfluß der Witterung des Jahres 1947 auf das Pflanzenwachstum im Vergleich zum 10jährigen Mittel 1936—1945 wurde in folgenden 6 Teilgebieten untersucht:

1. Oberhessen (Gebietsteile in tieferen Lagen unter 250 m)
2. Oberhessen (Gebietsteile in mittleren Lagen über 250 bis 400 m)
3. Rhein-Main-Gebiet (Geisenheim—Frankfurt—Darmstadt)
4. Mittleres Maintal (Schweinfurter Becken)
5. Oberes Maintal (Breitengüßbach—Lichtenfels—Burgkunstadt)
6. Oberbayerische Moränenlandschaft (Fürstfeldbruck—Sternberg—Wasserburg)

In jedem Gebiet wurden für die einzelnen hier benutzten phänologischen Phasen Mittelwerte aus einer Reihe von Stationen berechnet. Die so aus einem größeren Beobachtungsmaterial gewonnenen Gebietsmittel lassen zwar die örtlich vielfach wechselnden Unterschiede nicht mehr erkennen, sie geben aber einen Einblick in die großräumig wirkenden Einflüsse und Gesetzmäßigkeiten.

Die Auswahl der phänologischen Phasen erfolgte so, daß sie einerseits möglichst gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt waren und andererseits jedesmal auch den Beginn einer natürlichen (phänologischen) Jahres-

zeit kennzeichneten. Im einzelnen wurden folgende Wachstumsphasen benutzt, die sich auf 8 phänologische Jahreszeiten verteilen.

Jahreszeit	Wachstumsphase
1. Vorfrühling	Schneeglöckchen: Blüte Frühlingsknotenblume (Märzbecher): Blüte
	Salweide: Blüte
	Kastanie: Laubentfaltung Birke: Laubentfaltung
2. Erstfrühling	Hafer: Aufgang
	Apfel: Blüte Flieder: Blüte
3. Vollfrühling	Holunder: Blüte Robinie: Blüte
4. Frühsommer	Winterroggen: Blüte
	Hafer: Erste Rispen
	Winterlinde: Blüte
5. Hochsommer	Winterroggen: Ernte
6. Spätsommer	Hafer: Ernte
7. Frühherbst	Herbstzeitlose: Blüte
	Roßkastanie: Reife Laubdürre
8. Vollherbst	Roßkastanie: Laubverfärbung Birke: Laubverfärbung Buche: Laubverfärbung Eiche: Laubverfärbung

Um dem Anfangsdatum einer Jahreszeit eine größere Sicherheit zu geben, wurden in einigen Fällen die Eintrittsdaten von zwei zeitlich benachbarten Wachstumsphasen (z. B. Apfel und Flieder: Blüte) zusammengefaßt. Aus verschiedenen Erwägungen wurde zur Kennzeichnung des Beginns des Erstfrühlings nicht die Blüte der Salweide, sondern das Mittel aus den Phasen Salweidenblüte und Laubentfaltung von Roßkastanie und Birke benutzt.

In der beifolgenden Tabelle (S. 45) sind die Eintrittsdaten der einzelnen bzw. der zu Gruppen zusammengefaßten Wachstumsphasen für das 10jährige Mittel 1936—1945 und das Jahr 1947 sowie die Abweichungen des Jahres 1947 vom Mittel angegeben. In der Abb. 41 ist der phänologische Jahresablauf 1947 im Vergleich zum Mittel 1936—1945 graphisch dargestellt. Hierbei sind die Abweichungen des Jahres 1947 vom 10jährigen Mittel entsprechend dem Vorzeichen nach oben oder unten auf die Horizontallinie aufgetragen. Bei früherem Beginn der betreffenden Phase wurde die vertikal verlaufende Linie nach oben, bei späterem Beginn dagegen nach unten aufgetragen. Die dick ausgezogene Verbindungslinie dieser so gewonnenen Endpunkte gibt ein Bild von dem durchschnittlichen Verlauf des phänologischen Jahres. Würden auf diese Weise die beobachteten phänologischen Phasen von allen Pflanzen einzeln eingezeichnet, so würden diese, wie sich bei den Untersuchungen von A. Baumgartner (2) zeigte, innerhalb einer bestimmten Bandbreite streuen. Der Kurve, die dort als Linie des mittleren Phasenbeginns in den einzelnen Wachstumsabschnitten aus dem Band streuender Werte konstruiert wurde, entspricht die hier in Abb. 41 gegebene Darstellung des durchschnittlichen phänologischen Jahresablaufes.

