

3m 01776
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. 2

Studien
zur
Phänologie Mitteleuropas

Von Dr. Fritz Schnelle

Bad Kissingen, 1948

I. Einleitung.

Phänologische Beobachtungen sind eine Notwendigkeit für die Maßnahmen der Landwirtschaft zur Sicherung der Ernährungsbasis. Die Erkenntnis dieser Notwendigkeit hatte die meteorologischen Zentralstellen verschiedener Länder Mitteleuropas (früheres Deutsches Reich, Österreich, Polen, Tschechoslowakei) in den letzten Jahrzehnten veranlaßt, die Kräfte, die daran mitarbeiten können, zusammenzufassen. Vergleichbare Ergebnisse dieser phänologischen Beobachtungen liegen in ausreichendem Umfang nur für die fünf Beobachtungsjahre 1936 bis 1940 vor. Denn während in den anderen Ländern schon aus der Zeit vor 1936 umfangreichere Beobachtungen durchgeführt wurden, konnte im Deutschen Reich erst ab 1936 der Phänologische Dienst nach Übernahme durch die Klimaabteilung des Reichsamts für Wetterdienst in Berlin auf breiterer Grundlage aufgebaut werden und ab 1941 ist ein großer Teil des Beobachtungsmaterials durch die Kriegseinwirkungen verloren gegangen. Zwar können auf Grund dieser wenigen Jahre noch keine endgültigen Mittelwerte für den Eintritt phänologischer Erscheinungen in den einzelnen Gebieten Mitteleuropas errechnet werden, aber es lassen sich aus diesen fünf Jahren bereits wichtige Einzelergebnisse erkennen, über die im Folgenden berichtet werden soll.

Hierbei soll nur auf einen Teil der vorliegenden phänologischen Beobachtungen, und zwar auf die Beobachtungen an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen eingegangen werden, die neben den Beobachtungen an wildwachsenden Pflanzen, Bäumen und Sträuchern, an Obst und an Reben, einen breiten Raum einnehmen. In einer größeren Reihe früherer Arbeiten wurde bereits, öfters auf die Bedeutung der Phänologie für die Landwirtschaft hingewiesen. Neben den wertvollen einführenden Arbeiten von Ihne (Nr. 6 und 8 im Schriftennachweis) seien hier nur die grundlegenden Arbeiten von Hiltner (4), Schrepfer (14), Werth (17), Hensen (3), Werneck (16) und Härle (1) genannt, die immer wieder den Wert und die Notwendigkeit phänologischer Beobachtungen für die verschiedensten Zweige der Landwirtschaft hervorgehoben haben. Auch von uns konnte in einigen Arbeiten (10, 11, 12, 13) ein Beitrag zu dieser Frage geliefert werden. Da die genaue Kenntnis des zeitlichen Ablaufs des Pflanzenwachstums eine so wichtige Vorbedingung für die Bearbeitung landwirtschaftlicher Fragen ist, werden in neuerer Zeit die phänologischen Beobachtungen in den einzelnen Ländern vor allem auch auf alle wichtigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen ausgedehnt, so daß von diesen mehrere Wachstumsphasen erfaßt werden. Die vorliegenden Meldungen vermitteln somit ein gutes Bild vom Ablauf des landwirtschaftlich phänologischen Jahres, vom Jahresrhythmus des Wachstums der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in den verschiedensten Anbaugebieten Mitteleuropas.

Die großen Unterschiede im durchschnittlich früheren oder späteren Eintreten bestimmter Entwicklungsphasen der Pflanzen an verschiedenen Beobachtungs-orten werden in erster Linie durch die geographische Lage des Ortes bestimmt. Von entscheidendem Einfluß ist ferner die Seehöhe des Ortes.

Mehr untergeordnete Bedeutung besitzen die Einflüsse rein örtlich bedingten Charakters wie Exposition, Boden, menschliche Eingriffe und andere Umweltkräfte.

Zunächst sollen hier die großen in Mitteleuropa auftretenden Unterschiede behandelt werden, wie sie allein durch die geographische Lage, durch den mehr maritimen oder kontinentalen Charakter bestimmter Landschaften, bedingt sind.

Anschließend hieran soll der Einfluß der Seehöhe auf den Beginn der Entwicklungsphasen der Pflanzen untersucht werden.

In einem weiteren Abschnitt werden schließlich beide Einflüsse — geographische Lage und Seehöhe — in ihrem wechselseitigen Zusammenwirken behandelt.

II. Der Einfluß der geographischen Lage auf den phänologischen Jahresablauf.

1. Das Beobachtungsmaterial.

Für die hier zunächst durchgeführten Untersuchungen über den Einfluß der geographischen Lage auf den phänologischen Jahresablauf wurden die Beobachtungsdaten folgender 11 Phasen benutzt: Winterroggen-Aussaat, -Aufgang, -Ährenschieben, -Blüte, -Ernte; Hafer-Aussaat, -Aufgang, -Erste Rispen, -Ernte; Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr und Ende der Feldarbeiten im Herbst.

Diese Phasen, die sich über den Frühling, Sommer und Herbst verteilen, lassen sehr gut die im Entwicklungsablauf der Pflanzenwelt und damit die im landwirtschaftlichen Betrieb überhaupt auftretenden zeitlichen Schwankungen erkennen. Die Wachstumsphasen von Winterroggen und Hafer eignen sich besonders gut für die Durchführung regionaler Vergleiche im mitteleuropäischen Raum, da beide Getreidearten eine sehr weitgehende Verbreitung besitzen und ihre Anbaumöglichkeit weniger durch bestimmte Wachstumsbedingungen (Boden, Klima) eingengt ist als die der anderen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Beim Hafer wurden nur die Beobachtungsdaten der später reifenden Sorten benutzt, um durch Sortenunterschiede bedingte Fehlerquellen möglichst weitgehend auszuschalten. Beim Winterroggen sind diese Fehlerquellen unbedeutend, da beim Roggen als Fremdbefruchter die Entwicklungsunterschiede der Sorten nur gering sind.

Um die größtmöglichen Unterschiede in Mitteleuropa, in dem Raume des früheren Deutschen Reiches, von Österreich, Tschechoslowakei und Polen, zu erfassen, wurden die Beobachtungsergebnisse von folgenden 7 Gebieten gegenübergestellt:

1. Schleswig-Holstein
2. Kölner Bucht
3. Oberrheinische Tiefebene
4. Wiener Becken — Marchfeld — Nordöstl. Flachland des Burgenlandes
5. Schlesische Bucht
6. Weichsel — San — Niederung
7. Ostpreußen

Für die vergleichenden Untersuchungen wurde, um zufällige lokale Abweichungen eines Beobachtungs-ortes auszuschalten, jeweils aus den Werten aller in

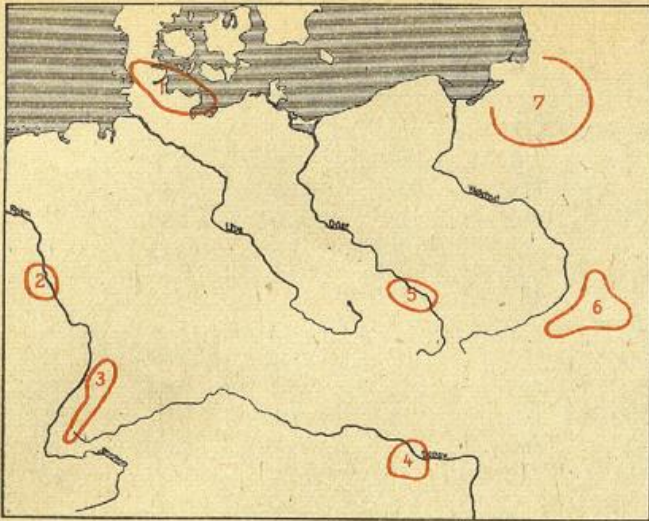


Abb. 1

Abgrenzung der 7 Gebiete, für die Berechnungen der phänologischen Beobachtungsdaten durchgeführt wurden

1. Schleswig-Holstein
2. Kölner Bucht
3. Oberrheinische Tiefebene
4. Wiener Becken—Marchfeld—Nordöstliches Flachland des Burgenlandes
5. Schlesische Bucht
6. Weichsel-San-Niederung
7. Ostpreußen

einem dieser Gebiete vorkommenden Stationen der mittlere Beginn der einzelnen Phasen berechnet. In den verhältnismäßig ebenen Gebieten, deren Abgrenzung aus der Abb. 1 zu ersehen ist, liegen die für die Mittelberechnungen benutzten Stationen unterhalb der 200-m-Grenze, so daß die erhaltenen Mittelwerte infolge Ausschaltung der durch verschiedene Seehöhe bedingten Unterschiede praktisch vergleichbar sind.

Die Berechnungen der jährlichen Durchschnittswerte der einzelnen Gebiete wurden für die 5 Einzeljahre 1936 bis 1940 durchgeführt. Da das Jahr 1940 besonders im Frühjahr sehr starke Abweichungen zeigte, wurden aber zur Berechnung des mehrjährigen Durchschnitts nur die ersten vier Jahre 1936 bis 1939 benutzt. Die phänologischen Mittelwerte dieser vier Jahre 1936 bis 1939 entsprechen nach den vorliegenden Erfahrungen auch ziemlich weitgehend den langjährigen Mittelwerten, so daß diese hier errechneten vierjährigen Mittel auch gleichzeitig als ein Maß für die langjährigen Mittelwerte benutzt werden können.

Die so ermittelten Termine der Entwicklungsphasen für die Einzeljahre sind in Tabelle 1 und diejenigen für das vierjährige Mittel (1936—1939) in der Tabelle 2 zusammengestellt. In diesen und den folgenden Tabellen wurde für den Beginn einer Phase nicht das Datum, sondern, wie in der Phänologie allgemein üblich, der betreffende Tag des Jahres, gezählt vom Jahresbeginn, angegeben*). Werte von geringerer Sicherheit sind hier und in allen folgenden Tabellen durch Kursivdruck angedeutet.

Tabelle 1.
Beginn der phänologischen Phasen.
Einzeljahre 1936—1940
(Tage seit Jahresbeginn)

Jahr	Beginn der Feldarbeiten	Hafer		Winterroggen		Hafer Erste Rispen	Winterroggen Ernte	Hafer Ernte	Winterroggen		Ende der Feldarbeiten
		Aussaat	Aufgang	Ähren-schieben	Blüte				Aussaat	Aufgang	
1. Schleswig Holstein											
1936	79	95	115	148	166	178	216	229	281	294	323
1937	83	104	119	140	157	177	211	225	279	286	315
1938	66	79	97	142	158	175	214	223	288	299	325
1939	78	96	111	145	159	170	211	222	285	296	321
1940	94	111	124	150	164	173	216	227	285	299	318
2. Kölner-Bucht											
1936	63	76	91	135	152	173	203	219	282	295	330
1937	82	93	106	134	148	169	196	213	282	291	320
1938	61	74	88	138	155	170	203	214	283	295	327
1939	76	90	102	136	152	172	202	216	287	294	325
1940	105	105	117	139	154	178	208	230	281	293	329
3. Oberrheinische Tiefebene											
1936	65	73	87	135	147	169	200	217	276	289	315
1937	80	86	99	134	145	166	195	211	279	286	315
1938	65	71	87	138	154	170	203	217	276	286	329
1939	82	89	103	139	154	175	205	221	283	292	331
1940	94	96	111	140	154	171	205	218	286	300	331
4. Wiener Becken - Marchfeld - Nordöstliches Burgenland											
1936	61	69			141		184	205	271		
1937	77	83			144		179	199	276		
1938							184		271		
1939	77	84	98	126	145	168	187	209	278	292	333
1940	86	96	112	138	159	178	201	212	274	286	331
5. Schlesische Bucht											
1936	79	82	97	135	148	177	195	210	268	284	322
1937	75	82	103	137	145	165	190	203	267	276	319
1938	71	76	97	139	153	173	199	214	269	278	322
1939	84	96	108	137	154	176	197	219	275	286	324
1940	95	104	112	147	160	179	201	214	270	279	321

*) Schlüssel siehe S. 30.

Jahr	Beginn der Feldarbeiten	Hafer		Winterroggen		Hafer Erste Ripsen	Winterroggen Ernte	Hafer Ernte	Winterroggen		Ende der Feldarbeiten
		Aussaat	Aufgang	Ähren-schieben	Blüte				Aussaat	Aufgang	
6. Weichsel - San-Niederung											
1936	70	83	100	127	140		187	207	255	264	
1937	79	92	106	130	140		184	204	253	263	
1938	74	81	102	130	151		192	215	257	266	
1939	83	95	107	128	145		190	208	257	267	
1940	103	108	117	142	156		195	211	254		
7. Ostpreußen											
1936	90	103	117	138	150	176	199	215	256	263	319
1937	98	105	118	140	151	171	197	213	251	259	312
1938	88	101	119	143	157	178	206	224	255	262	318
1939	95	102	115	141	158	175	200	215	255	265	316
1940	111	117	129	150	162	179	206	224	257	266	318

2. Die Beobachtungsergebnisse.

Gebietsunterschiede.

Mittelwerte der Jahre 1936—1939.

a) Die einzelnen phänologischen Phasen.

Die aus den vier Jahren 1936—1939 errechneten Mittelwerte (Tabelle 2) geben einen Überblick über den durchschnittlichen Ablauf des phänologischen Geschehens während des ganzen Jahres in den einzelnen Gebieten. Ein übersichtliches Bild von diesem durchschnittlichen phänologischen Jahresablauf ist außerdem in den graphischen Darstellungen der Abb. 2 gegeben. Um kleinere Schwankungen auszuschalten, wurden in diesen Darstellungen mehrere Phasen des gleichen Entwicklungsabschnitts zusammengefaßt, und zwar wurden, abgesehen von den auch hier als Einzelwerte benutzten Terminen des Beginns und Endes der Feldarbeiten Mittelwerte von folgenden Phasengruppen gebildet:

1. Hafer-Aussaat und -Aufgang;
2. Blüte und erste Ähren von Winterroggen und erste Ripsen von Hafer;

3. Ernte von Winterroggen und Hafer;

4. Winterroggen-Aussaat und -Aufgang.

Die so gewonnenen Werte wurden in Abb. 2 auf den für die einzelnen Gebiete vorgesehenen horizontalen Linien zeitlich abgetragen, so daß bereits an der horizontalen Verschiebung dieser Marken abgelesen werden kann, in welchen Gebieten die einzelnen Phasen früher oder später beginnen. Um das Bild noch anschaulicher zu machen, wurden für jede Phase das Mittel der 7 Gebiete und die Abweichungen der Einzelgebiete von diesem Gesamtmittel berechnet. Diese so errechneten Abweichungen der Einzelgebiete vom Mittel wurden an den betreffenden Marken der graphischen Darstellungen in der Vertikalen nach oben oder unten abgetragen. Bei späterem Phasenbeginn, also nach dem für die 7 Gebiete errechneten Mittel, erfolgte die Abtragung nach unten, bei früherem Beginn nach oben. Der Verlauf der Verbindungslinien der Endpunkte dieser Abtragungen über oder unter der horizontalen Mittellinie gibt ein Bild von dem früheren oder späteren Beginn der einzelnen Phasen im Vergleich zum Mittel der 7 untersuchten Gebiete.

Tabelle 2

Mittlerer Phasenbeginn.

Vierjähriges Mittel 1936 — 1939

Gebiet	Beginn der Feldarbeiten	Hafer		Winterroggen		Hafer Erste Ripsen	Winterroggen Ernte	Hafer Ernte	Winterroggen		Ende der Feldarbeiten
		Aussaat	Aufgang	Ähren-schieben	Blüte				Aussaat	Aufgang	
Zeitangabe: Tage seit Jahresbeginn											
1. Schleswig-Holstein	77	94	111	144	160	175	213	225	283	294	321
2. Kölner-Bucht	70	83	97	136	152	171	201	215	283	294	326
3. Oberrhein. Tiefebene	73	80	94	136	150	170	201	217	279	288	325
4. Wiener-Becken usw.	68	76	91	130	144	161	184	204	274	284	326
5. Schlesische Bucht	77	85	101	137	150	173	195	211	270	281	322
6. Weichsel-San-Niederung	77	88	104	129	145	—	188	208	256	265	322
7. Ostpreußen	93	103	117	140	154	175	200	217	254	263	316
Zeitangabe: Datum											
1. Schleswig-Holstein	18.3	4.4	21.4	21.5	9.6	24.6	1.8	13.8	10.10	21.10	17.11
2. Kölner-Bucht	11.3	24.3	7.4	16.5	1.6	20.6	20.7	3.8	10.10	21.10	22.11
3. Oberrhein. Tiefebene	14.3	21.3	4.4	16.5	30.5	19.6	20.7	5.8	6.10	15.10	21.11
4. Wiener-Becken usw.	9.3	17.3	7.4	10.5	24.5	10.6	3.7	23.7	1.10	11.10	22.11
5. Schlesische Bucht	18.3	26.3	11.4	17.5	30.5	22.6	14.7	30.7	27.9	8.10	18.11
6. Weichsel-San-Niederung	18.3	29.3	14.4	9.5	25.5	—	7.7	27.7	13.9	22.9	18.11
7. Ostpreußen	3.4	13.4	27.4	20.5	3.6	24.6	19.7	5.8	11.9	20.9	12.11

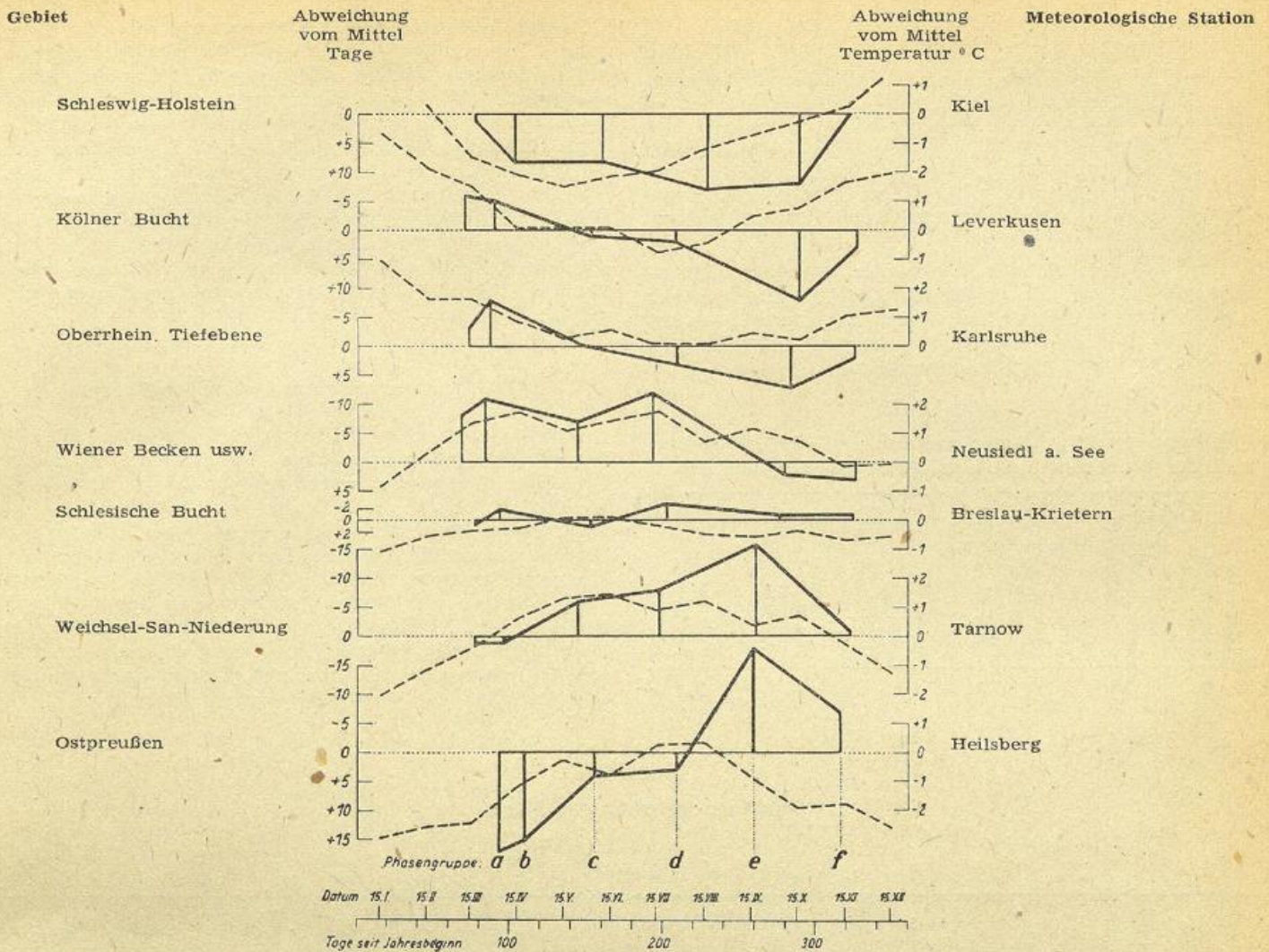


Abb. 2

**Phänologischer Jahresablauf
Gebietsunterschiede**

— Zeitliche Verschiebung des durchschnittlichen (1936—1939) Phasenbeginns in den 7 untersuchten Anbaugebieten und
 Abweichungen der Phasen vom Mittel der 7 Gebiete in Tagen (— = vor dem Mittel, + = nach dem Mittel).
 - - - Abweichung der Monatsmitteltemperaturen vom Gesamtmittel der 7 Stationen.

Phasengruppen:

- a) Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr
- b) Hafer-Aussaat und -Aufgang (Mittel)
- c) Winterroggen-Ährenschieben und -Blüte, Hafer — Erste Rispen (Mittel)
- d) Winterroggen- und Hafer-Ernte (Mittel)
- e) Winterroggen-Aussaat und -Aufgang (Mittel)
- f) Ende der Feldarbeiten im Herbst.

Bei einem Vergleich der Kurvenbilder und der entsprechenden Werte in Tabelle 2 zeigt sich, daß die zeitliche Reihenfolge der einzelnen Gebiete, in der diese z. B. am Anfang des Jahres beim Beginn der Feldarbeiten und bei der Frühjahrbestellung des Sommergetreides (Hafer) aufeinander folgen, nicht das ganze Jahr hindurch unverändert bleibt.

Ein Gebiet, das z. B. wie das Wiener Becken oder die Oberrheinische Tiefebene zu Beginn des Jahres bei

der Frühjahrbestellung früh ist, bleibt dies keineswegs das ganze Jahr hindurch. Vielmehr treten im Laufe des Jahres mehr oder weniger beträchtliche Verschiebungen in der Reihenfolge auf, wie auch aus der folgenden Gegenüberstellung der zeitlichen Reihenfolge der einzelnen Gebiete für die drei wichtigsten Phasengruppen des Frühjahrs, Sommers und Herbstes zu ersehen ist:

	Frühjahr Hafer-Aussaat und -Aufgang	Sommer Winterroggen- und Hafer-Ernte	Herbst Winterroggen-Aussaat und -Aufgang
früh	<u>Wiener Becken</u> <u>Oberrhein. Tiefebene</u>	<u>Wiener Becken</u> <u>Weichsel-San-Niederung</u>	<u>Ostpreußen</u> <u>Weichsel-San-Niederung</u>
mittel	Schlesische Bucht <u>Kölner Bucht</u> <u>Weichsel-San-Niederung</u>	Schlesische Bucht <u>Kölner Bucht</u> <u>Ostpreußen</u> <u>Oberrhein. Tiefebene</u>	Schlesische Bucht <u>Wiener Becken</u> <u>Oberrhein. Tiefebene</u>
spät	Schleswig-Holstein <u>Ostpreußen</u>	Schleswig-Holstein	<u>Kölner Bucht</u> Schleswig-Holstein

Danach erfahren nur Schleswig-Holstein (spät) und die Schlesische Bucht (mittel) das ganze Jahr hindurch keine Änderung in der zeitlichen Reihenfolge. Die stärkste Änderung zeigt Ostpreußen: im Frühjahr spät, im Sommer mittel und im Herbst früh. Alle übrigen Gebiete ändern ihre Stellung in der zeitlichen Reihenfolge nur einmal: entweder vom Frühjahr zum Sommer (Oberrheinische Tiefebene, Weichsel-San-Niederung) oder vom Sommer zum Herbst (Wiener Becken, Kölner Bucht).

Die sich nach Tabelle 2 bei den einzelnen Phasen bzw. Phasengruppen ergebenden Unterschiede zwischen dem frühesten und spätesten Termin der untersuchten 7 Gebiete sind in der folgenden Tabelle 3 zusammengestellt:

Tabelle 3

Differenz zwischen dem frühesten und spätesten Termin der 7 untersuchten Gebiete in Tagen (nach Tab. 2)

Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr	Frühjahr	Früh-sommer	Hoch-sommer	Herbst	Spät-herbst
25	26 1/2	15	25	30	10

Danach besitzen diese Differenzwerte in den einzelnen Jahreszeiten eine verschieden starke Schwankung, die auch mit der allgemeinen Erfahrung übereinstimmt, daß die Beobachtungstermine der phänologischen Phasen im Frühsommer (Mai-Juni) am wenigsten (hier 15 Tage) zum Beginn und zum Ende der Vegetation aber am meisten streuen (25 bzw. 30 Tage). Nur die Termine am Ende der Feldarbeiten, also im Spätherbst, zeigten eine verhältnismäßig geringe Streuung von nur 10 Tagen. Auch Härle (1) konnte bei der Blüte und Ernte von Winterroggen und Winterweizen ähnliche Unterschiede in der Streuung der Werte feststellen.

b) Die Andauerzeiten zwischen den Phasen.

Entsprechend dem früheren und späteren Eintritt der einzelnen Phasen stehen zwischen diesen Phasen Zeiträume verschiedener Länge zur Verfügung, in denen die Pflanzen ein bestimmtes Entwicklungsstadium erreichen, d. h. eine bestimmte Wachstumsperiode abschließen müssen, oder bestimmte landwirtschaftliche Arbeiten zu erledigen sind. Aus den vierjährigen Mittelwerten der einzelnen Phasen der 7 Gebiete (nach Tabelle 2) wurden die Zeiträume (Andauerzeiten) berechnet, die zwischen diesen Terminen für die einzelnen Wachstumsabschnitte und Perioden zur Verfügung stehen (Tabelle 4).

Tabelle 4

Andauer zwischen den Phasen.

Vierjähriges Mittel 1936 — 1939 (Tage)

Gebiet	Beginn d. Feldarbeit. b. Hafer Aussaat	Hafer				Winterroggen				Winterroggen Aussaat bis Aufgang	Beginn bis Ende d. Feldarbeiten	Winterruhe	
		Aussaat bis Aufgang	Aufgang bis Erste Rispen	Erste Rispen bis Ernte	Aufgang bis Ernte	Ähren-schieben bis Blüte	Blüte bis Ernte	Ähren-schieben bis Ernte	Ernte bis Aussaat				
1. Schleswig-Holstein	17	17	64	50	114	16	53	69	70	11	27	244	121
2. Kölner-Bucht	13	14	74	44	118	16	49	65	82	11	32	256	109
3. Oberrhein. Tiefebene	7	14	76	47	123	14	51	65	78	9	37	252	113
4. Wiener-Becken usw.	8	15	70	43	113	14	40	54	90	10	42	258	107
5. Schlesische Bucht	8	16	72	38	110	13	45	58	75	11	41	245	120
6. Weichsel-San-Nieder.	11	16	—	—	104	16	43	59	68	9	57	245	120
7. Ostpreußen	10	14	58	42	100	14	46	60	54	9	53	223	142

Der Zeitraum zwischen dem Beginn der Feldarbeiten und der Aussaat des Hafers beträgt im Mittel 11 Tage bei einer Schwankung zwischen 7 und 17 Tagen.

Der Hafer benötigt von der Aussaat bis zum Aufgang in allen Gebieten ungefähr die gleiche Zeitspanne (14—17 Tage).

Für die Gesamtentwicklung stehen dem Hafer vom Aufgang bis zur Ernte im Durchschnitt der sieben Gebiete 112 Tage zur Verfügung,

ein längerer Zeitraum in der Oberrheinischen Tiefebene (123 Tage) und in der Kölner Bucht (118 Tage),

ein mittlerer Zeitraum in Schleswig-Holstein (114), im Wiener Becken—Marchfeld (113) und in der Schlesischen Bucht (110),

ein kurzer Zeitraum in der Weichsel-San-Niederung (104) und in Ostpreußen (100).

Die für die Teilabschnitte Aufgang bis Erste Rispen und Erste Rispen bis Ernte

des Hafers zur Verfügung stehenden Zeitabschnitte sind bei einer längeren Gesamtentwicklung (Aufgang-Ernte) im Durchschnitt auch entsprechend größer (Oberrheinische Tiefebene, Kölner Bucht und Wiener Becken), bei einer kürzeren Gesamtentwicklung dagegen auch entsprechend kürzer (Weichsel-San-Niederung und Ostpreußen).

Bei genauerer Untersuchung dieser Unterabschnitte ergeben sich aber interessante Unterschiede, die einen Einblick in den landschaftsweise wechselnden inneren Wachstumsrhythmus der Haferpflanzen gewähren.

Sowohl in der West-Ost-Richtung als auch in der Süd-Nord-Richtung lassen sich charakteristische Änderungen der Wachstumsgeschwindigkeit des Hafers erkennen, die bei beiden Richtungen grundsätzlich verschieden ist.

Diese Änderungen der Andauerzeiten zwischen den Wachstumsphasen Aufgang, Erste Rispen und Ernte sind in den folgenden Schaubildern (Abb. 3 und 4) schematisch dargestellt:

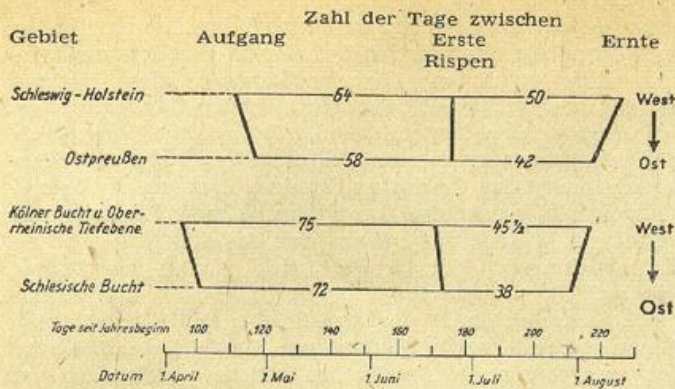


Abb. 3.

Änderung der Andauerzeiten zwischen den Wachstumsphasen des Hafers in West-Ost-Richtung

Danach erfolgt in der West-Ost-Richtung bei den Landschaften, die ungefähr auf der gleichen geographischen Breite liegen, eine gleichmäßige Abnahme sowohl der gesamten der Pflanze zur Verfügung stehenden Entwicklungszeit (Aufgang-Ernte) als auch jeder der beiden Unterabschnitte (Aufgang — Erste Rispen, Erste Rispen-Ernte). Diese Unterschiede werden verursacht durch die verschiedene Temperaturentwicklung im Jahresablauf in den einzelnen Landschaften. In den mehr maritimen Westgebieten Schleswig-Holstein, Kölner Bucht und Oberrheinische Tiefebene erreichen die ersten Frühjahrstemperaturen schon frühzeitig Werte, die für den Aufgang und den ersten Wachstumsbeginn ausreichen. In den weiter ostwärts liegenden mehr kontinentalen Gebieten Ostpreußen und Schlesische Bucht werden die für den Wachstumsbeginn ausreichenden Temperaturen erst später erreicht. Dann erfolgt aber hier, unter dem mehr kontinentalen Einfluß mit der stärkeren Erwärmung, die Entwicklung der Haferpflanzen wesentlich schneller. Dieser wachstumsbeschleunigende Einfluß der durchschnittlich höheren Temperaturverhältnisse in den Ostgebieten hält bis zur Haferernte (Ende Juli, Anfang August) an und bewirkt also in gleicher Weise noch eine Verkürzung der Andauerzeit zwischen dem Erscheinen der ersten Rispen und der Ernte gegenüber den Westgebieten.

Grundsätzlich anders erfolgt die Änderung der Andauerzeiten zwischen den Wachstumsphasen des Hafers in der Süd-Nord-Richtung. (Abb. 4)

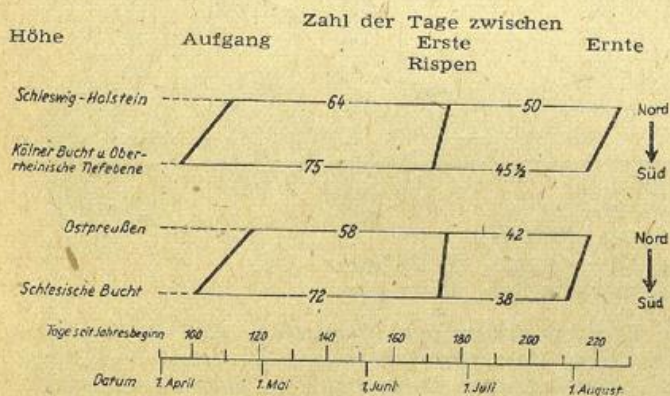


Abb. 4.

Änderung der Andauerzeiten zwischen den Wachstumsphasen des Hafers in Nord-Süd-Richtung

Danach erfolgte in der Süd-Nord-Richtung zwar noch eine Abnahme der Gesamtdauer zwischen Aufgang und Ernte, aber in den beiden Unterabschnitten zeigen sich charakteristische Verschiebungen der Andauerzeiten. Während auch noch der erste Zeitabschnitt zwischen Aufgang und Erscheinen der ersten Rispen regelmäßig von Süden nach Norden kürzer wird, nimmt der zweite Zeitabschnitt zwischen dem Erschei-

nen der ersten Rispen und der Ernte regelmäßig an Länge zu. Dieses gegensätzliche Verhalten beider Unterabschnitte ist folgendermaßen zu erklären.

In den südlicheren Lagen werden frühzeitiger Temperaturwerte erreicht, die für den Aufgang und den Beginn der ersten Jugendentwicklung ausreichen. Wenn auch in den nördlicheren Lagen die für den Aufgang notwendigen Temperaturen erreicht sind, nimmt die Erwärmung besonders auch unter dem Einfluß der erhöhten Einstrahlung in dieser Jahreszeit schnell zu, so daß die weitere Entwicklung der Haferpflanzen jetzt schneller vonstatten geht und in den nördlichen Gebieten gegenüber der schon etwas weiteren Entwicklung im Süden schnell aufholt. Die dann im zweiten Unterabschnitt (zwischen dem Erscheinen der ersten Rispen und der Ernte) für das Ausreifen der Körner notwendige stärkere Erwärmung steht in den südlicheren Lagen in größerem Ausmaße zur Verfügung als in den nördlicheren Gebieten, so daß in diesen nördlichen Gebieten die zweite Entwicklungszeit etwas länger dauert als in den südlicheren. Diese durch die einzelnen Landschaften bedingten wechselnden zeitlichen Unterschiede der Unterabschnitte sind also durch die Gesamtzeit (Aufgang-Ernte) verdeckt. Erst das genauere Studium der Einzelabschnitte kann über die tatsächlichen Wachstumsverhältnisse im einzelnen Aufschluß geben.

Ein dem letzten Wachstumsabschnitt des Hafers (Erscheinen der ersten Rispen-Ernte) annähernd entsprechend schnelleres oder langsames Entwicklungstempo zeigte auch der Winterroggen sowohl im Gesamtzeitraum vom Ährenschieben bis zur Ernte als auch in den beiden Teilabschnitten vor und nach der Blüte.

Die weitaus größten Unterschiede finden sich in dem Zeitraum zwischen Roggen-Ernte und -Aussaat. Diese Zeitspanne besitzt für die Landwirtschaft ein besonderes Interesse, denn in ihr müssen einerseits alle mit der Herbstbestellung in Zusammenhang stehenden Arbeiten durchgeführt sein und andererseits ist die Länge dieses Zeitraums mit ein wichtiger Maßstab dafür, ob der Zwischenfruchtbau in diesem Anbaugbiet Erfolg verspricht oder nicht. Wenn in Ostpreußen für diese Zeitspanne nur 54 Tage zur Verfügung stehen, so sind dort die Aussichten für einen erfolgreichen Zwischenfruchtbau wesentlich ungünstiger als in den anderen Gebieten, in denen diese Zeitspanne z. T. beträchtlich länger dauert. Und in diesen Gebieten mit einer längeren Zeitspanne steht auch mehr Zeit zur Verfügung, um die notwendigen Feldarbeiten für die Herbstbestellung mit größerer Sorgfalt durchführen zu können als in Ostpreußen.