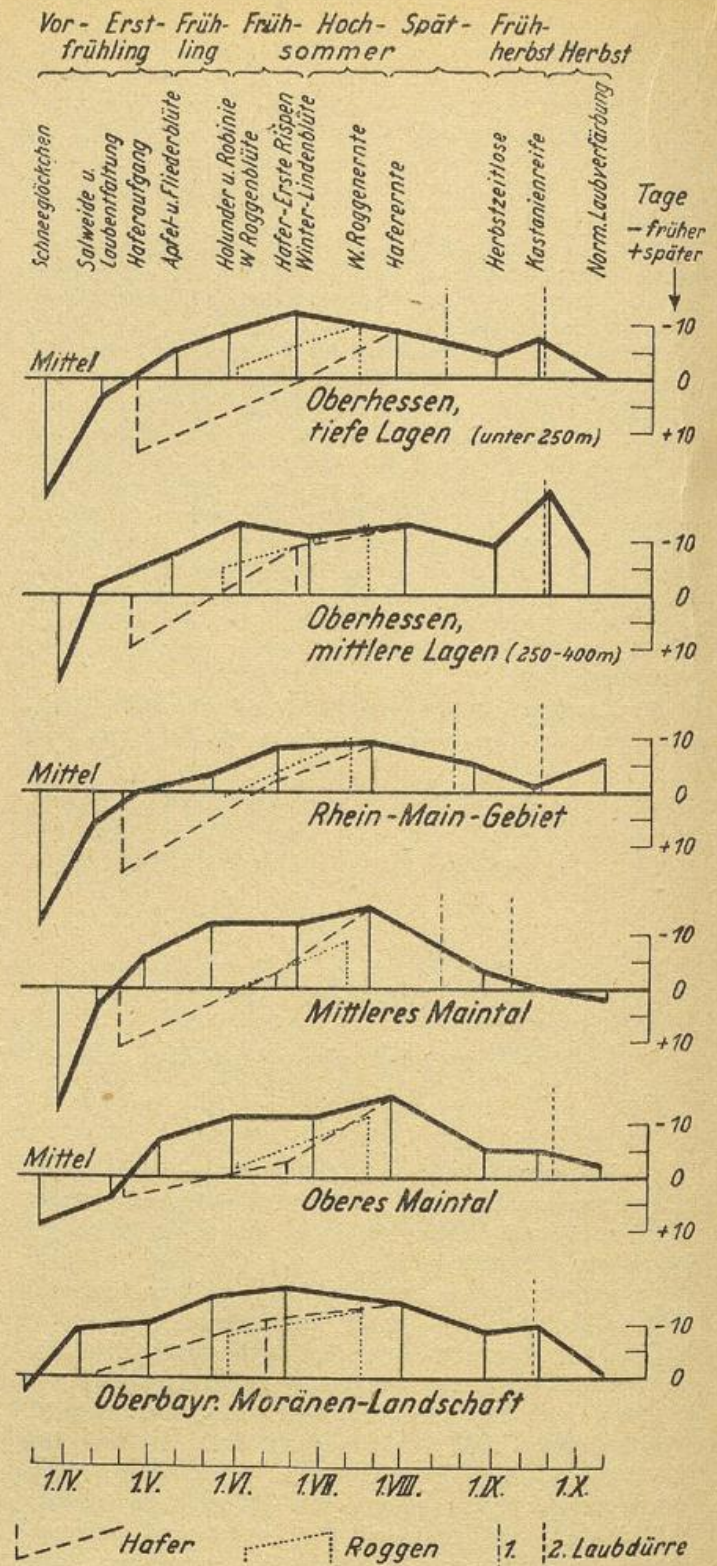


Abb. 41 Phänologischer Jahresablauf 1947 im Vergleich zum Mittel 1936—1945

b) Durchschnittlicher phänologischer Jahresablauf 1947.

Nach den vorliegenden Beobachtungsergebnissen setzte 1947 im Durchschnitt der 6 untersuchten Gebiete die Pflanzenentwicklung infolge des lange anhaltenden kalten Winters erst spät ein. Diese anfangs noch große Verzögerung wurde aber schnell aufgeholt. Während Schneeglöckchen und Frühlingsknotenblume z. T. erst beträchtlich nach dem Mittel aufblühten, verringerte sich diese Verzögerung zur Zeit der Salweidenblüte und noch mehr bei der Laubentfaltung, vor allem infolge des plötzlich einsetzenden Tauwetters. Das Mit-

Der Beginn der phänologischen Phasen im Mittel (1936—1945) und 1947 (Datum)
und die Abweichungen des Jahres 1947 vom Mittel (Tage)

Wachstumsphase (Beginn)	Oberhessen (Tiefe Lagen) (unter 250 m)		Oberhessen (Mittlere Lagen) (250-400 m)		Rhein-Main-Gebiet		Mittleres Maintal		Oberes Maintal		Oberbayerische Moränenlandschaft				
	Mittel	1947	Mittel	1947	Mittel	1947	Mittel	1947	Mittel	1947	Mittel	1947			
	(Abw. = Abweichung 1947 vom Mittel: + = später als das Mittel, — = früher als das Mittel in Tagen)														
Schneeglöckchen und Frühlingsknotenblume	2. 3.	24. 3.	+22	11. 3.	28. 3.	+17	24. 2.	21. 3.	+25	14. 3.	23. 3.	+9	15. 3.	18. 3.	+3
Salweide: Blüte	25. 3.	3. 4.	+9	29. 3.	1. 4.	+3	23. 3.	1. 4.	+9	30. 3.	8. 4.	+9	28. 3.	25. 3.	-3
Salweide und Laubentfaltung	9. 4.	13. 4.	+4	13. 4.	11. 4.	-2	2. 4.	9. 4.	+7	14. 4.	18. 4.	+4	16. 4.	7. 4.	-9
Hafer: Aufgang	11. 4.	25. 4.	+14	13. 4.	23. 4.	+10	5. 4.	20. 4.	+15	19. 4.	23. 4.	+4	14. 4.	13. 4.	-1
Kastanie und Birke: Laubentfaltung	23. 4.	22. 4.	-1	27. 4.	20. 4.	-7	12. 4.	17. 4.	+5	23. 4.	28. 4.	0	4. 5.	20. 4.	-14
Apfel und Flieder: Blüte	10. 5.	5. 5.	-5	15. 5.	8. 5.	-7	28. 4.	28. 4.	0	5. 5.	5. 5.	-7	12. 5.	2. 5.	-10
Winterroggen: Blüte	2. 6.	31. 5.	-2	9. 6.	4. 6.	-5	26. 5.	27. 5.	+1	29. 5.	30. 5.	+1	4. 6.	2. 6.	-2
Holunder und Robinie: Blüte	5. 6.	28. 5.	-8	14. 6.	1. 6.	-13	26. 5.	23. 5.	-3	4. 6.	23. 5.	-12	11. 6.	19. 6.	-25
Hafer: Erste Rispen	21. 6.	22. 6.	+1	30. 6.	21. 6.	-9	16. 6.	14. 6.	-2	17. 6.	14. 6.	-3	22. 6.	19. 6.	-3
Winterlinde: Blüte	4. 7.	22. 6.	-12	7. 7.	26. 6.	-11	23. 6.	15. 6.	-8	4. 7.	22. 6.	-12	9. 7.	28. 6.	-11
Winterroggen: Ernte	24. 7.	14. 7.	-10	30. 7.	17. 7.	-13	22. 7.	11. 7.	-11	21. 7.	12. 7.	-9	29. 7.	18. 7.	-11
Hafer: Ernte	4. 8.	26. 7.	-9	12. 8.	30. 7.	-13	28. 7.	19. 7.	-9	3. 8.	19. 7.	-15	11. 8.	27. 7.	-15
Herbstzeitlose: Blüte	4. 9.	31. 8.	-4	8. 9.	30. 8.	-9	29. 8.	24. 8.	-5	31. 8.	28. 8.	-3	2. 9.	28. 8.	-5
Roskastanie: Reife Früchte	24. 9.	17. 9.	-7	28. 9.	10. 9.	-18	15. 9.	14. 9.	-1	15. 9.	15. 9.	0	22. 9.	17. 9.	-5
1. Laubdürré		14. 8.						17. 8.							
2. Laubdürré		18. 9.		18. 9.				17. 9.					22. 9.		
Laubverfärbung (Kastanie, Birke, Buche, Eiche)	10. 10.	10. 10.	0	13. 10.	3. 10.	-7	16. 10.	10. 10.	-6	9. 10.	11. 10.	+2	11. 10.	9. 10.	-2
													11. 10.	10. 10.	-1

tel aus diesen beiden Phasen, das zur Kennzeichnung des Beginns des Erstfrühlings benutzt wird, lag 1947 im allgemeinen noch einige Tage nach dem entsprechenden mittleren Termin. Während der Apfel- und Fliederblüte, also zu Beginn des Frühlings, waren die langjährigen Normalwerte bereits erreicht. Diese Wachstumsbeschleunigung ging auch in der folgenden Zeit noch ständig weiter, so daß die Beobachtungswerte von 1947 bald wesentlich früher lagen als im langjährigen Mittel. Diese allgemeine Verfrühung der Pflanzenentwicklung hielt das ganze Jahr über bis zum Herbst in allen 6 untersuchten Gebieten an. Ihren Höhepunkt erreichte die Jahreskurve im allgemeinen zur Zeit der Haferernte. Danach hatte also die Pflanzenentwicklung etwa gegen Ende des Hochsommers die stärkste Verfrühung erfahren. Zu den Endterminen von Spätsommer (Herbstzeitlose: Blüte) und Frühherbst (Roßkastanie: Reife) fiel bereits die Kurve in den meisten Fällen wieder, die Verfrühung wurde geringer. Aber erst die normale Laubverfärbung, die im Herbst mit sinkender Lufttemperatur einsetzt, begann wieder zum gleichen Zeitpunkt wie im langjährigen Mittel.

c) Phänologischer Jahresablauf in den sechs untersuchten Gebieten.

aa) Wildwachsende Pflanzen.