Von der Aussaat bis zum Aufgang des Winterroggens vergehen ziemlich gleichmäßig 9—11 Tage. Je früher die Aussaat stattfindet (Weichsel-San-Niederung und Ostpreußen 256. bzw. 254. Tag), um so schneller geht infolge der zu dieser Zeit im allgemeinen noch höheren Erdbodentemperaturen der Roggen auf (in 9 Tagen); bei später Aussaat dagegen (Schleswig-Holstein und Kölner Bucht am 283. Tag) geht der Roggen erst am 11. Tage auf. Bei mittlerer Aussaatzeit zeigt sich keine eindeutige Beziehung zur Keimdauer.

Da die Termine vom Ende der Feldarbeiten keine großen Unterschiede zeigen, wächst die Zahl der Tage zwischen Roggen-Aufgang und dem Ende der Feldarbeiten in dem Maße, wie der Aufgang zu einem früheren Termine erfolgt.

Aus der Differenz zwischen dem Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr und dem Ende derselben im Herbst ergibt sich die gesamte Zeitspanne, die dem Landwirt für die Erledigung der notwendigen Feldarbeiten und den Pflanzen für die verschiedenen Wachstumsabschnitte im Laufe des Jah-

res zur Verfügung stehen. Am ungünstigsten liegen die Verhältnisse in Ostpreußen mit nur 223 Tagen, während das Wiener-Becken-Marchfeld, die Kölner Bucht sowie die Oberrheinische Tiefebene mit 258 bzw. 256 und 252 Tagen in dieser Beziehung am günstigsten sind. Die Schlesische Bucht, Weichsel-San-Niederung und Schleswig-Holstein nehmen mit 245 bzw. 244 Tagen eine Mittelstellung ein.

Aus diesen Werten ergibt sich auch die Winter-ruhe, mit der in den verschiedenen Gebieten durchschnittlich zu rechnen ist. Mit einer Pause von 142 Tagen herrscht die längste Unterbrechung in Ostpreußen, während im Marchfeld bereits nach 107 Tagen die Arbeiten auf dem Felde wieder aufgenommen werden können.

Der Vergleich der zwischen den einzelnen Phasen vorhandenen Zeiträume zeigt also, daß der gesamte für die Feldarbeiten zur Verfügung stehende Zeitraum (vom Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr bis zum Ende im Herbst) noch kein Urteil darüber zuläßt, ob ein bestimmtes Anbaugesbiet in allen Vegetationsabschnitten günstig oder ungünstig im landwirtschaftlichen Sinne ist. Erst das genauere Studium des Ablaufs der phänologischen Erscheinungen im Laufe des ganzen Jahres kann hier genaueren Aufschluß geben.

3. Bewertung der Gebiete nach dem phänologischen Jahresablauf.

Die genaue Kenntnis vom Ablauf des phänologischen Geschehens während des ganzen Jahres bietet eine wertvolle Hilfe bei der Bewertung der landwirtschaftlichen Verhältnisse einer bestimmten Gegend oder eines einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes. Bei der Beurteilung der natürlichen Anbaubedingungen ge-

winnt neben dem Boden auch das Klima immer mehr an Bedeutung. So werden bei der in den letzten Jahren durchgeführten Neueinschätzung des Bodens (Reichsbodenschätzung) die klimatischen Gegebenheiten der betreffenden Gegend mit berücksichtigt. Von gleich großer Bedeutung wie das Klima ist bei der richtigen Einschätzung des Grund und Bodens die genaue Kenntnis vom Zeitpunkt des durchschnittlichen Eintritts der einzelnen Wachstumsphasen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Nur so läßt sich richtig beurteilen, wie z. B. Temperatur oder Niederschlag auf die Wachstumsgeschwindigkeit der verschiedenen Pflanzenarten einwirken und welche Zeitspanne für die Durchführung der verschiedenen landwirtschaftlichen Arbeiten im Laufe des Jahres zur Verfügung stehen. Erst durch die phänologischen Daten kann das Bild von den natürlichen Bedingungen des Landbaus abgerundet werden. Bei einer Bewertung verschiedener Gebiete nach den phänologischen Verhältnissen, die Anspruch auf eine allgemeine Verwendbarkeit erheben soll, müssen die zahlreichen im Laufe eines Jahres gewonnenen Beobachtungsergebnisse weitgehend zusammengefaßt und in einer möglichst kurzen Charakterisierung wiedergegeben werden. Im folgenden wurde eine solche Bewertung der sieben untersuchten Gebiete nach den phänologischen Gegebenheiten in ähnlicher Weise versucht, wie sie bereits früher an anderer Stelle (12) für verschiedene typische Klimagebiete Europas durchgeführt wurde.

Eine solche Charakterisierung muß Angaben über 1. den Beginn, 2. die Länge und 3. die zeitliche Unterteilung (in Unterperioden) der landwirtschaftlich nutzbaren Zeit enthalten. Im vorliegenden Fall wurde von den Mittelwerten folgender Pflanzengruppen ausgegangen: 1. Hafer-Aussaat und -Aufgang; 2. Ernte von Winterroggen und Hafer; 3. Winterroggen-Aussaat und -Aufgang (Tabelle 5).

Tabelle 5.

Anbaugesbiet	Beginn		Länge		Charakterisierung d. Unterabschnitte	
	der landwirtschaftlich nutzbaren Zeit					
	Frühjahr	Frühjahr bis Herbst	Frühjahr bis Sommer	Sommer bis Herbst		
	Datum	Zahl der Tage				
Kölner Bucht	31. III.	--	198	--	L	l
Oberrhein. Tiefebene	28. III.	--	196	--	L	m
Wiener-Becken-Marchfeld	24. III.	--	195	--	M	l
Schleswig-Holstein	12. IV.	--	186	--	M	m
Schlesische Bucht	3. IV.	--	182	--	M	m
Weichsel-San-Niederung	6. IV.	--	164	--	K	k
Ostpreußen	20. IV.	--	148	--	K	k

Frühjahr = Hafer-Aussaat und -Aufgang (Mittel)

Sommer = Winterroggen- und Hafer-Ernte (Mittel)

Herbst = Winterroggen-Aussaat und -Aufgang (Mittel)

Zeitspanne: Frühjahr bis Sommer L = lang; M = mittel; K = kurz
 Sommer bis Herbst l = lang; m = mittel; k = kurz

1. Bei der Angabe des Beginns der landwirtschaftlich nutzbaren Zeit, also hier der Mittelwerte von Hafer-Aussaat und -Aufgang, ist es zweckmäßig, den genauen Termin als Datum anzugeben.

2. Die gesamte Länge der landwirtschaftlich nutzbaren Zeit, hier die Zeit vom Mittel der Phasengruppe: Hafer-Aussaat und -Aufgang im Frühjahr bis zum Mittel der Phasengruppe: Winterroggen-Aussaat und -Aufgang im Herbst wird als Zahl der Tage angegeben.

3. Die phänologische Charakterisierung verschiedener Anbaugesbiete muß auch noch Angaben über die zeitliche Unterteilung der Gesamtperiode enthalten. Hierbei kommt es weniger auf

die Terminangaben der Phasen an, die die Gesamtperiode in Unterperioden teilen, die also den Stand des phänologischen Geschehens in einem bestimmten Zeitpunkt geben. Vielmehr muß aus der Charakterisierung vor allem die Andauerzeit der Unterperioden und damit auch die Geschwindigkeit des Jahresablaufes zu erschen sein. Hierbei steht also nicht mehr im Vordergrund der Betrachtung, ob an einer Station das Frühjahr später oder früher einsetzt, es kommt vielmehr vor allem darauf an, ob das Pflanzenwachstum zwischen bestimmten Vegetationsabschnitten in dem einen Gebiet eine Beschleunigung und in dem anderen eine Verzögerung erfährt.

Nach den verschiedenen langen Zeiträumen, die für das Pflanzenwachstum oder für die Erledigung be-

stimmter landwirtschaftlicher Arbeiten zur Verfügung stehen, lassen sich bei den hier untersuchten sieben verschiedenen Anbaugebieten folgende Typen unterscheiden:

In dem Zeitabschnitt vom Frühjahr bis Hochsommer (Frühjahrsbestellung bis Getreideernte) ergeben sich drei Gruppen, die durch die großen Buchstaben L, M, K gekennzeichnet werden. Hierbei bedeutet M = mittlere Andauerzeit, berechnet als Mittel der 7 Gebiete = 111 Tage mit Abweichungen von + - 6 Tagen. L (lang) bezeichnet eine längere Andauerzeit (sieben Tage oder länger als das berechnete Mittel). Andauerzeiten, die sieben oder mehr Tage kürzer als das Mittel sind, werden mit K (kurz) bezeichnet.

Der zweite Hauptabschnitt vom Sommer bis zum Herbst wird ebenfalls in drei Gruppen mit entsprechen-

den Stufen der Abweichungen vom Mittel (1 bis 6 und 7 bis mehr Tage länger bzw. kürzer als das Mittel = 71 Tage) unterteilt, die zur Unterscheidung von den Gruppen des ersten Hauptabschnittes im Frühjahr mit den kleinen Buchstaben l, m, k (lang, mittel, kurz) bezeichnet werden.

Diese Charakterisierung der Gebiete durch die längere oder kürzere Andauerzeit bzw. die Beschleunigung oder Verzögerung des Entwicklungstempos vor und nach dem Hochsommer ergibt also unter Benutzung dieser Kennzeichnung mit Buchstaben folgende Typen, die in der folgenden Übersicht (Tab. 6) zusammengestellt sind.

Durch die Einführung dieser Zahlen- und Buchstabenengruppen ist also jedes Gebiet hinsichtlich des Beginns der Länge und der zeitlichen Unterteilung der gesamten landwirtschaftlich nutzbaren Zeit hinreichend

Tabelle 6.
Phänologische Klassifizierung der Anbaugebiete.

Zeitspanne Frühjahr bis Sommer	Sommer bis Herbst		
		l	m
L	Kölner Bucht 31. III. — 198		Oberrhein. Tiefebene 28. III. — 196
M	Wiener Becken-Marchfeld 24. III. — 195		Schleswig-Holstein 12. IV. — 186
			Schlesische Bucht 3. IV. — 182
K			Weichsel-San-Niederung 6. IV. — 164
			Ostpreußen 20. IV. — 148

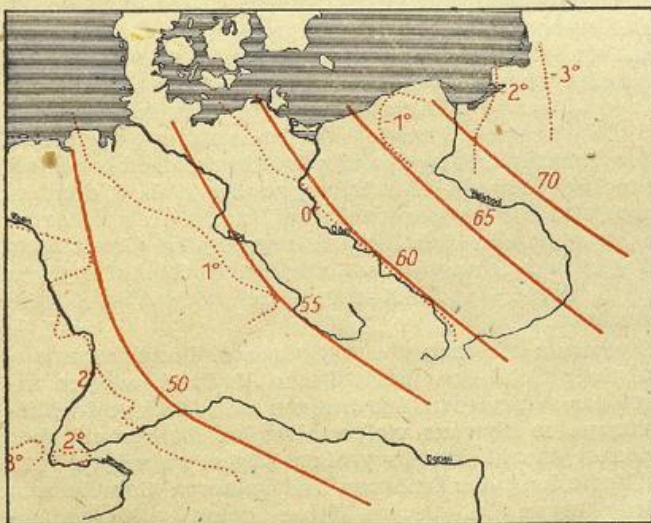
Zeitspanne: Frühjahr bis Sommer L = lang; M = mittel; K = kurz.
Sommer bis Herbst l = lang; m = mittel; k = kurz.

genau charakterisiert. Die sich hierbei ergebende Zeiteinteilung genügt den wichtigsten Ansprüchen, die von seiten der landwirtschaftlichen Praxis bei der Beurteilung verschiedener Gebiete zunächst gestellt werden.

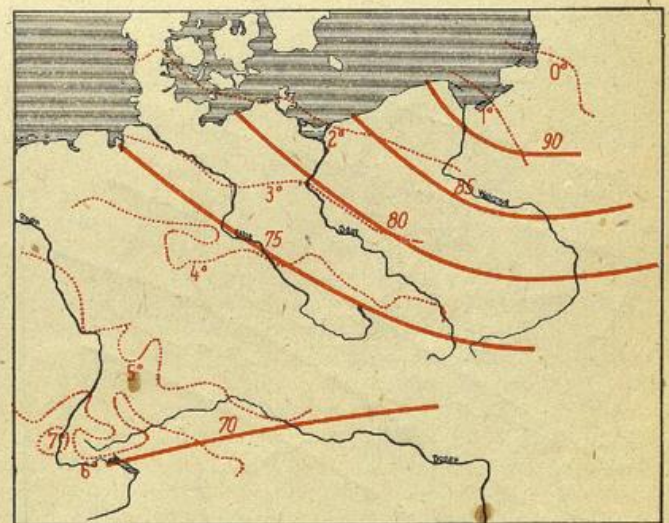
4. Karten zum phänologischen Jahresablauf.

In der Abb. 2 war durch die graphischen Darstellungen ein Bild von dem Ablauf des phänologischen

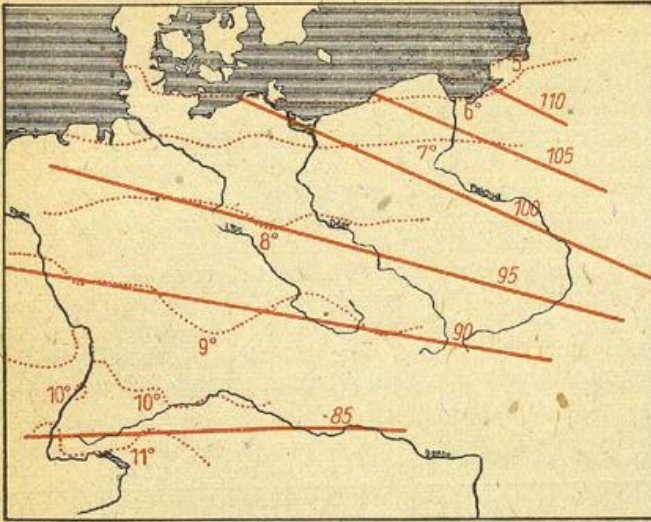
Abb. 5
Schematische Darstellung
des durchschnittlichen phänologischen Jahresablaufs
(Mittel 1936—1939)
und Verlauf der Isothermen in verschiedenen Monaten
— Linien gleichen Phasenbeginns (Tage seit Jahresbeginn)
..... Isothermen (°C)



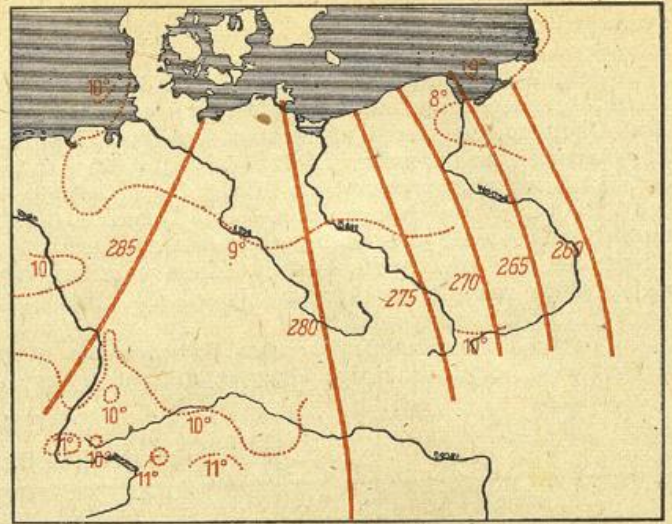
a.
Schneeglöckchen-Blüte
Februar-Isothermen



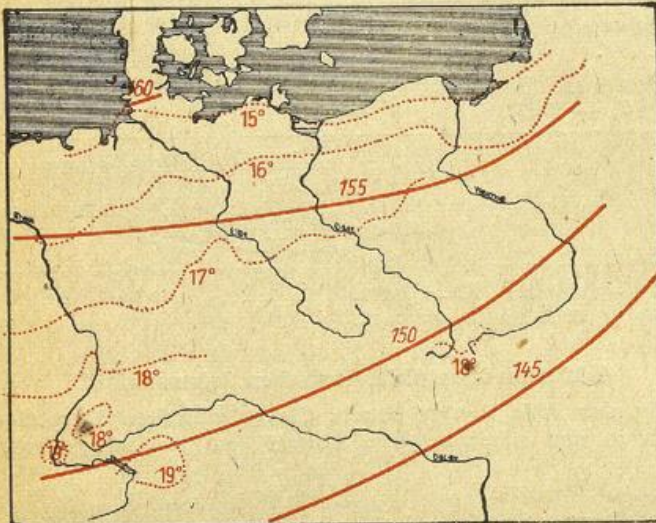
b.
Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr
März-Isothermen



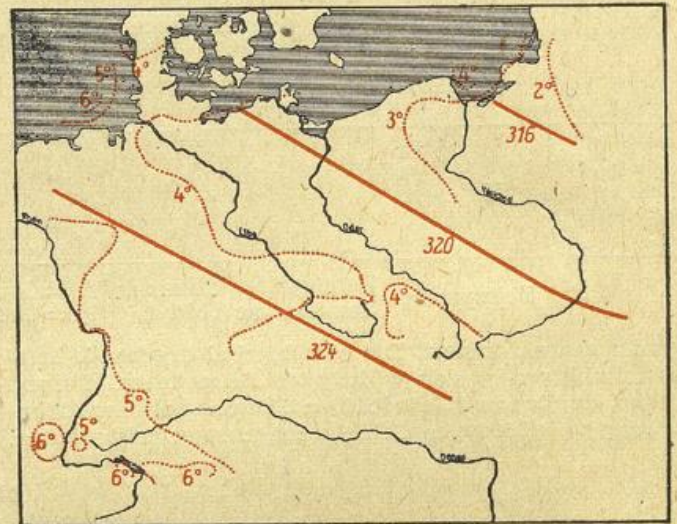
c.
Hafer-Aussaat und -Aufgang (Mittel)
April-Isothermen



f.
Winterroggen-Aussaat und -Aufgang (Mittel)
Oktober-Isothermen



d.
Winterroggen-Ahrenschieben und -Blüte,
Hafer — Erste Rispen (Mittel)
Juni-Isothermen



g.
Ende der Feldarbeiten im Herbst
November-Isothermen



e.
Winterroggen- und Hafer-Ernte (Mittel)
Juli-Isothermen

Geschehens während eines ganzen Jahres gegeben. In den Kartenskizzen der Abb. 5 (a — g) ist ebenfalls ein Bild von dem Ablauf des phänologischen Geschehens, aber in regionaler Darstellung für die einzelnen Phasen gegeben. Die für die einzelnen Phasen bzw. Phasengruppen errechneten Durchschnittswerte der 7 Gebiete, die bereits als Grundlage für die Darstellungen der Abb. 2 dienten, wurden in der regionalen Verteilung in Arbeitskarten eingetragen; die sich hieraus ergebenden Grenzlinien mit gleichem Phasenbeginn wurden in Abstufung von 5 zu 5 Tagen in die Kartenskizzen der Abb. 5 eingezeichnet.

Diese nur schematisch angegebenen Grenzlinien zeigen zwar nicht den tatsächlichen Verlauf, wie er infolge der zahlreichen Erhebungen und Gebirge in Mitteleuropa so überaus vielgestaltig ist. Es kommt aber zunächst darauf an, in großen Zügen zu zeigen, wie die Verteilung der früheren und späteren Gebiete sein würde, wenn in diesem Raum keine größeren Erhebungen vorhanden wären. So läßt sich erkennen, welche Faktoren, abgesehen von der Meereshöhe, für die regionale Verteilung der früheren und späteren Gebiete bestimmend sind. Da die früheste der land-

wirtschaftlichen Phasen — der Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr — erst die Verhältnisse des März charakterisiert, wurde hier eine Phase der wildwachsenden Pflanzen, nämlich die erste Blüte der Schneeglöckchen, mit hinzugenommen, die bereits die phänologischen Verhältnisse im Februar kennzeichnet.

Nach diesen Karten tritt mit fortschreitender Jahreszeit eine allmähliche Verlagerung der frühen und späten Gebiete in der Art ein, daß sich die Grenzlinien, die im Februar von NW nach SE verlaufen, entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers drehen. Im Juli zur Zeit der Ernte verlaufen die Grenzlinien bereits von SW nach NE, so daß die Linien gleichen Phasenbeginns im Verlaufe von etwa einem halben Jahre schon eine Drehung von 90° erfahren haben.

Im November schließlich, zur Zeit der Beendigung der Feldarbeiten im Herbst, verlaufen die Grenzlinien von SSE nach NNW, so daß jetzt die frühesten Gebiete in Ostpreußen, die spätesten dagegen im SW dieses bearbeiteten Raumes liegen. Vom Februar bis zum November haben also die Grenzlinien der einzelnen Zonen ihre Richtung um 180° gedreht.

Es sei hier nochmals betont, daß diese schematisch gezeichneten Grenzlinien nur die großen Unterschiede

zeigen können, während alle Einzelheiten des tatsächlichen Verlaufs der Linien gleichen Phasenbeginns den phänologischen Karten zu entnehmen sind, die für den Deutschland betreffenden Teil in den Wissenschaftlichen Abhandlungen des früheren Reichsamts für Wetterdienst (19) bisher von den beiden Jahren 1936 und 1937 erschienen sind. Hier sollte nur der Jahresrhythmus des phänologischen Geschehens im mitteleuropäischen Raum in großen Zügen gezeigt werden.

5. Die horizontale Wanderungsgeschwindigkeit der phänologischen Jahreszeiten

An Hand der Kartenskizzen der Abb. 5 wurde noch die horizontale Wanderungsgeschwindigkeit der verschiedenen Phasengruppen festgestellt. In früheren Arbeiten (Ihne 5, Schrepfer 14) wurde die Einzugs geschwindigkeit einer Phase je Breiten- und Längengrad berechnet. Hier wurde die Wanderungsgeschwindigkeit, die in der Tabelle 7 mitgeteilt ist, auf einer Meßstrecke errechnet, die in jedem Fall ungefähr vom Wiener-Becken und Marchfeld aus nach NE, NNE, NNW usw. senkrecht zu den Linien gleichen Phasenbeginns gelegt wurde.

Tabelle 7
Durchschnittliche horizontale Wanderungsgeschwindigkeit der Phasen im Verlauf des Jahres.

Phase	Richtung der Meßstrecke	Durchschnittliche Geschwindigkeit km je Tag	Es wurden zurückgelegt 100 km in Tagen
Schneeglöckchen	SW — NE	35	2,9
Beginn der Feldarbeiten	SSW — NNE	30	3,3
Hafer-Aussaat und -Aufgang	SSW — NNE	28	3,6
Winterroggen-Ährenschieben und -Blüte Hafer — Erste Rispen	SSE — NNW	50	2,0
Winterroggen- und Hafer-Ernte	SE — NW	35	2,9
Winterroggen-Aussaat und -Aufgang	ENE — WSW	28	3,6
Ende der Feldarbeiten	NE — SW	69	1,5

Hierbei ergaben sich Schwankungen der Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen 28 bis 69 km je Tag. Es wurden also je 100 km in 1,5 bis 3,6 Tagen zurückgelegt.

Bereits in einer früheren Arbeit (12) wurden von uns die horizontalen Wanderungsgeschwindigkeiten einiger phänologischer Phasen allerdings für einen größeren Ausschnitt Europas berechnet. Die Berechnungen wurden dort für einige andere Phasen und auch für andere Meßstrecken in West-, Mittel- und Osteuropa durchgeführt. Die dort errechneten Werte entsprechen für die betreffenden Jahreszeiten tendenzmäßig den hier mitgeteilten Werten.

6. Ursache der phänologischen Unterschiede.

a) Vergleich der Isophanen mit den Isothermen.

Der in den Kartenskizzen der Abb. 5 deutlich zum Ausdruck kommende Jahresrhythmus des phänologischen Geschehens ist bedingt durch die geographische Lage des mitteleuropäischen Raumes zwischen dem maritimen West- und dem kontinentalen Osteuropa. Die vom Süden nach Norden mit den höheren Breitengraden zu erwartende gleichmäßige Verzögerung der Vegetation erfährt in den einzelnen Jahreszeiten je nach dem stärkeren Temperatureinfluß im Westen oder Osten eine entsprechende Änderung. Zum Vergleich wurden in den Karten der Abb. 5 die Isothermen der entsprechenden Monate eingezeichnet, die dem Klima-Atlas von Deutschland (2) entnommen wurden. Da es sich hierbei um Isothermen handelt, die auf den Meeresspiegel

bezogen sind, können diese hier mit den Isophanen, den Linien gleichen Beginns phänologischer Phasen, verglichen werden, die sich ebenfalls auf Angaben von Gebieten mit annähernd gleicher Höhenlage unter 200 m beziehen.

Aus den Karten ist zu ersehen, daß Isophanen und Isothermen die gleiche Richtungstendenz besitzen. Im Frühjahr hatten sich unter dem maritimen Einfluß Westeuropas die westlichen Teile Deutschlands schneller erwärmt als die mehr unter kontinentalem Einfluß stehenden und somit zu dieser Jahreszeit noch kühleren östlichen Teile. Mit fortschreitender Jahreszeit beginnen die im Osten und Südosten liegenden Festlandmassen sich schnell zu erwärmen. In kurzer Zeit wird nicht nur der Wärmevorsprung des Westens durch die kontinentalen Gebiete des Donaunraumes und seiner Nachbargebiete aufgeholt, sondern sogar noch überflügelt, so daß bereits Ende Mai die Entwicklung der Vegetation im Südosten des bearbeiteten Gebietes einen deutlichen Vorsprung besitzt. Zwei Monate später im Juli hat sich das osteuropäische Festland soweit erwärmt, daß bei der Getreideernte die Früherntengebiete im Osten und Südosten liegen. Bis zum Sommer zeigen demnach die Isophanen und Isothermen einen weitgehend gleichsinnigen Verlauf. Im Herbst (September—Oktober) läßt sich dagegen kein Zusammenhang zwischen den Isophanen der Bestellung und des Aufgangs des Winterroggens und den Isothermen des Oktobers feststellen. Beide

Liniengruppen scheinen sich zu kreuzen. Während die Isothermen nach dem Hochsommer mit SW—NE Richtung wieder in durchschnittlich W—E Richtung zurückschwingen, haben sich die Isophanen weiter entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers gedreht. Es ist hierbei aber zu beachten, daß es sich bei der Herbstbestellung um eine Phase handelt, die auch von wirtschaftlichen Maßnahmen beeinflusst ist. Die Bestellung muß so rechtzeitig erfolgt sein, daß bei dem in der betreffenden Gegend üblichen Witterungsverlauf das Getreide aufgehen und sich vor Winter noch genügend entwickeln kann. Es ist möglich, daß hierdurch der verschiedene Verlauf von Isophanen und Isothermen mit bestimmt wird. Erst im November wieder läßt sich ein ähnlicher Verlauf der Isothermen und Isophanen feststellen. Hierbei ist zu beachten, daß die frühesten Gebiete jetzt im Spätherbst mit den Gebieten mit niedrigsten Temperaturen zusammenfallen, während im Frühjahr und Sommer umgekehrt den frühesten Terminen die höchsten Temperaturen entsprechen.

Die Ursache für dieses verschiedene Verhalten in den beiden Jahreshälften liegt darin, daß der Termin des Phasenbeginns im ersten Halbjahr bis zum Sommer davon abhängig ist, wann bestimmte Grenztemperaturen überschritten werden, während im zweiten Halbjahr die einzelnen Phasen erst dann beginnen, wenn bestimmte Grenztemperaturen unterschritten werden.

Der Vergleich der Isophanen und Isothermen, wie er hier auf den Karten der Abb. 5 versucht wurde, ist aber nur in bestimmten Teilgebieten möglich. Denn es handelt sich bei den Isolinien um zwei grundsätzlich verschiedene Darstellungsarten. Während die Isothermen den mittleren Zustand eines ganzen Monats geben, zeigen die Isophanen das zeitliche Fortschreiten der entsprechenden Entwicklungsphase. Bei den Isothermen handelt es sich also um eine statische Darstellung und bei den Isophanen um die Verbildlichung dynamischen Geschehens. Eine annähernde Überein-

stimmung beider Linienarten ist daher nur in einem begrenzten Gebiet zu erwarten. Es müßte für jede phänologische Phase bzw. Phasengruppe das Fortschreiten einer bestimmten Isotherme gezeichnet werden, die mit den betreffenden Isophanen übereinstimmt. Auf diesen Karten wurde der Vergleich zunächst nur mit den für ein und denselben Monat berechneten Isothermen durchgeführt. Die Figuren zeigen aber, daß das Fortschreiten der Isophanen und die Wärmeverhältnisse Mitteleuropas in einer bestimmten Beziehung stehen und daß da, wo eine gute zeitliche Übereinstimmung zwischen den Isophanen und Isothermen besteht, die Isophanen sich entsprechend dem Temperaturgefälle fortbewegen. Daher können also die Isophanen auch zu einer Charakterisierung der klimatischen Eigenschaften Mitteleuropas herangezogen werden.

b) Grenztemperaturen der phänologischen Phasen.

Wenn der Zeitpunkt des Eintretens der verschiedenen Phasen, wie hier auch aus den Kartenskizzen der Abb. 5 hervorgeht, in so starkem Maße von der Temperatur abhängig ist, muß sich für jede der verschiedenen Phasen eine mittlere Grenztemperatur errechnen lassen, die im Jahrestemperaturgang erst erreicht sein muß, bevor die betreffende Phase ausgelöst wird.

Die Feststellung dieser Grenztemperaturen erfolgte nach der graphischen Methode. Ausgegangen wurde hierbei von den Monatsmitteltemperaturen, die in Millimeterpapier eingetragen (Ordinate = Temperatur, Abszisse = Zeit) und durch eine Kurve verbunden wurden. Für jeden Tag kann dann abgelesen werden, welche Temperatur im Durchschnitt erreicht ist.

Für jedes der sieben untersuchten Gebiete wurde eine meteorologische Station ausgewählt, die für das betreffende Gebiet repräsentativ erschien. Auf Grund der vierjährigen (1936—1939) Monatsmitteltemperatu-

Tabelle 8

Grenztemperaturen der phänologischen Phasen.

(Berechnet für den Beobachtungszeitraum 1936—1939)

(Tage seit Jahresbeginn, Temperatur °C)

Gebiet und Meteorolog. Station	Beginn der Feldarbeiten		Hafer				Winterroggen				Hafer		Winterroggen				Ende der Feldarbeiten					
	Tag	Temp.	Aussaat		Aufgang		Ähren-schieben		Blüte		Tag	Temp.	Ernte		Aussaat		Aufgang		Tag	Temp.		
			Tag	Temp.	Tag	Temp.	Tag	Temp.	Tag	Temp.			Tag	Temp.	Tag	Temp.	Tag	Temp.				
1. Schleswig-Holstein Kiel	77	4,0	94	5,6	111	7,5	144	12,5	160	15,1	175	16,3	213	17,4	225	17,6	283	9,8	294	8,3	321	5,4
2. Kölner Bucht Leverkusen	70	6,0	83	7,0	97	7,9	136	14,1	152	16,0	171	17,8	201	18,2	215	18,2	283	10,5	294	9,0	326	5,7
3. Oberrhein. Tiefeb. Karlsruhe	73	6,4	80	7,0	94	8,2	136	14,3	150	16,2	170	18,4	201	19,0	217	19,0	279	10,8	288	9,1	325	5,4
4. Wiener Becken Neusiedl a. See	68	5,3	76	6,4	91	8,3	130	14,1	144	16,2	161	18,5	184	20,1	204	20,4	274	12,4	284	10,5	326	3,9
5. Schlesische Bucht Breslau-Krietern	77	4,9	85	5,8	101	7,7	137	14,1	150	15,8	173	18,0	195	18,8	211	18,6	270	11,8	281	9,8	322	4,2
6. Weichsel-San-Nied. Tarnow	77	5,2	88	6,5	104	8,5	129	13,5	145	15,9	—	—	188	19,4	208	18,8	256	14,7	265	13,1	322	4,1
7. Ostpreußen Heilsberg	93	5,3	103	6,8	117	9,7	140	14,1	154	15,7	175	17,6	200	19,0	217	19,1	254	14,3	263	12,5	316	3,9
Mittlere Grenztemperatur		5,4		6,4		8,3		13,8		15,8		17,8		18,8		18,8		12,0		10,3		4,7
Höchste Grenztemperatur		6,4		7,0		9,7		14,3		16,2		18,5		20,1		20,4		14,7		13,1		5,7
Niedrigste		4,0		5,6		7,5		12,5		15,1		16,3		17,4		17,6		9,8		8,3		3,9

ren dieser Stationen wurden nach der angegebenen Methode die Grenztemperaturen für die Termine der einzelnen phänologischen Phasen errechnet. Da es sich hierbei um eine verhältnismäßig grobe Methode handelt, ist aber nur eine annähernde Übereinstimmung der für die verschiedenen Gebiete berechneten Grenztemperaturen zu erwarten.

Die für die einzelnen Phasen errechneten Werte sind in der Tabelle 8 zusammengestellt.

Es lassen sich also für die verschiedenen Phasen mittlere Grenztemperaturen errechnen. Dies würde bedeuten, daß mit dem durchschnittlichen Eintritt einer Phase dann zu rechnen ist, wenn nach den langjährigen meteorologischen Beobachtungsergebnissen die betreffende Temperaturgrenze über- bzw. unterschritten wird. Bei den verschiedenen Phasen zeigen sich mehr oder weniger große Abweichungen vom Mittel, die aber $\pm 1,5^{\circ}$ nicht überschreiten. Diese Abweichungen sind aber nicht zufälliger Art, sondern sie scheinen in Beziehung zu den phänologischen Beobachtungsterminen zu stehen. Je früher in einem Gebiet der Beginn einer Phase einsetzt, um so größer ist im allgemeinen die dazu gehörige berechnete Grenztemperatur, und umgekehrt entspricht einem späteren Termin eine niedrigere Temperatur. Nur beim Beginn und Ende der Feldarbeiten sowie bei der Haferbestellung ist diese Beziehung nicht zu erkennen. Eine Erklärung für dieses verschiedene Verhalten soll später an anderer Stelle versucht werden.

Von den verschiedenen hier gewonnenen Grenztemperaturen sind diejenigen vom Beginn und vom Ende der Feldarbeiten von besonderem Interesse. Beide liegen im Mittel ungefähr bei 5°C . Damit hat man also umgekehrt mit der Terminberechnung des durchschnittlichen Über- oder Unterschreitens einer Temperaturgrenze von 5°C , wie diese im Tabellenband (Tabelle 5) der Klimakunde des Deutschen Reiches (20) für zahlreiche Stationen des amtlichen Netzes durchgeführt wurde, einen brauchbaren Hinweis für den durchschnittlichen Beginn und das Ende der Feldarbeiten und damit auch für die Andauer, die dem Landwirt in der Nachbarschaft der betreffenden Station für die Durchführung aller Feldarbeiten im Laufe eines Jahres zur Verfügung stehen.

Dieser Rückschluß von den Temperaturbeobachtungen auf ausgesprochen landwirtschaftliche Verhältnisse ist aber nur dann möglich, wenn die Aufstellung der meteorologischen Station auch den Verhältnissen des freien Landes entspricht. Die geschützten Aufstellungen besonders in Großstädten, wo oft mehr das Stadtklima gemessen wird, sind von diesen Betrachtungen selbstverständlich auszuschließen.

Auch die Temperaturgrenzen von 10°C , die ebenfalls in den Tabellen der Klimakunde angegeben werden, geben brauchbare Hinweise für den landwirtschaftlichen Betrieb. Wenn die 10° Temperaturgrenze im Frühjahr überschritten wird, ist die Frühjahrsbestellung beendet, das Sommergetreide ist bereits aufgelaufen, der Winterroggen beginnt zu schießen. Im Herbst muß nach den hier gewonnenen Daten die Aussaat des Winterroggens im allgemeinen beendet sein, bevor die 10° -Grenze unterschritten wird. Von besonderem Interesse ist hier noch die Grenztemperatur der Winterroggenblüte. Diese Phase, die für verschiedene Zwecke als wichtiger Anhalt dienen kann, beginnt erst, wenn die 15° -Grenze überschritten wird.

Diese hier ermittelten Temperaturgrenzen können zunächst nur als erster Anhalt dienen. Möglicherweise werden sich noch einige Verschiebungen ergeben, wenn

erst eine langjährige Beobachtungsreihe phänologischer Phasen vorliegt. Zu berücksichtigen bleibt hierbei ferner, daß die Grenztemperaturen in den einzelnen Anbaugebieten kleine Änderungen erfahren.