Beim Vergleich der sechs untersuchten Gebiete (graphische Darstellungen der Abb. 41 und Tabelle S. 45) zeigen sich jedoch in dem Ausmaß der Verzögerung im zeitigen Frühjahr und in der Verfrühung während der folgenden Wachstumszeit deutliche Unterschiede. Die Reihenfolge der einzelnen Gebiete und das Ausmaß der Verzögerung bzw. der Verfrühung der Pflanzenentwicklung ergeben sich aus der folgenden Zusammenstellung.

Ausmaß d. Verzögerung d. Pflanzenentwicklung im zeitigen Frühjahr	Reihenfolge der untersuchten Gebiete	Ausmaß der Verfrühung d. Pflanzenentwicklung von Frühling bis Herbst
stark	Rhein-Main-Gebiet	gering
↓	Oberhessen (tiefere Lagen)	↑
↓	Mittleres Maintal	↑
↓	Oberhessen (mittl. Lagen)	↑
↓	Oberes Maintal	↑
↓	Oberbayerische Moränenlandschaft	↑
↓		↑
gering		stark

Danach machte sich im zeitigen Frühjahr (Schneeglöckchen, Frühlingsknotenblume, Salweide) die Nachwirkung des langen und kalten Winters am stärksten in den tieferen Lagen der US-Zone bemerkbar, während in den höheren Lagen die Verzögerung immer geringer wurde. Verursacht wurden diese großen Unterschiede durch das überall ziemlich gleichmäßig einsetzende und durchgreifende Tauwetter, das dem langen Winter überall schnell und ziemlich gleichzeitig ein Ende bereitete. Da in den tieferen Lagen wie im Rhein-Main-Gebiet und auch noch in Oberhessen (tiefere Lagen) und im mittleren Maintal die Pflanzenentwicklung schon im langjährigen Mittel früh beginnt, mußte sich hier die Wachstumsverzögerung im zeitigen Frühjahr besonders stark auswirken. In den höheren Lagen dagegen, hier besonders in der oberbayerischen Moränenlandschaft, beginnt die erste Frühjahrsvegetation im langjährigen Durchschnitt sowieso schon spät. Das Ende des Winters, das in allen Landesteilen ziemlich gleichmäßig erfolgte, kam für diese höheren Lagen ungefähr zum Normaltermin, so daß dort im Beginn des Vorfrühlings keine Verzögerung eintrat.

Im scheinbaren Gegensatz zur späten Entwicklung im Vorfrühling war die Verfrühung der Entwicklung vom Frühling bis zum Herbst in den tieferen Lagen gering, in den hohen dagegen stark. Dieses verschiedene Verhalten erklärt sich aus folgenden Tatsachen.

Einerseits machte sich in den tiefen Lagen im Frühling und Frühsommer die Nachwirkung des langen Winters und die hieraus sich ergebende Verzögerung der ersten Frühjahrsentwicklung noch bemerkbar. Da z. B. im Rhein-Main-Gebiet die erste Frühjahrsentwicklung spät einsetzte, konnten zunächst auch die folgenden Entwicklungsstufen trotz der vom Frühjahr an herrschenden sehr günstigen Witterung noch nicht mit einer solchen Verfrühung gegenüber den sonst zeitigen Mittelwerten in Erscheinung treten, wie z. B. in Oberbayern, wo die langjährigen Mittelwerte spät liegen.

Andererseits brachte die für das Wachstum sehr günstige Witterung vom Frühjahr an überall eine starke Beschleunigung, die — unabhängig von dem Verhalten zum langjährigen Mittel betrachtet — die einzelnen Phasen zu einem annähernd gleichzeitig frühen Termin eintreten ließ. Wie später gezeigt wird, läßt sich diese gleichmäßige Wachstumsbeschleunigung in allen Gebieten auch in den geringen Unterschieden der Zeitdauer zwischen den beobachteten Phasen (Andauer der Jahreszeiten) erkennen. Auch in dem ziemlich gleichmäßigen Kurvenverlauf der sechs Teilgebiete in Abb. 41 kommt dieser gleichsinnige Wachstumsverlauf zum Ausdruck. Da aber in den tieferen Lagen den Pflanzen im allgemeinen eine höhere Zufuhr an Wärme zur Verfügung steht, sollte man erwarten, daß z. B. in der Rhein-Main-Ebene das Pflanzenwachstum noch mehr beschleunigt würde, daß die einzelnen Phasen dort im Sommer, wenn die hohen Wärmesummen schon gewirkt haben, noch früher eintreten und daß sich dies auch in einer noch stärker aufgewölbten Kurve zeigen würde. Hier sind aber der Natur Grenzen gesetzt. Jede Wärmesumme, die einer Pflanze bis zur Auslösung einer Wachstumserscheinung (z. B. Aufbrechen der Blütenknospen) zuzuführen ist, braucht Zeit zur Auswirkung. Zwar ist hier ein bestimmter Spielraum noch möglich. Verteilt sich die Wärmesumme auf einen längeren Zeitraum, so blüht die Pflanze später auf. Wird die notwendige Wärmesumme schon in einem kürzeren Zeitraum geliefert, so blüht sie früher auf. Dies läßt sich aber nicht unbegrenzt steigern. Die Pflanze braucht stets eine gewisse Mindestzeit, um die notwendige Entwicklung bis zum Eintritt der betreffenden Wachstumsphase, also das Vorbereitungsstadium, durchlaufen zu können. Wenn dieser Grenzwert erreicht ist, nützt der Pflanze auch eine weiterhin erhöhte Wärmezufuhr in einem noch kürzeren Zeitraum nichts mehr.

Nach den vorliegenden Ergebnissen scheint im Sommer 1947 diese obere Grenze der Wachstumsbeschleunigung bei den hier beobachteten Pflanzen erreicht worden zu sein.