Daß bei einem späten Phasenbeginn die Grenztemperaturen verhältnismäßig niedrig sind, deutet darauf hin, daß das Erreichen dieser Grenztemperaturen nicht das Entscheidende für die Phasenentwicklung ist. Entscheidend für das Wachstum ist vielmehr erstens das Erreichen einer Mindesttemperatur, die erreicht werden muß, um den Eintritt einer Phase überhaupt auszulösen, und zweitens die längere Andauer der Mindesttemperatur. Die für die einzelnen Wachstumsphasen notwendigen Mindesttemperaturen liegen sicher tiefer, als die hier für die verschiedenen Gebiete berechneten Grenztemperaturen. Die Winterroggen-Blüte und -Ernte z. B. wird auch noch bei tieferen Temperaturen als bei den für Schleswig-Holstein berechneten Grenztemperaturen eintreten können, wenn die Mindesttemperatur nur entsprechend längere Zeit überschritten wird.

Die für die Roggenreife nötige Mindesttemperatur würde sich z. B. an der nördlichen Anbaugrenze feststellen lassen. Dort ist aber auch die Wachstumszeit wesentlich länger. Wenn nun die für eine bestimmte Phase, z. B. die Roggenblüte, unbedingt notwendige Mindesttemperatur z. B. im Wiener Becken-Marchfeld im Frühjahr erreicht wird, so ist damit noch nicht die Notwendigkeit gegeben, daß dann der Roggen auch zum gleichen Zeitpunkt blüht. Die Roggenpflanze braucht eine gewisse Zeit zum Wachsen, zum Schossen der Halme, zur Anlage und Ausbildung der Ähren, bis eine gewisse Bereitschaft der Pflanze zum Blühen eingetreten ist.

Wird die für das Aufblühen notwendige Mindesttemperatur überschritten, bevor diese Bereitschaft zum Blühen eingetreten ist, so können auch relativ hohe Temperaturen die Pflanze nicht zum sofortigen Blühen veranlassen. Nur die vorhergehenden Entwicklungsstadien bis zum Erreichen der Blühbereitschaft können beschleunigt werden. Jede Pflanze muß also im Verlaufe ihres allmählichen Wachstums erst eine gewisse Bereitschaft für eine Entwicklungsphase erreicht haben, bis diese durch bestimmte Temperatureinflüsse veranlaßt in Erscheinung treten kann.

Wenn also die Temperaturen im Frühjahr schnell ansteigen wie z. B. im Wiener Becken-Marchfeld, so können die Pflanzen mit dem Wachstum nicht so schnell folgen. Die zum Blühen notwendige Mindesttemperatur ist schon längst überschritten, bis es tatsächlich zum Blühen kommt. Die Pflanze hinkt also nach. Je schneller die Temperatur steigt, um so höher wird daher auch die für den Blütebeginn berechnete Grenztemperatur sein. Zwar wird durch die höheren Temperaturen auch das Aufblühen beschleunigt, aber die Beschleunigung reicht nicht aus, um schon beim Erreichen der relativ niedrigeren Grenztemperaturen wie in den kühleren Gebieten aufzublühen.

Infolge des schnelleren Temperaturanstiegs ist auch das Wachstum während aller vorangehenden Entwicklungsabschnitte beschleunigt worden. Für das Erreichen eines jeden Wachstumsabschnittes ist eine Mindesttemperatur nötig, die eine gewisse Zeit andauern muß. Durch die ständige Beschleunigung wird der Termin des Phasenbeginns auf einen immer früheren Termin verschoben, während gleichzeitig die Grenztemperatur höher steigt als in den Gebieten mit durchschnittlich langsamer steigenden Temperaturen.

c) Temperatursummen und Summen der Sonnenscheindauer.

Es muß angenommen werden, daß die gleiche Pflanze unter sonst gleichen Anbaubedingungen für ihr Wachs-

tum im Verlaufe eines bestimmten Entwicklungsabschnittes, also von einer Phase bis zur nächsten, eine bestimmte Energiemenge braucht, die ihr zugeführt werden muß. In der Hauptsache stehen hier der Pflanze drei Energiequellen zur Verfügung. Die Hauptquelle findet die Pflanze in der sie umgebenden Lufttemperatur. Hierzu tritt als wichtigste Ergänzung die Strahlung, die die Temperatur in den von ihr getroffenen Pflanzenteilen wesentlich über die Lufttemperatur erhöhen kann. Schließlich wird auch die Wärmeleitung in den Pflanzenteilen vom Erdboden aus eine gewisse Rolle spielen.

Als Vergleichsmaß für die im Laufe eines bestimmten Zeitabschnitts zugeführte Wärmemenge wurde in zahlreichen Untersuchungen der älteren Phänologen

die Summe der täglichen Mitteltemperaturen dieses Zeitraumes angesehen. In späterer Zeit fand diese „Lehre von den Wärmesummen“ eine scharfe Ablehnung. In neuerer Zeit ist von N. Weger (15) bei seinen Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen dem Witterungsverlauf und der Blüte verschiedener Obstbäume wieder mit Erfolg auf die „Temperatursummen“, allerdings mit verfeinerten Methoden, zurückgegriffen worden. Auch in der hier vorliegenden Untersuchung wurden wieder die Temperatursummen berechnet (Tabelle 9), und zwar für die gut abgrenzbaren Entwicklungsabschnitte des Hafers vom Aufgang bis zum Erscheinen der ersten Rispen und von diesem Zeitpunkt bis zum Beginn der Ernte.

Tabelle 9

Temperatursummen ($\approx 5^{\circ}$ C) und Summen der Sonnenscheindauer während der Vegetationszeit des Hafers.
Mittel 1936 — 1939

Nr. des Gebiets und Klimastation	Temperatursummen			Summen der Sonnenscheindauer			Andauer (Tage)			Phasenbeginn	
	Aufgang bis Erste Rispen	Erste Rispen bis Ernte	Aufgang bis Ernte	Aufgang bis Erste Rispen	Erste Rispen bis Ernte	Aufgang bis Ernte	Aufgang bis Erste Rispen	Erste Rispen bis Ernte	Aufgang bis Ernte	Erste Rispen	Ernte
1. Kiel	454	616	1070	523	360	883	64	50	114	175	225
2. Leverkusen (Temperatur) Köln (Sonnenschein)	600	582	1182	475	290	765	74	44	118	171	215
3. Karlsruhe	636	674	1310	495	350	845	76	47	123	170	217
5. Breslau-Krietern (Temper.) Breslau (Sonnenschein)	604	547	1151	488	307	795	72	38	110	173	211
7. Heilsberg (Temperatur) Osterode (Sonnenschein)	541	584	1125	525	373	898	58	42	100	175	217

Da aus den hier untersuchten Gebieten für die vier Jahre 1936—1939 kein vollständiges Material an geeigneten Strahlungsmessungen vorliegt, wurden die in diesem Zeitraum beobachteten Sonnenscheinstunden addiert. Diese „Summen der Sonnenscheinstunden“ geben einen gewissen Anhalt für die während der Wachstumszeit des Hafers erfolgte Einstrahlung. Diese Berechnungen konnten nur für die fünf Gebiete: Schleswig-Holstein, Kölner Bucht, Oberrheinische Tiefebene, Schlesische Bucht und Ostpreußen durchgeführt werden, da aus den beiden anderen Gebieten Wiener Becken-Marchfeld und Weichsel-San-Niederung keine Angaben über das Erscheinen der ersten Rispen und im Marchfeld auch nicht über den Haferaufgang aus den früheren Jahren vorliegen. In der Tabelle 9 wurden außer den berechneten „Temperatursummen“ und den „Summen der Sonnenscheinstunden“ noch die Andauer (Zahl der Tage) und die Endtermine der entsprechenden Entwicklungsabschnitte angegeben. Aus der Gegenüberstellung der Werte geht hervor, daß im allgemeinen die Temperatursummen gleichzeitig mit dem Ansteigen der Andauerzeit zunehmen. Am deutlichsten tritt dies bei der Zeitspanne Erste Rispen bis Ernte in Erscheinung. Abweichend verhält sich nur Schleswig-Holstein, wo die Temperatursummen wesentlich niedriger sind als entsprechend der längeren Andauerzeit zu erwarten ist.

Ein umgekehrtes Verhältnis besteht zwischen der Temperatursumme und dem Zeitpunkt des Erscheinens der ersten Rispen bzw. des Beginns der Ernte. Je später diese Endtermine dieser einzelnen Wachstumsabschnitte liegen, um so niedriger ist die Temperatursumme. Diese Beziehung ist aber nur bei den beiden Teilabschnitten zu erkennen. Bei der gesamten Wachstumsperiode Aussaat—Ernte läßt sich diese Beziehung nicht mehr feststellen. Mit dieser Tatsache,

daß dem früheren Termin die höhere Temperatursumme entspricht, steht die bereits oben gemachte Feststellung in Zusammenhang, daß für die früheren Termine auch die höheren Werte der Grenztemperaturen gefunden wurden. Durch die erhöhte Wärmezufuhr (größere Temperatursumme) wird zwar der Eintritt der einzelnen Phasen beschleunigt, aber der Nutzeffekt, mit dem die Pflanze arbeitet, ist hierbei geringer. Verhältnismäßig geringere Temperatursummen werden von der Pflanze besser ausgenutzt.

Bei einem Vergleich der Sonnenscheindauer mit der entsprechenden Andauer und den Terminen ergeben sich nicht so eindeutige Beziehungen. Lediglich zwischen den Terminen der ersten Rispen bzw. der Reife und der Sonnenscheindauer scheint noch eine gewisse Beziehung angedeutet zu sein, und zwar in diesem Fall derartig, daß dem früheren Termin mehr die geringere Sonnenscheindauer zu entsprechen scheint.

Dies würde also bedeuten, daß sich die beiden wichtigsten Energiequellen, Lufttemperatur und Strahlung, im Energiehaushalt der Pflanzen bis zu einem gewissen Grade ergänzen. Im großen gesehen entsprechen auch, wenn die Temperatursummen und die Stunden der Sonnenscheindauer verglichen werden, den niedrigsten Temperatursummen in den beiden Gebieten Ostpreußen (1125) und Schleswig-Holstein (1070) die höchsten Stundenzahlen der Sonnenscheindauer mit 898 bzw. 883. In der Schlesischen- und Kölner-Bucht dagegen mit den höheren Temperatursummen (1150 bzw. 1182) wurde nur eine geringere Sonnenscheindauer (795 bzw. 765) festgestellt. Abweichend verhält sich hier nur die Oberrheinische Tiefebene, wo sich neben der höchsten Temperatursumme noch eine mittlere Sonnenscheindauer findet. Da in diesem Gebiet die Temperatur-

werte von Karlsruhe, d. h. also von einer ausgesprochenen Stadtstation, benutzt wurden, ist es möglich, daß infolge der geschützten Stadtlage die Temperatursummen etwas zu hoch sind. Es ist anzunehmen, daß sich diese Verhältnisse noch weiter klären lassen, wenn aus den einzelnen Gebieten brauchbare Strahlungsmessungen vorliegen. Nur eine rein rechnerische Beziehung zwischen den gemessenen Temperatur- und Strahlungswerten einerseits und den phänologischen Daten und Entwicklungszeiten (Andauerzeiten) andererseits darf man wohl nicht erwarten. Die biologischen Vorgänge beim Wachstum der Pflanze sind zu mannigfaltig und kompliziert, als daß sie sich in einfache zahlenmäßige Beziehungen fassen lassen könnten. Es sei nur darauf hingewiesen, daß neben den Temperatureinflüssen auch Niederschlag, Wind, Verdunstung usw. von entscheidendem Einfluß auf die Lebensvorgänge der Pflanze sein müssen. Die Ab-

weichungen in einzelnen Gebieten lassen sich vielleicht hierdurch erklären; denn gerade Schleswig-Holstein, das sich in den obigen Untersuchungen als Ausnahme zeigte, besitzt abweichende Niederschlags- und Windverhältnisse.

Es sei hier schließlich noch auf die photoperiodischen Eigenschaften der Pflanzen hingewiesen. Die zahlreichen Ergebnisse auf diesem neueren Forschungsgebiet lassen mit großer Wahrscheinlichkeit erwarten, daß bereits die geographische Breite der hier untersuchten Gebiete durch die verschiedene Tageslänge von Einfluß auf den Wachstumsrhythmus der Pflanzen ist. Als Beispiel ist hier daher in der folgenden Übersicht (Tabelle 10) eine Zusammenstellung der zu den verschiedenen phänologischen Terminen in einzelnen Gebieten herrschenden Tageslängen gegeben.

Tabelle 10
Tageslänge beim Eintritt der einzelnen Phasen in verschiedenen Gebieten.
(Mittel 1936 — 1939)
(Stunden-Minuten)

Gebiet	Geo-graph. Breite	Beginn der Feldarbeiten	Hafer		Winterroggen		Hafer Erste Rispen	Winterroggen Ernte	Hafer Ernte	Winterroggen		Ende der Feldarbeiten
			Aussaat	Aufgang	Ähren-schieben	Blüte				Aussaat	Aufgang	
1. Schleswig-Holstein	54°30'	11 ⁵⁶	13 ¹¹	14 ²⁴	16 ²⁶	17 ⁰²	17 ¹⁰	15 ⁴⁷	15 ⁰²	10 ⁵⁴	10 ⁰⁷	8 ²⁰
4. Wiener Becken	48°	11 ²⁶	11 ⁵⁴	12 ⁴⁶	14 ⁵²	15 ²⁷	15 ⁵³	15 ⁵⁴	15 ²⁰	11 ⁴⁰	11 ⁰⁵	8 ⁵⁶
7. Ostpreußen	54°	13 ⁰⁵	13 ⁴⁸	14 ²⁶	16 ⁰⁹	16 ⁴⁵	17 ⁰⁴	16 ²³	15 ³²	12 ⁵⁹	12 ²¹	8 ⁴¹
Größte Gebiets- unterschiede		1 ³⁹	1 ⁵⁴	1 ⁴⁰	1 ³⁴	1 ³⁵	1 ¹⁷	— ⁴⁸	— ³⁹	2 ⁰⁵	2 ¹⁴	— ³⁶

(Errechnet aus den Werten aller 7 Gebiete)

Danach ergeben sich zwischen den einzelnen Gebieten z. T. beträchtliche Unterschiede. So besteht z. B. beim Aufgang des Hafers zwischen Ostpreußen und dem Wiener Becken — Marchfeld ein zeitlicher Unterschied von 1 Stunde 40 Minuten in der Tageslänge. Würden noch weiter auseinanderliegende Orte im nördlichen Ostpreußen und den südlichen Gebieten Österreichs verglichen werden, so würden die Zeitunterschiede bis zu 2 Stunden betragen. Es ist nach Kenntnis der photoperiodischen Gesetze selbstverständlich, daß diese großen Unterschiede in der Tageslänge mit von entscheidendem Einfluß auf den Wachstumsrhythmus der Pflanzen sein müssen.

Außer diesen verschiedenen äußeren Einflüssen ist schließlich anzunehmen, daß auch innere Einflüsse der Pflanze selbst den Jahresrhythmus im Wachstumsverlauf mit bestimmen und mit auf die Geschwindigkeit der verschiedenen aufeinander folgenden Wachstumsabschnitte regulierend einwirken.

7. Die Einzeljahre. Die Jahresunterschiede.

a) Die phänologischen Phasen in den Einzeljahren.

Trotzdem hier nur vergleichbare Ergebnisse von fünf Jahren (1936—1940) vorliegen, zeigen diese Ergebnisse der Einzeljahre (Tabelle 1) doch schon beträchtliche und interessante Unterschiede, die ein anschauliches Bild von der Vielgestaltigkeit und den Möglichkeiten einer zeitlichen Verschiebung der einzelnen Phasen im Verlaufe mehrerer Jahre auch in ein und demselben Gebiet geben. In der graphischen Darstellung der Abb. 6 sind für das Gebiet der Oberrheinischen Tiefebene, das hier als Beispiel aus den sieben untersuchten Anbaugebieten herausgegriffen wurde, die Unter-

schiede der einzelnen Jahre im Jahresablauf des phänologischen Geschehens in gleicher Weise wie in der Abb. 2 dargestellt. Bei der Berechnung der Abweichungen wurde vom vierjährigen Mittel (1936—39) ausgegangen, das auch den Berechnungen der mehrjährigen Mittel der einzelnen Gebiete (Abb. 2) zugrunde gelegen hat. Das Jahr 1940 wurde mit seinen Abweichungen auf das Mittel der vier Jahre 1936—39 bezogen. Verläuft die Verbindungslinie der Abtragungen über der horizontalen Mittellinie, so liegt der Phasenbeginn früher, verläuft sie unterhalb, so liegt der Beginn später als das vierjährige Mittel. Zum Vergleich sind hier ebenfalls die Temperaturkurven (Monatsmittel) eingezeichnet und zwar die in gleicher Weise berechneten Abweichungen vom vierjährigen Mittel (1936—39).