Zu beachten ist dabei, daß es sich hier um Pflanzen, und zwar stets wildwachsende Pflanzen handelt, die an unser Klima bereits angepaßt sind. Aus wärmeren Ländern eingeführte Pflanzen, die durchschnittlich höhere Ansprüche an die Wärmezufuhr stellen (z. B. Sojabohnen) antworten auf solche besonders günstigen Witterungsbedingungen in tieferen Lagen noch mit einer weiteren Wachstumsbeschleunigung. Aber auch diese besitzen für alle Entwicklungsstufen Grenzwerte, über die hinaus ihnen eine weitere Steigerung der Wärmezufuhr nichts nützt.

bb) Laubverfärbung und Laubdürre.

Unter den verschiedenen Erscheinungen des Jahres 1947 stellte die Laubverfärbung einen Sonderfall dar. Die gleichzeitige Wirkung von Hitze und Trockenheit hatte im Herbst 1947 eine sehr frühzeitige Laubverfä-

bung sowohl bei wildwachsenden Pflanzen als auch bei Obstbäumen zur Folge, die aber nicht der normalen herbstlichen Laubverfärbung entsprach. Sie war vielmehr durch ein plötzliches Vertrocknen und Braunwerden von einzelnen Blatteilen oder ganzen Blättern gekennzeichnet. Oft wurden die Blätter auch welk, ohne sich zu verfärben. Diese erste Laubdürre zeigte sich in größerem Umfang bereits Mitte August aber nur in den tiefer liegenden Gebieten: Rhein-Main-Gebiet, Oberhessen (tiefere Lagen) und mittleres Maintal. So verfärbten sich z. B. die Buchen an den Taunushängen bereits um den 15. August, also 55 Tage vor der normalen Laubverfärbung (10. Oktober). Ein ähnliches Bild der Dürre zeigte sich in den folgenden Tagen auch im Odenwald, im Tauberland, im Maintal usw. Erst die zweite Laubdürre setzte ungefähr zwischen dem 10. und 20. September ziemlich gleichmäßig in allen sechs Gebieten ein. Die von diesen Dürreerscheinungen noch nicht erfaßten Blätter verfärbten sich schließlich normal wie in jedem Herbst. Sie zeigten auch 1947 in den sechs Gebieten alle Farbübergänge fast zum gleichen Termin wie im langjährigen Durchschnitt. Damit fand der phänologische Jahresablauf auch in diesem Jahr seinen normalen Abschluß wie im langjährigen Durchschnitt. Die vorangehende günstige Witterung mit überdurchschnittlichen Temperaturen brachte kein Hinausschieben dieser letzten phänologischen Erscheinung, da ihr Eintritt im Gegensatz zu den sonstigen Phasen nicht von einer bestimmten zugeführten Wärmesumme abhängt, die erst eine gewisse Zeit einwirken muß. Sie wird vielmehr durch das Absinken der Temperatur unter bestimmte Grenzwerte ausgelöst, wenn gleichzeitig die inneren Vorgänge des normalen Alterns das Blatt in eine gewisse Bereitschaft hierfür gebracht haben. Die Laubverfärbung wird also durch eine plötzlich eintretende Ursache ausgelöst. Sie steht damit im Gegensatz zu den meisten anderen Wachstumsphasen, bei denen eine äußere Ursache erst längere Zeit einwirken muß. Auch die Laubdürre entsteht plötzlich ohne längere Vorbereitung. Aber während die normale Laubverfärbung durch das Absinken der Temperatur verursacht wird, entsteht die Laubdürre durch das Überschreiten bestimmter Grenzwerte der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Voraussetzung ist dabei gleichzeitig geringe Wasserversorgung der Pflanzen aus dem Boden. Wenn der Wasserverlust der Blätter infolge erhöhter Verdunstung nicht rechtzeitig durch entsprechenden Nachschub aus dem Boden gedeckt werden kann, sterben die betroffenen Gewebeteile der Blätter ab. Bei vorübergehenden hohen Temperaturen und sehr niedriger Luftfeuchtigkeit an besonders heißen Tagen wurde auch schon in früheren Jahren manchmal an verschiedenen Bäumen das plötzliche Absterben und Braunwerden einzelner Blatteile beobachtet. In solchem Ausmaß wie im Herbst 1947 ist die Laubdürre aber bisher noch nicht beobachtet worden.

cc) Getreide: Winterroggen und Hafer.

Von dem Bild der gleichmäßigen Wachstumsverschiebung, das vorwiegend durch die wildwachsenden Pflanzen gekennzeichnet wurde, wich die Entwicklung der beiden Getreidearten Winterroggen und Hafer deutlich ab.

In den tiefen und mittleren Lagen zeigte der Haferaufgang gegenüber dem Mittel noch eine deutliche Verzögerung (10 Tage und mehr), während zur gleichen Zeit die wildwachsenden Pflanzen mit ihrer Entwicklung schon ungefähr den Normalwerten entsprachen. Zur Zeit des Erscheinens der ersten Rispen bzw. der Blüte (im Juni) hatten die Hafer- und Roggenpflanzen den normalen Entwicklungsstand erreicht, bei dem die wildwachsenden Pflanzen bereits Ende April angelangt waren. Erst zur Zeit der Ernte hatte sich auch beim Getreide die durch die günstige Witterung bedingte Verfrühung so stark ausgewirkt wie bei den wildwachsenden Pflanzen. In den beiden höher liegenden

Gebieten Oberes Maintal und Oberbayerische Moränenlandschaft sind die Wachstumskurven von Roggen und Hafer entsprechend der Kurve der wildwachsenden Pflanzen soweit nach unten geschoben, daß hier schon der Haferaufgang ungefähr dem Normalwert entspricht. Beim Vergleich der Roggen- und der Haferkurve zeigt der Winterroggen in den Gebieten Rhein-Main, Oberhessen (tiefere Lagen) und Mittleres Maintal eine etwas stärkere Verfrühung als der Hafer.

Der Termin des Haferaufgangs ist bedingt durch die späte Aussaat. Diese konnte nicht früher erfolgen, denn der Boden war nach dem späten Auftauen noch nicht genügend abgetrocknet, so daß die vorbereitenden Feldarbeiten nicht früher durchgeführt werden konnten. Infolge der späten Aussaat konnte die Haferentwicklung trotz der starken Beschleunigung zur Zeit des Erscheinens der ersten Rispen den Anschluß an die Entwicklung der wildwachsenden Pflanzen nicht mehr erreichen.

d) Andauer der Jahreszeiten 1947 im Vergleich zum Mittel 1936—1945.

aa) Wildwachsende Pflanzen.

Durch die Verschiebung der Entwicklungsphasen 1947 gegenüber dem langjährigen Mittel hat sich auch die Andauer der Jahreszeiten entsprechend geändert. Nach der folgenden Tabelle (Seite 48) und den graphischen Darstellungen in Abb. 42 sind die ersten Jahres-

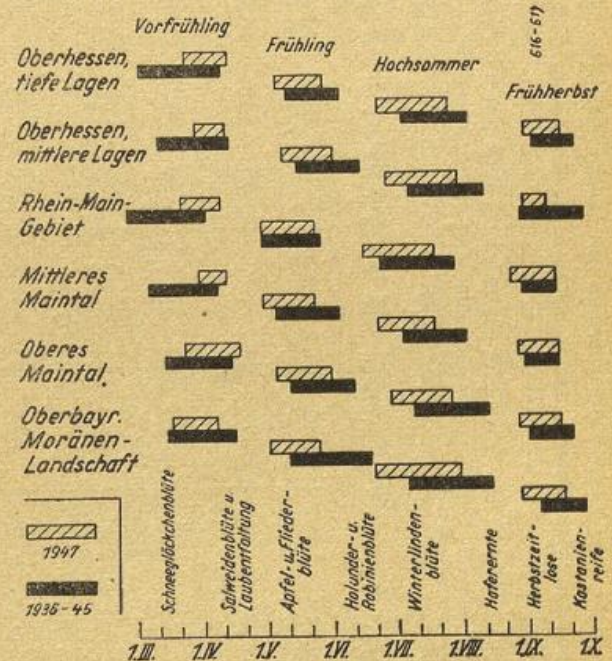


Abb. 42 Andauer der Jahreszeiten 1947 im Vergleich zum Mittel 1936—1945

zeiten Vorfrühling, Erstfrühling, Frühling und z. T. auch noch der Frühsommer 1947 kürzer als im langjährigen Mittel. Besonders der Vorfrühling ist infolge des langen Winters und der darauf einsetzenden schnellen Entwicklung sehr kurz. Die späteren Jahreszeiten Spätsommer und Frühherbst sind dagegen länger, da der Anfang dieser Jahreszeiten im Vergleich zum langjährigen Mittelwert noch früher liegt, das Ende dagegen nur noch wenig oder überhaupt nicht mehr vom Normalwert abweicht.

bb) Getreide: Winterroggen und Hafer.

Von praktischer Bedeutung für die Landwirtschaft ist die starke Verkürzung der Wachstumszeit der Getreidepflanzen im Jahre 1947. Diese betrug beim Hafer für die Zeit vom Anfang bis zum Erscheinen der ersten Rispen und von diesem Zeitpunkt bis zur Ernte im

**Andauer der phänologischen Jahreszeiten im Mittel (1936—1945) und 1947
und die Abweichungen des Jahres 1947 vom Mittel (Tage)**

Jahreszeit	Beginn und Ende (Wachstumsphasen) (abgekürzt)	Oberhessen (Tiefe Lagen) (unter 250 m)		Oberhessen (Mittlere Lagen) (250-400 m)		Rhein-Main-Gebiet		Mittleres Maintal		Oberes Maintal		Oberbayerische Moränenlandschaft							
		Mittel	1947	Abw.	Mittel	1947	Abw.	Mittel	1947	Abw.	Mittel	1947	Abw.	Mittel	1947	Abw.			
1. Vorfrühling	Schneeglöckchen und Frühlingsknotenblume	38	20	-18	33	14	-19	37	19	-18	33	14	-19	31	26	-5	32	20	-12
2. Erstfrühling	Salweide und Laub- entfaltung (Mittel)	31	22	-9	32	27	-5	26	19	-7	27	17	-10	28	27	-11	26	25	-1
3. Vollfrühling	Apfel und Flieder	26	23	-3	30	24	-6	28	25	-3	30	24	-6	30	26	-4	38	23	-15
4. Frühsommer	Holunder und Robinie	29	25	-4	23	25	+2	28	23	-5	30	30	0	28	28	0	18	26	+8
5. Hochsommer	Winterlinde	31	34	+3	36	34	-2	35	34	-1	30	27	-3	33	29	-4	37	40	+3
6. Spätsommer	Hafer: Ernte	31	36	+5	27	31	+4	32	36	+4	28	40	+12	22	32	+10	25	30	+5
7. Früherbst	Herbstzeitlose	20	17	-3	20	11	-9	17	21	+4	15	18	+3	20	20	0	21	20	-1
8. Vollherbst	Robkastanie: Reife Früchte Laubverfärbung	16	23	+7	12	23	+11	31	26	-5	24	26	+2	19	22	+3	13	22	+9

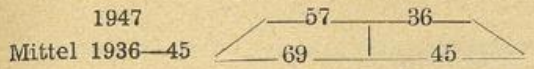
(Abw. = Abweichung 1947 vom Mittel: + = später als das Mittel, - = früher als das Mittel in Tagen)

Andauer der Wachstumszeit von Hafer und Winterroggen (Tage)

Wachstumsabschnitt.	Hafer:		Winterroggen:															
	Mittel	1947	Mittel	1947														
Aufgang — Erste Rispen	71	58	-13	78	59	-19	72	55	-17	70	56	-14	64	57	-7	70	60	-10
Erste Rispen — Ernte	44	34	-10	43	39	-4	42	35	-7	47	35	-12	50	38	-12	51	48	-3
Aufgang — Ernte	115	92	-23	121	98	-23	114	90	-24	117	91	-26	114	95	-19	121	108	-13
Winterroggen: Blüte — Ernte	52	44	-8	51	43	-8	57	45	-12	53	43	-10	55	46	-9	52	47	-5

Durchschnitt der untersuchten Gebiete (außer Oberbayerische Moränenlandschaft):

Zahl der Tage zwischen
Erste
Aufgang Rispen Ernte



Im einzelnen zeigen die verschiedenen Gebiete hierbei nur unwesentliche Unterschiede. Lediglich in der oberbayerischen Moränenlandschaft stand für die Kornausbildung ungefähr die gleiche Zeit wie auch in anderen Jahren zur Verfügung.

Die Verkürzung der Wachstumszeit beträgt demnach in dem Entwicklungsabschnitt vom Aufgang bis zum Erscheinen der ersten Rispen 17 Proz. und von dieser Phase bis zur Ernte 20 Proz. Für die Nährstoffaufnahme und die Kornausbildung stand also in diesen Gebieten eine wesentlich kürzere Zeit als sonst zur Verfügung. Auch beim Winterroggen war die Zeit für die Kornausbildung mit 45 Tagen gegen 53 Tage im Durchschnitt der 6 Gebiete um etwa 15 Proz. kürzer als im langjährigen Durchschnitt.