Nach dieser graphischen Darstellung zeigt jedes Jahr ein charakteristisches Bild, das in allen untersuchten Gebieten in ähnlicher Form wieder in Erscheinung tritt. Grundsätzlich verschieden verhalten sich die beiden Jahre 1937 und 1938. Im Jahre 1938 beginnt das Frühjahr infolge der höheren Lufttemperatur im März sehr zeitig. Infolge der wesentlichen Temperaturabnahme im April bis zum Mai gerät aber die weitere Entwicklung der Pflanzen ins Stocken, so daß die Phasen des Frühsommers und auch noch des Hochsommers (Ernte) erst relativ spät einsetzen. 1937 dagegen setzen die Frühjahrsarbeiten infolge niedrigerer Temperaturen im März spät ein, aber bereits im Mai ist infolge der überdurchschnittlichen Temperaturen im April und Mai die Pflanzenentwicklung so beschleunigt, daß die Phasen des Winterroggens und Hafers im Frühsommer wesentlich vor den Mittelterminen liegen. Diese Entwicklungsbeschleunigung ist so stark, daß sie trotz inzwischen wieder eingetretener etwas tieferer Temperaturen bis zur Getreideernte im

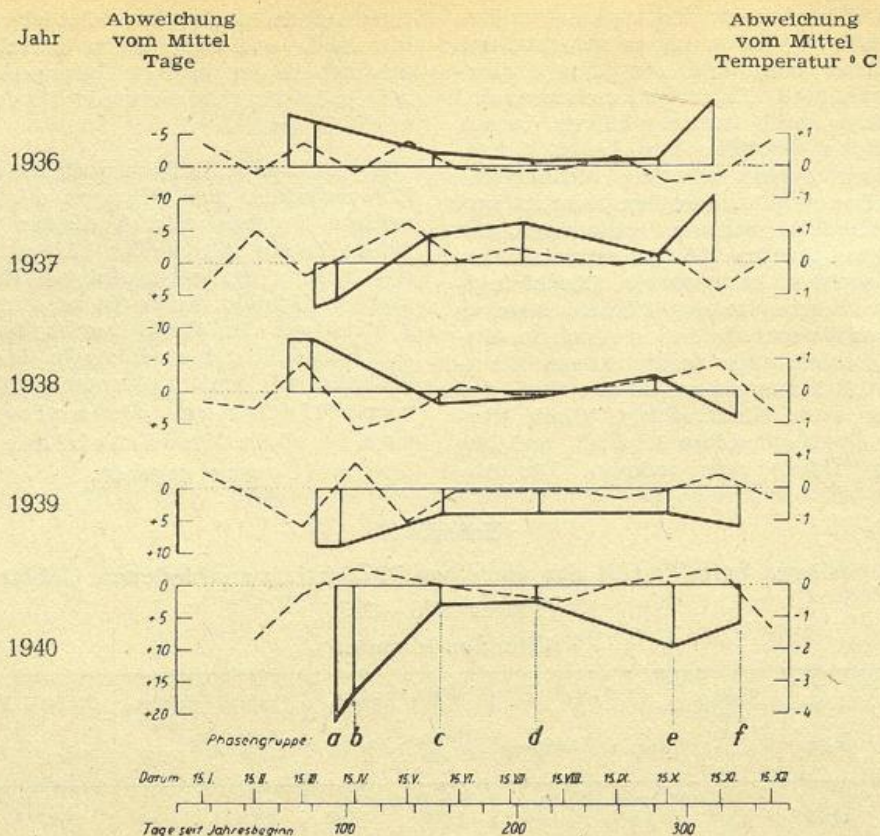


Abb. 6
Phänologischer Jahresablauf
Jahresunterschiede
vom Gebiet: Oberrheinische Tiefebene
Meteorologische Vergleichsstation: Karlsruhe

— Zeitliche Verschiebung des Phasenbeginns in den 5 Jahren 1936—1940 und Abweichung der Phasen vom Mittel der 4 Jahre 1936—1939 in Tagen (— = vor dem Mittel, + = nach dem Mittel).
- - - - Abweichung der Monatsmitteltemperaturen vom Gesamt-mittel der 4 Jahre 1936—1939.

Phasengruppen:
a) Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr
b) Hafer-Aussaat und -Aufgang (Mittel)
c) Winterroggen-Ährenscheben und -Blüte, Hafer — Erste Rispen (Mittel)
d) Winterroggen- und Hafer-Ernte (Mittel)
e) Winterroggen-Aussaat und -Aufgang (Mittel)
f) Ende der Feldarbeiten im Herbst.

Hochsommer anhält. Die beiden Jahre 1936 und 1939 zeigen keine so ausgeprägten Änderungen der Entwicklungsgeschwindigkeit im Jahresablauf. Im Jahre 1939 liegen fast alle Termine das ganze Jahr hindurch nach dem Mittel. 1939 ist also ein durchgehend spätes Jahr. 1936 dagegen weichen die Phasen während des ganzen Jahres weniger von den Mittelwerten ab. Nur die Frühjahrsentwicklung war etwas zeitiger. 1936 kommt im allgemeinen den Verhältnissen eines Normaljahres recht nahe. Die Herbsttermine zeigen keine wesentlichen Änderungen. Das Jahr 1940 ist spät, da die Entwicklung der Vegetation infolge des anhaltend langen Winters mit tiefen Temperaturen bis zum März auch erst spät beginnen kann. Die Verzögerung in der Frühjahrsentwicklung ist so groß, daß alle Phasen bis zum Hochsommer (Ernte) unter dem für die Jahre 1936—39 berechneten Durchschnitt bleiben, trotzdem die Temperaturwerte der folgenden Monate z. T. über das Mittel steigen. Die Wachstumsverzögerung von ungefähr drei Wochen im Frühjahr wird aber durch die beschleunigte Entwicklung schnell aufgeholt, so daß die Verzögerung im Mai und Anfang Juni nur noch eine halbe bis eineinhalb Wochen und zur Zeit der Ernte z. T. noch weniger beträgt. Der späte Beginn der Frühjahrsentwicklung 1940 wirkt also noch bis zur Getreideernte nach, aber die im Juli festgestellte Verzögerung ist doch bei weitem nicht so groß, als zunächst nach den späten Frühjahrsterminen erwartet wurde. Die Entwicklung der Pflanzen kann also auch nach einem langen kalten Winter soweit beschleunigt werden, daß die

Ernte noch fast bis an den Mitteltermin herankommt.

Nach diesen Ergebnissen kann also auch bei den Einzeljahren nicht ohne weiteres, von frühen, späten oder mittleren Jahren gesprochen werden. Jeder Entwicklungsabschnitt im Laufe des Jahres kann infolge des wechselnden Witterungsverlaufes einen anderen Charakter besitzen. Ein Jahr mit zeitiger Frühjahrsentwicklung kann bereits im Sommer mittel oder spät sein und umgekehrt. Auf dieses verschiedene Verhalten einzelner Jahresabschnitte hat u. a. bereits auch Werneck (16) auf Grund seiner Untersuchungen an der Blüte der Süßkirschen und der Ernte des Winterroggens in Oberösterreich hingewiesen.

Von Interesse ist noch die Frage, wie groß die maximalen Jahresschwankungen der einzelnen Termine innerhalb eines Gebietes im Vergleich zu den berechneten Gebietsunterschieden sind. Nach Tabelle 11, in der die entsprechenden Werte gegenübergestellt wurden, sind im zeitigen Frühjahr bei den ersten drei Phasen die mittleren maximalen Jahresunterschiede der einzelnen Gebiete etwa ebenso groß wie die in Tabelle 11 mit angegebenen größten regionalen Gebietsunterschiede.

Im Laufe des Jahres verschiebt sich aber dieses Verhältnis immer mehr zu Gunsten der Jahresunterschiede, die vom Frühsommer an geringer sind als die Gebietsunterschiede.

Diese Gegenüberstellung zeigt, daß die landwirtschaftliche Praxis im Frühjahr in ein und demselben Gebiet mit Phasenverschiebungen rechnen muß, die

Tabelle 11
Größte Unterschiede im Phasenbeginn während der Einzeljahre 1936—1940
 (Nach Tabelle 1)
 (Tage)

	Beginn der Feldarbeiten	Hafer		Winterroggen		Hafer Erste Rispen	Winterroggen Ernte	Hafer Ernte	Winterroggen		Ende der Feldarbeiten
		Aussaat	Aufgang	Ähren-schieben	Blüte				Aussaat	Aufgang	
Mittel der 7 Gebiete	29	27	21	10	12	10	11	12	7	9	10

Größte Unterschiede der Gebiete (Mittelwerte 1936—1939)
 (Nach Tabelle 3)

25	27	26	15	16	14	29	21	29	31	10
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

z. T. noch größer sein können, als die in dem ganzen untersuchten Gebiet auftretenden mittleren Gebietsunterschiede, wobei allerdings nur Anbaugelände ungefähr gleicher Seehöhe verglichen wurden. Im Frühsommer, Sommer und Herbst sind aber im Durchschnitt nicht so große Phasenverschiebungen in ein und demselben Gebiet von Jahr zu Jahr zu befürchten, wie sie in den entsprechenden Jahreszeiten zwischen den extrem frühen und späten Gebieten auftreten.

b) Die Andauerzeiten zwischen den Phasen.

Mit dem jährlichen Wechsel der einzelnen Termine ändert sich auch von Jahr zu Jahr die Größe des Zeitraumes, der den Pflanzen für die einzelnen Wachstumsabschnitte zur Verfügung steht. Die Andauer dieser Zeitabschnitte in Tagen ist in der Tabelle 12 für die Oberrheinische Tiefebene, die hier wieder als Beispiel herausgegriffen wurde, zusammengestellt.

Tabelle 12
Andauer zwischen den Phasen
 Einzeljahre 1936—1940
 (Tage)

Gebiet	Jahr	Beginn d. Feldarbeit. bis Hafer Aussaat	Hafer				Winterroggen				Winterroggen		Beginn bis Ende d. Feldarbeiten	Winter-ruhe
			Aussaat bis Aufgang	Aufgang bis Erste Rispen	Erste Rispen bis Ernte	Aufgang bis Ernte	Ähren-schieben bis Blüte	Blüte bis Ernte	Ähren-schieben bis Ernte	Ernte bis Aussaat	Aussaat bis Aufgang	Aufgang bis Ende d. Feldarbeit.		
3. Oberrhein. Tiefebene	1936	8	14	82	48	130	12	53	65	76	13	36	260	106
	1937	6	13	67	45	112	11	50	61	84	7	29	235	130
	1938	6	16	83	47	130	16	49	65	73	10	43	264	101
	1939	7	14	72	46	118	15	51	66	78	9	39	249	116
	1940	2	15	60	47	107	14	51	65	81	14	31	237	129

Größte Unterschiede der Andauer zwischen den Phasen

Vergleich der Jahresunterschiede (Oberrhein. Tiefebene 1936—40) und mittleren (1936—39) Gebietsunterschiede.

3. Oberrhein. Tiefebene	6	3	23	3	23	5	4	5	11	7	14	29	29
Größte Unterschiede der 7 Gebiete (Mittelwerte 36—39)	10	3	18	12	23	3	13	15	36	2	26	35	35

In diesem Gebiet wie auch in den anderen hier nicht wiedergegebenen Gebieten zeigen sich z. T. größere jährliche Schwankungen. Im Frühjahr sind diese vielfach sogar größer als die größten Gebietsunterschiede (Mittelwerte 1936—1939 nach Tabelle 4) bei Gebieten ungefähr gleicher Seehöhe. Je weiter aber die Pflanzenentwicklung im Sommer fortschreitet, mit um so kleineren jährlichen Schwankungen ist zu rechnen, während im Vergleich hierzu die größten Gebietsunterschiede relativ zunehmen. Zur Zeit der Herbstbestellung verschiebt sich dieses Verhältnis noch weiter zu Gunsten der Jahresunterschiede. In ein und derselben Gegend unterliegen dann im Herbst sowohl die Termine der einzelnen Phasen als auch die Andauerzeiten zwischen den Phasen nur verhältnismäßig geringen Schwankungen.

c) Bewertung der Einzeljahre.

In den Einzeljahren eines Gebietes lassen sich ähnlich wie bei dem Vergleich der verschiedenen Gebiete

(Mittel der Jahre 1936—1939) bestimmte Typen im Entwicklungsrythmus erkennen. Neben Jahren mit ausgesprochen langsamer Entwicklung, die mehr den durchschnittlichen Wachstumsverhältnissen z. B. in der Kölner Bucht oder in der Oberrheinischen Tiefebene ähneln, kommen stets auch solche mit sehr schneller Entwicklung vor, die z. B. den Wachstumsverhältnissen in Ostpreußen ähneln. Zu dem Typ mit langsamer Entwicklung sind die Jahre 1936 und 1938 zu zählen, während 1937 und noch mehr 1940 zu dem Typ mit schneller Entwicklung gehören. Auch das Jahr 1939 kann noch zu dem Typ mit schneller Entwicklung gerechnet werden. Die einzelnen Jahre ähneln also im Charakter mehr oder weniger den mittleren Typen bestimmter Gebiete. Das Jahr 1940 zeigt bis zum Sommer den ausgesprochenen Typ von Ostpreußen. Die anderen Jahre gleichen im Charakter bald mehr diesem und bald mehr jenem Gebiet.

III. Der Einfluß der Seehöhe auf den phänologischen Jahresablauf.

Nachdem bisher nur die durch die geographische Lage bedingten Unterschiede der phänologischen Daten behandelt wurden, soll nunmehr auch der Einfluß der Seehöhe auf den phänologischen Jahresablauf untersucht werden; denn die Unterschiede im Phasenbeginn und damit auch die Unterschiede der Andauerzeiten zwischen zwei Phasen hängen nicht nur von der regionalen Lage des untersuchten Gebietes, sondern auch von der Höhenlage des Beobachtungsortes ab. Je höher dieser liegt, um so mehr nimmt die Temperatur im Durchschnitt ab und um so später setzen im allgemeinen auch die betreffenden Wachstumsphasen ein.

1. Das Beobachtungsmaterial.

Um die in verschiedenen Gegenden Mitteleuropas auftretenden Höhenunterschiede zu untersuchen, wurden entsprechende Berechnungen des mittleren Phasenbeginns und der Andauerzeit zwischen den Phasen

1. im badischen Teil des Schwarzwaldes, einschließlich der vorgelagerten Rheinebene,
2. in den schlesischen Randgebirgen (Sudeten) mit der nördlich vorgelagerten Ebene,
3. im Thüringer- und Frankenwald mit unmittelbar nördlich anschließendem Vorland und
4. in der Eifel mit angrenzenden Teilen der Kölner Bucht

für alle Höhenstufen von 50 zu 50 m durchgeführt. Die Lage dieser vier Gebiete ist in der Abb. 7 dargestellt.

Da die Gebiete, für die diese Mittelwertberechnungen durchgeführt wurden, verhältnismäßig groß sind, und da vor allem in diesen Gebieten infolge der mannigfaltigen Oberflächengestaltung auch bei gleicher Höhenlage große lokalklimatische Unterschiede auftreten, streuen die in einer bestimmten Höhenlage festgestellten Werte der einzelnen Phasen verhältnismäßig stark. Da hier bei diesen Untersuchungen nur die mit zunehmender Höhe eintretende durchschnittliche Verzögerung der Phasen interessiert, wurde aus den Einzelwerten die mittlere Verschiebung der Phasen für alle Höhenstufen von 50 zu 50 m berechnet. Zu diesen Verschiedenheiten des örtlichen Klimas kommen noch die sonstigen Anbaubedingungen wie Boden, betriebswirtschaftliche Fragen usw., die ebenfalls ein mehr oder weniger starkes Streuen der Einzelwerte bedingen. Die hierbei in den einzelnen Jahren für die Höhen-

stufen berechneten Termine des Phasenbeginns und die Andauerzeit zwischen den Phasen wurden für die Jahre 1936—1939 zu Mittelwerten zusammengefaßt. Während die Einzeljahre untereinander mehr oder weniger große Unterschiede aufweisen, lassen die vierjährigen Mittelwerte sehr gut den durchschnittlichen Verlauf erkennen. Da zunächst nur die unter dem Einfluß der Seehöhe herrschenden allgemeinen Gesetzmäßigkeiten untersucht werden sollen, wurden im folgenden lediglich die vierjährigen Mittelwerte 1936—1939 mitgeteilt. Auf die Ergebnisse der Einzeljahre soll in anderem Zusammenhang in einer späteren Arbeit eingegangen werden.

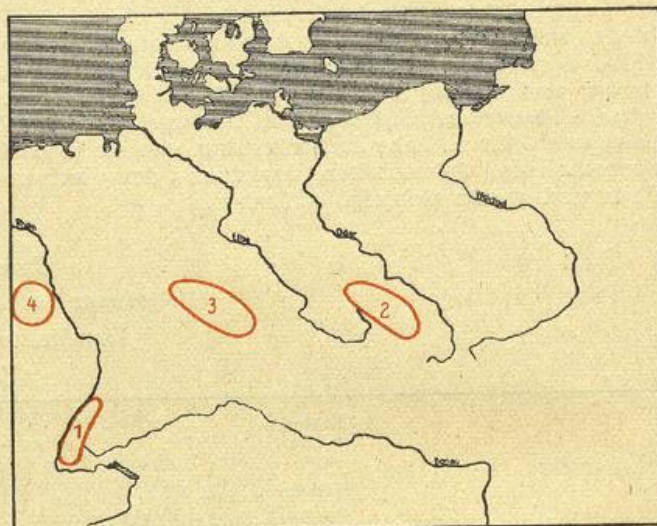


Abb. 7

Lage der Mittelgebirge

1. Schwarzwald
2. Sudeten
3. Thüringer und Frankenwald
4. Eifel.

2. Die Beobachtungsergebnisse. Mittelwerte der Jahre 1936—1939

a) Die einzelnen phänologischen Phasen in verschiedener Höhe.

Von den für die Höhenstufen von 50 zu 50 m der vier Gebirge berechneten vierjährigen Mittelwerten (1936—1939) der einzelnen Phasen wurde eine Auswahl der Höhenstufen in der Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 13
Mittlerer Phasenbeginn in verschiedenen Höhenlagen der Mittelgebirge
Vierjähriges Mittel 1936—1939
(Tage seit Jahresbeginn)

Seehöhe	Beginn der Feldarbeiten	Hafer		Winterroggen		Hafer Erste Rispen	Winterroggen Ernte	Hafer Ernte	Winterroggen		Ende der Feldarbeiten
		Aussaat	Aufgang	Ahrenschieben	Blüte				Aussaat	Aufgang	
1. Schwarzwald / Baden mit westlichem Vorland											
1000	105,3	111,5	137,2	157,8	178,7	209,8	233,9	250,8	250,5	270,0	310,7
700	93,7	99,5	118,2	147,8	164,8	179,7	219,1	238,7	265,7	277,4	318,2
500	86,3	90,5	103,9	141,7	156,5	173,2	209,5	233,0	275,7	282,8	320,5
300	77,6	81,4	96,5	134,8	153,5	169,8	204,7	221,4	289,0	304,9	324,8
200	74,2	79,3	93,5	135,8	150,5	167,2	202,0	217,0	279,3	291,4	324,2
150	75,0	78,5	91,7	136,8	150,7	165,8	200,8	215,5	281,0	294,0	322,5

Seehöhe	Beginn der Feldarbeiten	Hafer		Winterroggen		Hafer Erste Rispen	Winterroggen Ernte	Hafer Ernte	Winterroggen		Ende der Feldarbeiten
		Aussaat	Aufgang	Ähren-schieben	Blüte				Aussaat	Auffgang	
2. Sudeten mit nordöstlichem Vorland											
650	95,9	106,3	120,0	150,7	167,5	184,3	221,2	237,5	261,7	268,3	314,8
500	93,2	95,9	113,5	148,5	163,0	180,5	211,8	227,5	266,2	278,2	320,3
300	82,1	88,7	103,2	140,3	155,2	176,0	203,2	219,8	273,5	288,4	328,7
200	77,0	85,2	99,9	138,8	151,5	173,0	198,5	212,5	271,9	284,8	326,7
150	71,0	84,8	99,2	137,7	149,8	171,5	195,2	208,9	270,5	282,0	325,4
3. Thüringer- und Frankenwald mit nordöstlichem Vorland											
650	98,3	107,5	116,8	151,3	168,4	182,1	227,5	234,8	270,1	284,7	309,1
500	93,6	99,0	115,8	149,3	165,9	181,5	217,5	233,3	276,0	294,2	314,5
300	76,5	92,0	108,3	147,5	158,8	180,3	209,7	225,0	281,9	295,5	326,7
200	74,3	91,0	105,6	144,2	158,0	176,0	207,0	223,2	279,4	291,3	323,7
150	73,7	90,0	104,8	142,1	157,5	172,5	206,2	226,2	277,2	288,9	321,7
4. Eifel mit nördlichem Vorland											
550	84,0	98,0	114,0	149,3	166,2	185,3	223,0	236,1	263,0	282,8	317,5
500	82,0	94,0	111,2	147,8	164,2	181,5	218,0	233,0	266,1	283,7	319,2
300	79,5	87,7	103,3	140,9	155,5	174,8	208,1	223,8	277,0	288,2	325,2
200	78,0	86,4	100,3	138,2	155,0	173,5	205,0	220,3	282,2	291,5	327,7
150	74,0	85,2	98,5	136,9	154,5	173,2	203,3	217,5	284,5	293,2	328,8
50	63,5	80,8	95,4	132,7	150,8	172,2	198,7	212,2	281,2	291,5	327,4

In der Abb. 8a wurde außerdem die mit zunehmender Höhe eintretende Phasenverschiebung graphisch dargestellt, und zwar wurden hierbei die Einzelphasen wieder zu folgenden Gruppen zusammengefaßt: Hafer-Aussaat und -Aufgang, Winterroggen-Ährenschieben und -Blüte und Hafer-Erste Rispen, Winterroggen- und Hafer-Ernte, Winterroggen-Aussaat und -Aufgang. Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr und Ende im Herbst bestehen als Einzelphasen bestehen.