Besonders die Zeit des Schossens, das ist die Zeit des Längenwachstums der Halme, verlief in diesem Jahre sehr stürmisch. Aber gerade in diesem Wachstumsabschnitt besitzen erklärlicherweise die Getreidepflanzen den größten Nährstoff- und Wasserbedarf, der infolge der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit und infolge der zunehmenden Trockenheit nur sehr unbefriedigend gedeckt werden konnte. Diese sogenannte „kritische Periode“ der Getreidepflanzen, in der diese gegenüber Witterungseinflüssen besonders empfindlich sind, umfaßt etwa 2 bis 3 Wochen vor der Blüte und bis etwa 2 Wochen nach der Blüte. Am empfindlichsten ist jede Pflanze zur Zeit der Blüte (beim Hafer ungefähr zur Zeit des Erscheinens der ersten Rispen), da dann der Wasserbedarf am größten ist. Das Jahr 1947 nimmt also auch hinsichtlich seiner Auswirkung auf die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen eine Sonderstellung ein. Während schon infolge der starken Wachstumsbeschleunigung und der damit verbundenen Verkürzung der einzelnen Lebensabschnitte der Getreidepflanzen und besonders der Zeit der Kornausbildung keine Höchstserträge an Getreide zu erwarten waren, wurden durch die gleichzeitige Wirkung der Dürre die Ertragsmöglichkeiten weiter herabgesetzt.

2. Die regionalen Unterschiede in der Pflanzenentwicklung des Jahres 1947.

Zur Darstellung der regionalen Unterschiede in der Pflanzenentwicklung dienen phänologische Karten. An zwei typischen Beispielen soll das gegensätzliche phänologische Verhalten der Pflanzen im zeitigen Frühjahr und im Hochsommer gezeigt werden. Die Verhältnisse im zeitigen Frühjahr werden am besten durch den Beginn der Schneeglöckchenblüte gekennzeichnet, die Verhältnisse im Hochsommer durch den Beginn der Winterroggenernte. Von jeder dieser drei Phasen wurden zwei Karten gezeichnet: 1. der Phasenbeginn 1947 und 2. die Abweichung des Jahres 1947 vom 10jährigen Mittel. Nach den vorliegenden Erfahrungen entspricht, worauf bereits oben hingewiesen wurde, das 10jährige Mittel 1936—1945 ungefähr dem langjährigen Mittel.

a) Beginn der Schneeglöckchenblüte.

aa) Karte des Jahres 1947.

1947 beginnt die Schneeglöckchenblüte in den tiefen Lagen des Rheintals und seiner Nebentäler erst in der Woche vor dem 21. März, also zu einer Zeit, wo in normalen Jahren das Schneeglöckchen schon in Höhenlagen über 500 m aufgeblüht ist. In der gleichen Zeit begann 1947 die Blüte aber auch in den höher liegenden Teilen Bayerns, vor allem westlich des Lech und im breiten Streifen des Alpenvorlandes. Auch un-

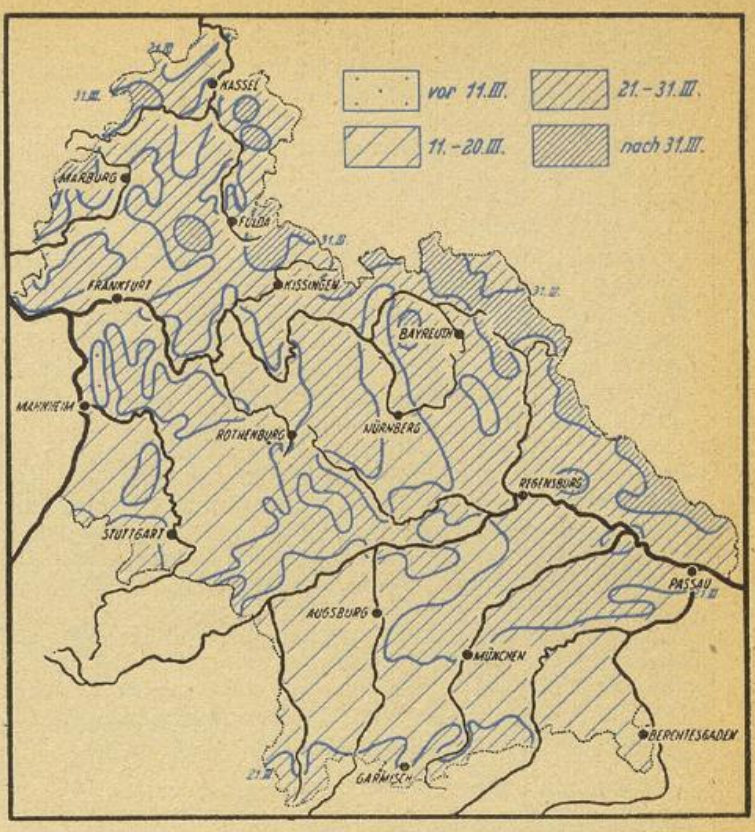


Abb. 43 Beginn der Schneeglöckchen-Blüte 1947

mittelbar am Alpenrand und in den Alpentälern, soweit Beobachtungen vorliegen, setzte die Schneeglöckchenblüte auch schon vor dem 21. März ein. In den höheren Lagen der übrigen weiter nördlich liegenden Gebirge blühte das Schneeglöckchen dagegen erst nach dem 31. März auf.

bb) Abweichungskarte des Jahres 1947 vom Mittel

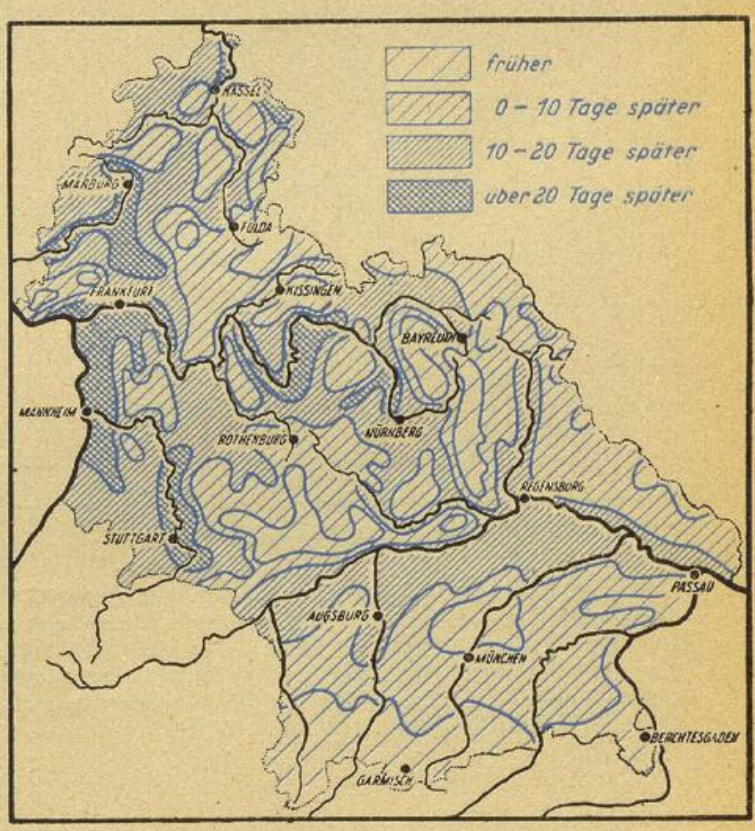


Abb. 44 Abweichung der Schneeglöckchen-Blüte 1947

Das frühere und spätere Erscheinen der Blüte in den verschiedenen Jahren erfolgt nicht in allen Landesstellen gleichmäßig. Vielmehr ergeben sich zwischen den einzelnen Gebietsteilen von Jahr zu Jahr wechselnde Unterschiede. Auch auf der Abb. 44, auf der die Abweichungen der Schneeglöckchenblüte des Jahres 1947 vom 10jährigen Mittel dargestellt sind, zeigen sich solche wechselnden Unterschiede zwischen den einzelnen Gebieten.