Danach setzt im Frühjahr und Sommer in allen Fällen mit zunehmender Höhe eine Verzögerung des Phasenbeginns ein. Im Herbst aber beginnen Aussaat und Aufgang des Winterroggens in umgekehrter Weise mit zunehmender Höhe früher. Am frühesten beginnt also im Herbst die Aussaat und damit auch der Aufgang des Winterroggens in den höchsten Gebirgslagen, mit abnehmender Höhe verzögert sich dieser Termin bis bei ca. 300 m Höhe, wo eine Umkehr erfolgt, der späteste Termin erreicht wird. Unterhalb dieser Umkehrungszone beginnen die Phasen wieder zu einem früheren Termin. Einen ähnlichen Verlauf zeigen die Kurven des Endes der Feldarbeiten. Auch bei diesen ist unterhalb 300 m, in der Eifel unterhalb 150 m, die gleiche Umkehr zu erkennen. Der Einfluß der Höhenunterschiede auf die Eintrittszeit der Hauptphasen wurde auch von Ihne (7) (beobachtet wurde von ihm die Laubverfärbung) hervorgehoben. Auf die jetzt festgestellte Umkehr des zeitlichen Phaseneintritts in tieferen Lagen fand sich aber dort kein Hinweis.

Die Kurven im Frühjahr und Sommer lassen kein gleichmäßiges Ansteigen erkennen. Vielmehr zeigen sich hier bei den einzelnen Gruppen typische Unterschiede. Die Kurven der Phasen im Mai und Juni (Winterroggen-Ährenschieben und -Blüte, Hafer - Erste Rispen) steigen wesentlich steiler an als die Kurven der anderen Phasen im Frühjahr (Beginn der Feldarbeiten, Hafer-Aussaat und -Aufgang) und im Hochsommer (Winterroggen- und Hafer-Ernte), die mit zunehmender Höhe wesentlich langsamer einsetzen. Besonders deutlich tritt dieser Unterschied in den schlesischen Bergen und im Thüringer- und Frankenwald in Erscheinung. Auch im Schwarzwald sind die gleichen Unterschiede bis etwa zur Höhe von 700 und 800 m zu erkennen. In den größeren Höhenlagen zeigen dort auch die Phasen

im Mai — Juni, besonders die Phase der ersten Rispen des Hafers eine größere Verzögerung. In Baden lassen auch die Werte vom Winterroggen-Ährenschieben in den tiefen Lagen und zwar unter 250 m eine Umkehr erkennen. Die frühesten Termine werden also hier im Durchschnitt nicht in den tiefsten Lagen, sondern erst zwischen 250 und 300 m angetroffen. In der dem Schwarzwald vorgelagerten Rheinebene sind, wie auf den phänologischen Karten häufig festgestellt wurde, die dem Rhein unmittelbar benachbarten Gebietsstreifen häufig etwas später, während sich dort die frühesten Gebiete erst in einiger Entfernung vom Rhein am Rande der Ebene finden, wo die ersten Hänge ansteigen. Auch bei Aussaat und Aufgang des Winterroggens erfahren die Kurven in den tiefsten Lagen eine nochmalige Umkehr.

Infolge der bisher festgestellten starken Abhängigkeit aller phänologischer Vorgänge von der Temperatur ist auch hier anzunehmen, daß der verschiedene Verlauf der in Abb. 8a dargestellten Kurven in der mit zunehmender Höhe erfolgenden Temperaturänderung eine Parallele findet. Für das Sudetengebirge wurde daher mit Hilfe einiger für verschiedene Höhenlagen ausgesuchten Stationen festgestellt, mit welcher zeitlichen Verzögerung bestimmte Temperaturgrenzen über- bzw. unterschritten werden. Die Ergebnisse dieser Berechnungen, die mit dem in der Klimakunde des Deutschen Reiches (Tabellenband) (20) veröffentlichten Material durchgeführt wurden, sind in der Abb. 8b für einige Temperaturen im Frühjahr (5°, 8°, 10°, 14° C) und im Herbst (12°, 8°, 4° C) graphisch dargestellt. Danach zeigt sich zunächst ganz allgemein ein paralleler Verlauf der Temperatur- und der phänologischen Terminkurven, die mit vorrückender Jahreszeit im Frühjahr ansteigen und im Herbst abfallen. Nur im Herbst war bei den Temperaturkurven die in tieferen Lagen typische Umkehr nicht zu erkennen.

Über diese allgemeine Parallelität hinaus ergab sich noch eine weitere Übereinstimmung in der mehr oder weniger steilen Neigung beider Kurvenarten. Nach der Abb. 8b zeigt sich im Frühjahr bei den beiden mittleren Kurven von 8° und 10° deutlich ein steileres Ansteigen als bei der zeitlich vorhergehenden Kurve von 5° und der darauf folgenden von 14° C. Dieses verschie-

Abb. 8 a Mit zunehmender Höhe eintretende Phasenverschiebung (Mittel 1936—1939)

Phasengruppen:

- a) Beginn der Feldarbeiten im Frühjahr
- b) Hafer-Aussaat und -Aufgang (Mittel)
- c) Winterroggen-Ährenschleiben und -Blüte, Hafer — Erste Rispen (Mittel)
- d) Winterroggen- und Hafer-Ernte (Mittel)
- e) Winterroggen-Aussaat und -Aufgang (Mittel)
- f) Ende der Feldarbeiten im Herbst.

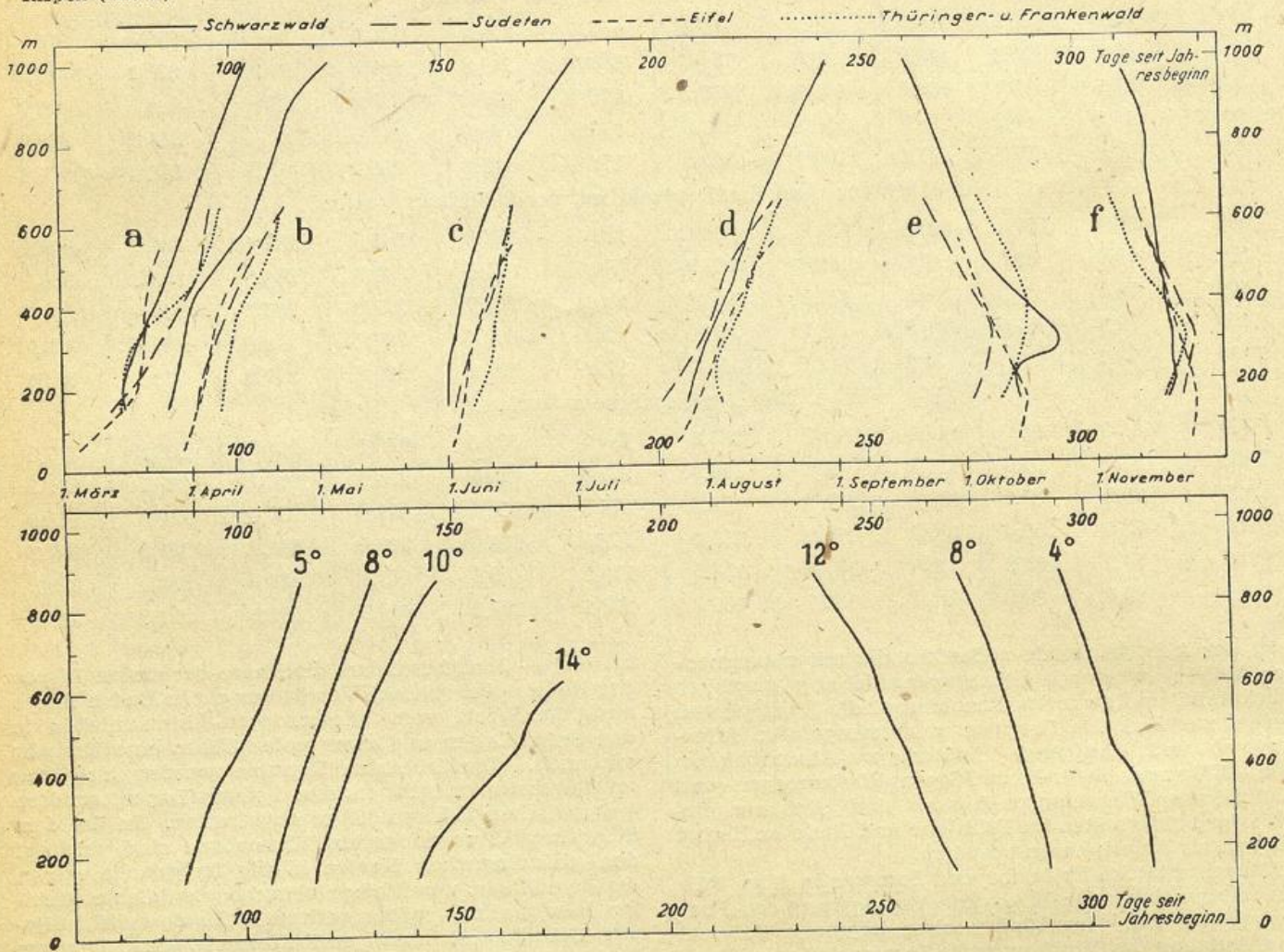


Abb. 8 b Mit zunehmender Höhe eintretende zeitliche Verschiebung des Über- bzw. Unterschreitens der Temperaturgrenzen am Nordabhang der Sudeten. (Langjähriges Mittel.)

den starke Ansteigen wird durch den Verlauf der Jahrestemperaturkurve verursacht. Bei der schnelleren Temperaturzunahme im Frühsommer steigt die Jahreskurve ebenfalls steiler an, während sie im zeitigen Frühjahr und Hochsommer flacher verläuft. Von den Kurven der Abb. 8b steigt besonders die 14°-Kurve verhältnismäßig flach an. Entsprechend dem verschiedenen Neigungswinkel der Kurven ist auch der Abstand zwischen diesen Kurven in den einzelnen Höhenlagen verschieden groß. Vor der 8°- bzw. 10°-C-Grenze ist die Zeitspanne zwischen den Kurven in tieferen Lagen größer als in höheren, nach der 8°-Grenze dagegen ist in umgekehrter Weise die Zeitspanne bis zur 14°-Kurve unten kürzer und oben wesentlich länger. Es zeigt sich also hier im Kurvenverlauf der Temperaturgrenzen das gleiche Bild, das sich in Abb. 8a bei der Darstellung des Phaseintritts in verschiedener Höhe bietet. Nur sind die verschieden geneigten Temperaturkurven zeitlich vielmehr zusammengedrängt, als die Kurven der Abb. 8a, mit denen sie verglichen werden können. Die starke Ähnlichkeit im Kurvenverlauf der Abb. 8a und 8b deutet in den verschiedenen Höhenlagen auf einen sehr engen Zusammenhang zwischen den phänologischen Terminen und den voraufgehenden Temperaturen. Die zeitliche Verschiebung der entsprechenden Temperatur- und phänologischen Terminkurven läßt sich dadurch erklären, daß die Eintrittstermine der einzelnen Phasen mehr oder weniger

stark nachhinken und vielfach erst geraume Zeit später auf eine charakteristische Temperaturänderung reagieren. Die hier an dem Beispiel der Sudeten nachgewiesene Parallelität im Kurvenverlauf zeigt sich in ähnlicher Weise auch bei den anderen untersuchten Gebirgen. Diese Untersuchungen lassen also eine sehr weitgehende Beeinflussung der Phasenverschiebung in verschiedenen Höhen durch gleichzeitige Temperaturänderung erkennen. Die näheren Zusammenhänge müssen jedoch in weiteren Einzeluntersuchungen festgestellt werden.

b) Die Andauerzeiten zwischen den Phasen in verschiedener Höhe.

Die Unterschiede der für die einzelnen Höhenstufen berechneten Andauerzeiten zwischen den Phasen sind für eine Auswahl von Höhenstufen in Tabelle 14 zusammengestellt.

Danach ist in allen vier untersuchten Gebirgen die Entwicklungszeitspanne des Hafers im Frühjahr vom Aufgang bis zum Erscheinen der ersten Rispen, auf die hier im Zusammenhang mit der folgenden Zeitspanne bis zur Haferernte näher eingegangen werden soll, in tieferen Lagen am längsten, in höheren am kürzesten. In der darauf folgenden Zeitspanne (Erscheinen der ersten Rispen bis Ernte des Hafers) im Frühsommer tritt eine

Tabelle 14
 Andauer zwischen den Phasen in verschiedenen Höhenlagen der Mittelgebirge
 Vierjähriges Mittel 1936—1939

Seehöhe	Beginn der Feldarbeiten bis Hafer Aussaat	Hafer				Winterroggen				Winterroggen		Beginn bis Ende der Feldarbeiten	Winterruhe
		Aussaat bis Aufgang	Aufgang bis Erste Rispen	Erste Rispen bis Ernte	Aufgang bis Ernte	Ähren-schieben bis Blüte	Blüte bis Ernte	Ähren-schieben bis Ernte	Ernte bis Aussaat	Aussaat bis Aufgang	Aufgang bis Ende der Feldarbeiten		
1. Schwarzwald / Baden mit westlichem Vorland													
1000	6,2	25,7	72,6	41,0	113,5	20,9	55,2	76,1	16,6	19,5	40,7	205,4	159,6
700	5,8	18,7	61,5	59,0	120,5	17,0	54,3	71,3	46,6	11,7	40,8	224,5	140,5
500	4,2	13,4	69,3	59,8	129,1	14,8	53,0	67,8	66,2	7,1	37,7	234,2	130,8
300	3,8	15,1	73,3	51,6	124,9	18,7	51,2	69,9	84,3	15,9	18,9	246,2	118,8
200	5,1	14,2	73,7	49,8	123,5	14,7	51,5	66,2	77,3	12,1	32,8	250,0	115,0
150	3,5	13,2	74,1	49,7	123,8	13,9	50,1	64,0	80,2	13,0	28,5	247,5	117,5
2. Sudeten mit nordöstlichem Vorland													
650	10,4	13,7	64,3	53,2	117,5	16,8	53,7	70,5	40,5	6,6	46,5	218,9	146,1
500	2,7	17,6	67,0	47,0	114,0	14,5	48,8	63,3	54,4	12,0	42,1	227,1	137,9
300	6,6	14,5	72,8	43,8	116,6	14,9	48,0	62,9	70,3	14,9	40,3	246,6	118,4
200	8,2	14,7	73,1	39,5	112,6	12,7	47,0	59,7	73,4	12,9	41,9	249,7	115,3
150	13,8	14,4	72,3	37,4	109,7	12,1	45,4	57,5	75,3	11,5	43,4	254,4	110,6
3. Thüringer- und Frankenwald mit nordöstlichem Vorland													
650	9,2	9,3	65,3	52,7	118,0	17,1	59,1	76,2	42,6	14,6	24,4	210,8	154,2
500	5,4	16,8	65,7	51,8	117,5	16,6	51,6	68,2	58,5	18,2	20,3	220,9	144,1
300	15,5	16,3	72,0	44,7	116,7	11,3	50,9	62,2	72,2	13,6	31,2	250,2	114,8
200	16,7	14,6	70,4	47,2	117,6	13,8	49,0	62,8	72,4	11,9	32,4	249,4	115,6
150	16,3	14,8	67,7	53,7	121,4	15,4	48,7	64,1	71,0	11,7	32,8	248,0	117,0
4. Eifel mit nördlichem Vorland													
550	14,0	16,0	71,3	50,8	122,1	16,9	56,8	73,7	40,0	19,8	34,7	233,5	131,5
500	12,0	17,2	70,3	51,5	121,8	16,4	53,8	70,2	48,1	17,6	35,5	237,2	127,8
300	8,2	15,6	71,5	49,0	120,5	14,6	52,6	67,2	68,9	11,2	37,0	245,7	119,3
200	8,4	13,9	73,2	46,8	120,0	16,8	50,0	66,8	77,2	9,3	36,2	249,7	115,3
150	11,2	13,3	74,7	44,3	119,0	17,6	48,8	66,4	81,2	8,7	35,6	254,8	110,2
50	17,3	14,6	76,8	40,0	116,8	18,1	47,9	66,0	82,5	10,3	35,9	263,9	101,1

völlige Umkehr ein. In den tieferen Lagen ist diese Wachstumszeit am kürzesten, in den höheren dagegen am längsten.

Als Beispiel ist im folgenden die verschieden lange Wachstumsdauer des Hafers in den Sudeten für die Höhenlagen 200 und 600 m dargestellt.