Danach beginnt diese Blüte mit Ausnahme eines schmalen Randes an den Alpen in allen Teilen der US-Zone gegenüber dem 10jährigen Mittel mit einer Verspätung. Diese Abweichungskarte enthält neben Gebieten mit normalem, ja leicht vorfrühtem Blühbeginn des Schneeglöckchens auch Zonen mit mehr als 20tägiger Verspätung. Die größten Abweichungen sind in den tiefen Lagen (mehr als 20 Tage), die geringsten in den hohen Lagen zu finden (10 Tage und weniger). Als Ursache für dieses verschiedene Verhalten muß das bis in große Höhen durchgreifende plötzliche Tauwetter nach dem strengen Winter angesehen werden. Dadurch wurde der normale Ablauf der Schneeglöckchenblüte gestört und der Vorfrühling setzte mit viel kürzeren Zeitunterschieden in den verschiedenen Höhenlagen als sonst ein. Zu dieser Zeit war der mittlere Termin in den tieferen Lagen schon eine geraume Zeit überschritten, während in den höheren Lagen die Blüetermine 1947 dem Normalwert viel näher kommen.

b) Beginn der Winterroggenernte.

aa) Karte des Jahres 1947.

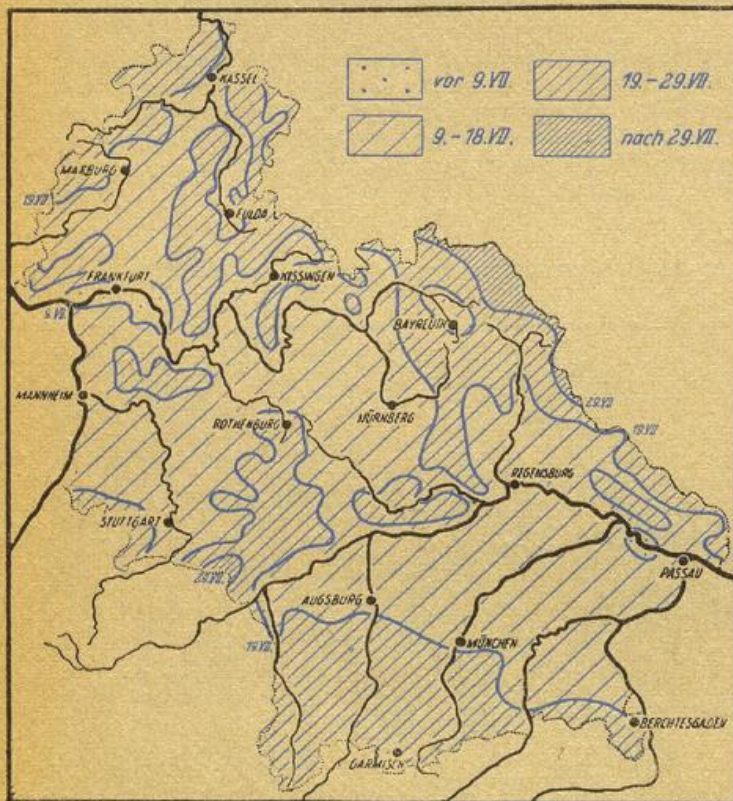


Abb. 45 Beginn der Winterroggen-Ernte 1947

1947 begann die Roggenernte in den günstigen Gebieten bereits vor dem 14. Juli, in einigen Fällen sogar vor dem 2. Juli. In großen Teilen der US-Zone, vor allem in den mittleren Lagen, wird in den darauffolgenden Tagen bis zum 19. Juli geerntet, während nach diesem Termin die Ernte sich schon weiter an den Ber-

gen hinaufzieht. Verhältnismäßig klein sind die Flächen mit Ernteterminen nach dem 24. und 29. Juli. Sie finden sich nur in den höchsten Lagen. Im Vergleich zu den mittleren Ernteverhältnissen erstreckt sich die Roggenernte 1947 über einen kürzeren Zeitraum.

bb) Abweichungskarte des Jahres 1947 vom Mittel

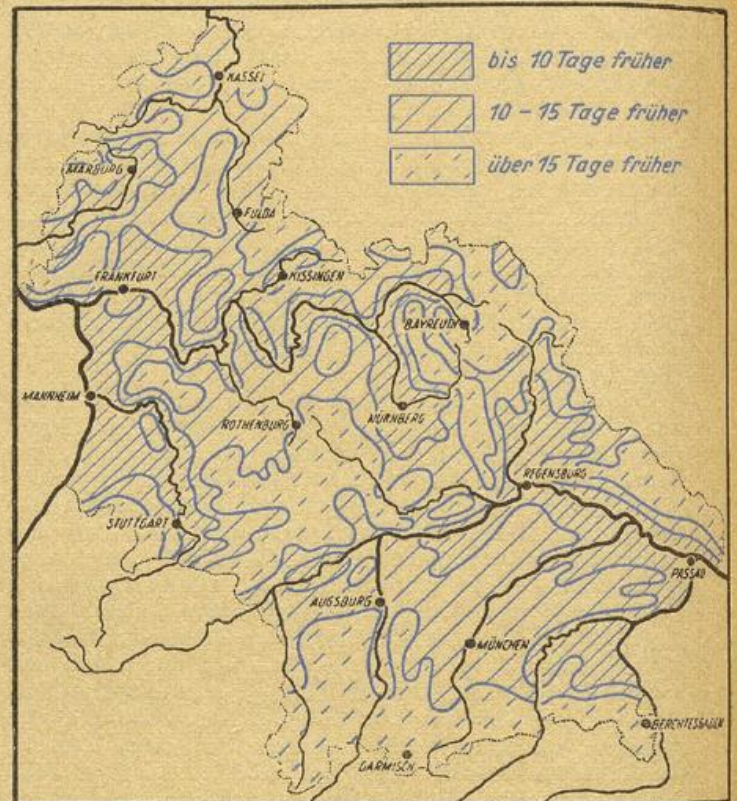


Abb. 46 Abweichung der Winterroggen-Ernte 1947 vom Mittel 1936—1945

Diese Abweichungskarte zeigt zwar keine sehr großen, aber charakteristische Unterschiede. In der ganzen US-Zone fing die Winterroggenernte 1947 früher als im Mittel an. In den tieferen Lagen wurde etwa 5 bis 10 Tage früher begonnen, in den mittleren Lagen 10 bis 15 Tage und in den höheren Lagen mehr als 15 Tage früher. Hier liegen also die Verhältnisse umgekehrt wie bei der entsprechenden Abweichungskarte der Schneeglöckchenblüte. Die stärkste Abweichung zeigten dort die tiefen Lagen, hier beim Winterroggen dagegen die hohen Lagen und umgekehrt die geringste Abweichung beim Schneeglöckchen die hohen Lagen und beim Roggen die tiefen Lagen. Die eigentliche Ursache besteht in beiden Fällen darin, daß die betreffende Phase schneller als im langjährigen Mittel abläuft. Infolge der hohen Sommerwärme setzte die Reife und damit auch der Schnitt des Getreides überall frühzeitig und schnell ein. Dies mußte sich besonders in den höheren Lagen, die im Mittel stets erst später kommen, durch eine größere Abweichung zeigen als in den tiefen Lagen. Da in den tiefen Lagen die Ernte normalerweise schon frühzeitig infolge höherer Wärmezufuhr beginnt, kann hier der Erntebeginn nicht mehr soweit vorverlegt werden, wie dies in den höheren Lagen möglich ist. Dort kann sich die höhere Wärmezufuhr 1947 viel stärker durch eine entsprechend größere Verfrühung der Ernte auswirken, da im Durchschnitt die Ernte infolge geringer Wärmezufuhr erst wesentlich später einsetzt.

Literatur.

1. **Alt, E. und Weickmann, L.:** Klimatologie Süddeutschlands. Met. Jahrb. Bayern 1909.
2. **Baumgartner, A.:** Methodisches zur Darstellung des Witterungseinflusses auf den Verlauf der Pflanzenentwicklung, erläutert an den Beobachtungen in Bad Kissingen. Meteorol. Rdsch. im Erscheinen.
3. **Fischer, R.:** Anomale Zahlen der Sommertage in Frankfurt. Wetter 55, 1938.
4. **Flohn, H.:** Witterung und Klima in Deutschland. Forsch. z. Dtsch. Landeskd., Bd. 41, 1942.
5. **Flohn, H.:** Stratosphärische Wellenvorgänge als Ursache von Singularitäten. Experientia 1947.
6. **Groissmayr, F. B.:** Die Bedeutung der Witterungsperioden f. d. langfrist. Vorhersage. Wetter 56, 1939.
7. **Grunow, J.:** Ursachen großer Trockenheit in Mitteleuropa. Abhdlg. Preuß. Met. Inst. 9 Nr. 8, 1931.
8. **Hellmann, G.:** Über warme und kalte Sommer. Sitz. Ber. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1918.
9. **Hellmann, G.:** Der heiße Sommer 1921 in Berlin. Meteorol. Z. 38, 1921.
10. **Hellmann, G.:** Die Sonnenscheindauer in Deutschland. Sitz. Ber. Preuß. Akad. d. Wiss. 1922.
11. **Hennig, R.:** Katalog bemerkenswerter Witterungsereignisse. Abhdlg. Pr. Meteorol. Inst. 1904.
12. **Hennig, R.:** Unser Wetter. Leipzig und Berlin 1919.
13. **Hennig, R.:** Das Wetter in Deutschland. Stuttg. 1947.
14. **Hofmann, A.:** Eintrittszeiten sommerlicher Singularitäten in Mitteleuropa. Meteorol. Z. 57, 1940.
15. **Kleinschmidt, E.:** Häufigkeit durrer und nasser Monate in Württbg. Württbg. Jahrb. Statistik 1928.
16. **Knoch, K.:** Heiße Sommer und strenge Winter im 14. bis 17. Jahrhundert. Wetter 46, 1929.
17. **Knoch, K.:** Klima und Klimaschwankungen. Leipzig 1930.
18. **Knochenhauer, W.:** Dürre u. Dürreperioden 1934. RfW. Wiss. Abhdlg. Bd. III Nr. 9, 1937.
19. **Köppen, W.:** Grundriß der Klimakunde (2. Auflage), Berlin und Leipzig 1931.
20. **Kreutz, W.:** Spezialinstrumente und Einrichtungen d. AMF des RfW in Gießen u. deren Verwendungszweck. Biokl. Beibl. 6, 1939.
21. **Laatsch, W.:** Klimatisch bedingte Durchfeuchtungsunterschiede i. Deutsch. Reich. P. Krische, Mensch und Scholle, Bd. II Abb. 93, 1939.
22. **Lancaster, A.:** Trockenheit des Frühlings 1893. Wetter 10, 1893.
23. **Meißner, O.:** Beziehungen zwischen Eis- und Sommertagen u. der Mitteltemperatur. Wetter 57, 1940.
24. **Meißner, O.:** Schwach- und extremtemperierte Sommer und Winter in Dresden (1828 bis 1942). Annal. Hydr. 71, 1943.
25. **Pfaff, C. H.:** Über den heißen Sommer von 1811 hebst Bemerkungen über frühere heiße Sommer. Kiel 1812.
26. **Rosenbaum, L.:** Über langjährige Klimaschwankungen und deren Abhängigkeit von der Sonnenfleckenhäufigkeit. Meteorol. Z. 45, 1928.
27. **Sassenfeld, M.:** Trockenheit im Jahre 1921 im Rheingebiet. Meteorol. Z. 40, 1923.
28. **Scherhag, R.:** Die Erwärmung des Polargebietes. Annal. Hydr. 71, 1943.
29. **Schmauß, A.:** Ein Beitrag zum Studium der Singularitäten. Meteorol. Z. 56, 1939.
30. **Schmauß, A.:** Kalendermäßige Bindungen des Wetters. Wetter 58, 1941.
31. **Schnelle, F.:** Hundert Jahre phänologische Beobachtungen im Rhein-Main-Gebiet 1841—1859, 1867—1947. Meteorol. Rdsch. im Erscheinen.
32. **Ward, R., De C. u. Brocks, Ch. F.:** The Climates of North America. Köppen-Geiger, Handbuch der Klimatologie Bd. II, Teil J, Berlin 1938.
33. Die Niederschlagsverhältnisse in Bayern während der Trockenperiode 1920/21. Teil II. Arb. Bayer. Landesst. Gewässerkde.
34. Dürre Sommer. Wetter 10, 1893.
35. Klimakunde des Deutschen Reiches. Bd. II. Reichsamt für Wetterdienst, Berlin 1939.
36. Klima und Wachstumsstand Januar 1948. Statistisches Landesamt Hessen.
37. Monatlicher Witterungsbericht und Täglicher Wetterbericht Sommer 1947, Deutscher Wetterdienst in der US-Zone, Zentralamt, Bad Kissingen.
38. Zusammenfassende Übersicht der Dürreschäden im Sommer 1947, Witterungsbericht November 1947. Deutscher Wetterdienst in der US-Zone, Zentralamt, Bad Kissingen.