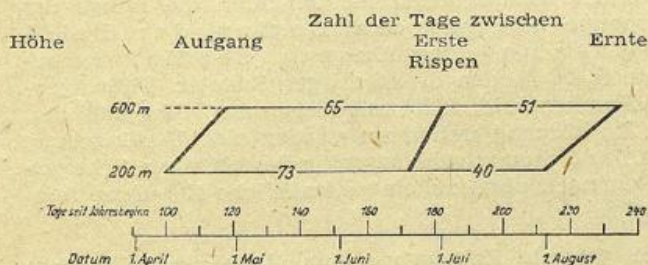


Abb. 9

Anderung der Andauerzeiten zwischen den Wachstumsphasen des Hafers in verschiedener Höhe in den Sudeten

Dieses entgegengesetzte Verhalten der Länge der beiden aufeinander folgenden Entwicklungszeiten des Hafers läßt sich auf folgende Weise erklären. Wenn das Getreide in den unteren Lagen zu den früheren Terminen aufgeht, ist es noch verhältnismäßig kühl, so

daß die Jugendentwicklung der Haferpflanzen nur langsam vorangeht. Wenn etwa 18 Tage später der letzte Hafer, der 400 m höher angebaut wird, auch aufgegangen ist, haben sich Luft und Boden bereits stärker erwärmt, als es nach den Aufgangsterminen in den tieferen Anbauzonen der Fall war, so daß in den höheren Lagen infolge des späteren Aufgangs die Jugendentwicklung wesentlich schneller vonstatten geht. Nur in den hohen Lagen des Schwarzwaldes (über 650 m bis 1000 m) nimmt die Länge der ersten Entwicklungszeit des Hafers schnell wieder zu, da hier trotz des späteren Aufgangstermins infolge der größeren Höhenlage die Temperatur nicht mehr für eine schnellere Entwicklung ausreicht. Dagegen in der folgenden Zeitspanne vom Erscheinen der ersten Rispen bis zur Ernte des Hafers kann in den höheren Anbaugebieten die fortschreitende Erwärmung nicht mehr mit der gleichzeitigen stärkeren Erwärmung in tieferen Lagen Schritt halten, so daß dann mit zunehmender Höhe die Kornreife immer langsamer vor sich geht. Es zeigt sich also im Durchschnitt sehr deutlich in den Jugendstadien der Haferpflanzen mit zunehmender Höhe eine Beschleunigung der Wachstumsgeschwindigkeit, im zweiten Wachstumsabschnitt bis zur Kornreife aber in höheren Lagen eine beträchtliche Verzögerung. Diese Umkehrung

der Länge der Wachstumsabschnitte mit zunehmender Höhe entspricht den bereits im ersten Teil dargestellten Verhältnissen, die sich bei einem Vergleich von Gebieten verschieden hoher Breitengrade (bei gleicher Höhenlage) ergeben (vergl. Abb. 4). Der höheren Breite dort entspricht hier im Gebirge die größere Höhenlage, während in den niedrigeren Breiten die Verhältnisse ähnlich liegen, wie am Fuße der Gebirge in den niedrigeren Höhenlagen. In beiden Fällen zeigen sich bei der gesamten Entwicklungszeit der Haferpflanzen vom Aufgang bis zur Ernte nur geringere Unterschiede. Die typischen großen Unterschiede der beiden Teilabschnitte Aufgang - Erste Rispen und Erste Rispen - Ernte, die eine entscheidende Wirkung für das Leben der Haferpflanzen besitzen, sind also bei der Berechnung der Gesamtzeit mehr oder weniger stark verdeckt.

Bisher nahm man nach den früheren Untersuchungen von Liebscher, auf die Zade (18) in seiner Monographie über die Haferpflanzen hinweist, an, daß die gesamte Wachstumszeit des Hafers steigt und fällt mit demjenigen Zeitraum, der bis zum Erscheinen der ersten Rispen vergeht. Die erste Wachstumszeit soll danach einen Schluß auf die ganze Wachstumsdauer zulassen. Diese Schlußfolgerungen wurden dort allerdings aus den vergleichenden Untersuchungen verschiedener Hafersorten gezogen. Wie aber hier unsere phänologischen Untersuchungen gezeigt haben, läßt sich diese Regel nicht verallgemeinern, wenn es sich um den Haferanbau in verschiedenartigen Landschaften handelt. Die Änderung der Länge der einzelnen Wachstumsabschnitte des Hafers in den verschiedenen Anbaugebieten besitzt insofern eine große praktische Bedeutung, als die Haferpflanze das Nährstoffkapital des Bodens um so besser verwerthen kann, je länger die Unterperiode bis zum Erscheinen der ersten Rispen dauert. In den tieferen Lagen bzw. in den südlicheren Anbaugebieten mit der längeren Entwicklungsdauer bis zum Erscheinen der ersten Rispen kann die Haferpflanze also die Bodennährstoffe besser verwerten als in den höheren Lagen bzw. in den nördlicher liegenden Anbaugebieten mit entsprechend kürzerer Entwicklungsdauer bis zum Erscheinen der ersten Rispen.

Die Wachstumszeit des Winterroggens vom Ährenschieben bis zur Ernte zeigt wie die entsprechende Zeit beim Hafer mit zunehmender Höhe ebenfalls als Grundzug eine Zunahme der Zeitspanne.

Bei der Zeitspanne von der Ernte bis zur Herbstaussaat des Winterroggens tritt dagegen mit zunehmender Höhe wieder eine Verkürzung ein. Dies erklärt sich leicht dadurch, daß einerseits die Ernte in höheren Lagen stark verzögert wird, und andererseits jeder Landwirt gerade in den höher liegenden Anbaugebieten bemüht sein muß, sein Getreide so früh in den Boden zu bringen, daß unter normalen Bedingungen der Aufgang noch mit Sicherheit erfolgen kann. Die zeitlichen Unterschiede zwischen den tiefen und hohen Lagen sind hier am größten. Durch die starke Verkürzung dieser Zeitspanne (Ernte bis Herbstbestellung), die bei einem Höhenunterschied von 500 m z. T. mehr als die Hälfte beträgt, werden die für die Herbstbestellung notwendigen Feldarbeiten immer mehr zusammengedrängt und wird einem erfolgreichen Zwischenfruchtbau mit zunehmender

Höhe bald eine natürliche Grenze gesetzt.

Die Zeitspanne von Aussaat bis Aufgang des Winterroggens ist zwar im Durchschnitt gering; sie zeigt aber doch in den verschiedenen Höhenlagen Unterschiede. Im Schwarzwald, in den Sudeten und im Thüringer- und Frankenwald nimmt die Keimdauer mit steigender Höhe zunächst zu, um dann wieder abzunehmen. Da sowohl in den tiefen als auch in den höheren Lagen die Aussaat zu einem früheren Termin beginnt, wenn der Boden noch etwas wärmer ist, kann die Keimzeit bis zum Aufgang in etwas kürzerer Zeit abgeschlossen werden als in den mittleren Lagen, wo infolge des etwas späteren Aussaattermins die Bodentemperaturen sicher schon etwas niedriger sind. Im Schwarzwald nimmt dann bei noch größerer Höhe diese Keimdauer wieder zu. In diesen Höhenlagen muß die Abnahme der Bodentemperatur mit steigender Höhe stärker sein, sodaß auch durch frühere Aussaat kein Ausgleich geschaffen werden kann. Nur in der Eifel fehlt die Umkehrung. Dort nimmt die Keimdauer mit zunehmender Höhe gleichmäßig zu.

In ähnlicher Weise zeigt auch die Keimdauer des Hafers (Aussaat bis Aufgang) mit steigender Höhe zunächst eine Verlängerung und dann wieder eine Verkürzung. Auch hier erklärt sich diese Umkehr durch den doppelten Einfluß der Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe einerseits und die zeitliche Verschiebung des Zeitpunktes, an dem die Keimung bei einer Mindesttemperatur beginnen kann, andererseits. Zunächst kommt mehr die durchschnittliche Temperaturabnahme mit größerer Höhe zur Wirkung, so daß der Keimprozeß immer mehr eine Verzögerung erfährt. In größeren Höhen wird aber allmählich der Aussaattermin soweit in eine Zeit hinausgeschoben, wo die durchschnittliche Erwärmung immer schneller, d. h. in einer steiler ansteigenden Kurve verläuft. Das hier zu einem späteren Zeitpunkt ausgesäte Getreide kommt also in den höheren Lagen immer schneller in den Genuß höherer Temperaturen, so daß damit auch die Keimdauer bis zum Aufgang immer mehr verkürzt wird. Vor allen Dingen nimmt mit vorrückender Jahreszeit auch die Einstrahlung schnell zu, so daß die Werte der Bodentemperatur, die für den Keimprozeß mit von entscheidender Bedeutung sind, schnell ansteigen. Vielfach finden sich auch in höheren Lagen auch allgemein bessere Strahlungsbedingungen als in tieferen. Im Schwarzwald setzt in größeren Höhen dann wieder eine Verlängerung der Keimdauer ein, da hier auch bei späterer Aussaatzeit die Bodentemperatur nicht mehr so hoch sein wird wie noch in mittleren Lagen.

Ähnliche Bedingungen müssen auch die Länge der Zeitspanne zwischen dem Beginn der Feldarbeiten und der Aussaat des Hafers bestimmen, die in den drei Gebirgen Sudeten, Thüringer- und Frankenwald, Eifel mit steigender Höhe zunächst eine Verkürzung und dann wieder eine Verlängerung zeigt. Im Schwarzwald ist mit sehr geringen Schwankungen nach oben zu eine allmähliche Zunahme festzustellen.

Die gesamte Zeitspanne vom Beginn bis zum Ende der Feldarbeiten schließlich nimmt mit ansteigender Höhe sehr gleichmäßig ab. Für diese gesamte Zeitspanne, in der alle Arbeiten auf dem Felde von der ersten Bearbeitung und Bestellung der Felder bis zur Ernte der letzten Früchte und bis zur Herbstbestellung erledigt sein müssen, ergeben sich bei den hier berücksichtigten Höhenunterschieden schon sehr beträchtliche Änderungen. Bei etwa 500 m bzw. 800 m Höhenunterschied zeigen sich folgende Verkürzungen dieser Zeitspanne in Tagen (Tab. 15):

Tabelle 15:

Zeitspanne: Beginn bis Ende der Feldarbeiten (Frühjahr-Herbst) in verschiedener Höhe (Tage).

Höhe in m	Schwarzwald	Sudeten	Thüringer- u. Frankenwald	Eifel
1000	205			
700	225			
650		219	211	
550				234
200	250	250		
150		254	248	
50				264
Abnahme dieser Zeitspanne bei einem Höhenunterschied von				
800 m	45	—	—	—
500 m	—	25	35	37
				30

Es handelt sich also um eine beträchtliche Verkürzung dieser Zeitspanne, die mit etwa einem Monat bei 500 m Höhenunterschied schon praktisch im landwirtschaftlichen Betrieb sehr stark ins Gewicht fällt.

In der letzten Spalte der Tabelle 14 sind noch die in einem Wirtschaftsjahr verbleibenden Resttage angegeben, die ein Bild von der Winterruhe in den verschiedenen Höhenlagen geben. Mit zunehmender Höhe nimmt auch die Zeit der Winterruhe gleichmäßig zu.

Die wesentlichste Ursache für die mannigfaltigen Unterschiede der Andauerzeiten zwischen den einzelnen Phasen in verschiedener Höhe ist in der ständigen Wechsel-

wirkung der durchschnittlichen Temperaturabnahme mit größerer Höhe (zu gleichen Terminen) einerseits und der allgemeinen Temperatur- und Strahlungszunahme (bzw. -Abnahme) mit vorrückender Jahreszeit andererseits zu sehen.

c. Die vertikale Wanderungsgeschwindigkeit der Phasen.

Aus den in Tabelle 13 angegebenen Daten des mittleren Phasenbeginns für verschiedene Höhen wurde berechnet, mit welcher Geschwindigkeit der Eintritt einer Phase am Gebirge hinaufwandert, d. h. wieviel Tage nötig sind, um einen Höhenunterschied von 100 m zu überwinden. Für diese so gewonnene Zahl, die auch als Höhenfaktor bezeichnet wird, finden sich in der Literatur schon verschiedentlich Angaben. So gibt Schrepfer (14) für die Roggenblüte als Höhenfaktor 4 Tage an, Hiltner (4) für die Roggenernte mehr als 5 Tage. Hier wurde die vertikale Wanderungsgeschwindigkeit, bezogen auf 100 m Höhenunterschied, für jede Höhenstufe von 50 zu 50 m von jedem Gebirge einzeln berechnet. Aus diesen für jede Höhenstufe berechneten Einzelwerten wurden für den gesamten Höhenunterschied eines jeden Gebirges die Mittelwerte festgestellt (Tabelle 16), in denen die bei den kleineren Höhenstufen häufig auftretenden kleineren und größeren Schwankungen weitgehend ausgeglichen sind. Die dann noch aus diesen vier Gebirgen berechneten Gesamtmittel lassen zwischen den verschiedenen Phasen typische Unterschiede erkennen.

Tabelle 16

Durchschnittliche vertikale Wanderungsgeschwindigkeit der Phasen (Tage je 100 m Höhenunterschiede)

Gebirge	Berechnet für den Höhenunterschied	Beginn der Feldarbeiten	Hafer		Winterroggen		Hafer Erste Rispen	Winterroggen Ernte	Hafer Ernte	Winterroggen		Ende der Feldarbeiten
			Aussaat	Aufgang	Ährenschieben	Blüte				Aussaat	Aufgang	
Schwarzwald	300-1000 = 700 m	4,0	4,3	5,8	3,3	3,6	5,7	4,2	4,2	-5,5	-5,0	-2,2
	150-650 = 500 m											
Sudeten	300-650 = 350 m	5,0	4,3	4,2	2,6	3,5	2,6	5,2	5,7	-3,4	-5,7	-4,0
	150-650 = 500 m											
Thüringer-Frankenwald	300-650 = 350 m	4,9	3,5	2,8	1,8	2,2	1,9	4,3	2,8	-3,4	-4,1	-5,0
	50-550 = 500 m											
Eifel	150-550 = 400 m	4,1	3,4	3,7	3,3	3,1	2,6	4,9	4,8	-5,4	-2,6	-2,8
Mittel der drei Gebirge		4,5	3,9	4,1	2,8	3,1	2,4	4,7	4,4	-4,3	-4,4	-3,5

Danach ist die vertikale Wanderungsgeschwindigkeit der Phasen im Frühsommer am schnellsten. Die Phasen dieser Zeit (Winterroggen-Ährenschieben und -Blüte, Hafer - Erste Rispen) brauchen zur Überwindung von 100 m Höhenunterschied im Durchschnitt nur ungefähr zweieinhalb bis drei Tage, während zur Überwindung des gleichen Höhenunterschiedes sowohl im Frühjahr als auch im Sommer und Herbst mehr Zeit nötig ist: Aussaat und Aufgang des Hafers ungefähr 4 Tage und Ernte des Roggens und Hafers un-

gefähr viereinhalb Tage. Fast die gleiche Zeit von 4,3 bzw. 4,4 Tagen braucht im Herbst die Abwärtswanderung der beiden Phasen Aussaat und Aufgang des Winterroggens. Während die Phase des Beginns der Feldarbeiten im Frühjahr mit nur geringer Geschwindigkeit von 4,5 Tagen bergauf wandert, geht es beim Ende der Feldarbeiten im Herbst mit mittlerer Geschwindigkeit von 3,5 Tagen wieder bergab.

Von diesem Gesamtdurchschnitt weichen die Mittelwerte der einzelnen Gebirge mehr oder weniger stark

ab. Besonders hervorzuheben sind die Abweichungen im Thüringer- und Frankenwald, wo alle Phasen mit Ausnahme des Beginns und des Endes der Feldarbeiten eine sehr viel größere Wanderungsgeschwindigkeit besitzen als in den übrigen Gebirgen. Auf diese Unterschiede der Gebirge wird später in anderem Zusammenhang zurückgekommen.

Die Einzelwerte der vertikalen Wanderungsgeschwindigkeit, die für alle Stufen von 50 zu 50 m festgestellt wurden und aus denen die in Tabelle 16 angegebenen Mittelwerte berechnet wurden (von der Wiedergabe der Einzelwerte wurde jedoch wegen der Raumersparnis abgesehen) waren scheinbar regellos bald größer und bald kleiner. Diese unregelmäßigen Schwankungen erklären sich auf folgende Weise: Es ist nicht zu erwarten, daß z. B. der Blütenbeginn des Winterroggens, der zur Wanderung von den tiefsten bis zu den höchsten Anbauzonen zwei Wochen und mehr braucht, diesen Höhenunterschied während der ganzen Zeit im gleichen Tempo zurücklegt. Nur wenn dies Tag für Tag der Fall wäre, könnte für alle Höhenlagen die gleiche Wanderungsgeschwindigkeit errechnet werden. Die Lufttemperatur, von der in der Hauptsache der Phasenbeginn abhängt, nimmt auch nicht von einem Tag zum anderen zu, sondern durchschnittlich kühlere und wärmere Tage wechseln in unregelmäßiger Reihenfolge miteinander ab. Wenn z. B. in den Anbaugebieten des Schwarzwaldes in irgend einem Jahre infolge der vorangegangenen Witterung das Aufblühen des Roggens kurz bevorsteht, so genügen nur noch 1 oder 2 warme Tage, um die unterste Zone bis etwa 300 m innerhalb von 2 Tagen zum Aufblühen zu bringen. Durch diese zwei warmen Tage ist in der

darüber liegenden Anbauzone die Blütenentwicklung soweit gefördert worden, daß dieselbe dort unmittelbar bevorsteht und bei anhaltender warmer Witterung bereits am nächsten Tage eintreten würde. Aber ein folgender Temperatursturz, der mehrere Tage anhält, ist für den Fortgang der Entwicklung sehr ungünstig. Die Zahl der Tage, die jetzt für die Überwindung von 100 m Höhenunterschied nötig sind, ist um ein vielfaches größer als in der darunter liegenden Zone. Erst wenn wieder wärmeres Wetter einsetzt, wird das Aufblühen in schnellerer Folge ausgelöst. Dieses Beispiel, das in den Einzeljahren bei allen Phasen immer wieder zu beobachten ist, zeigt sehr eindringlich, daß das vertikale Fortschreiten des Phasenbeginns nicht so gleichmäßig vor sich geht, wie man vielfach anzunehmen geneigt ist. Vielmehr verläuft der Ablauf der Pflanzenentwicklung in unregelmäßiger Folge von starken und schwachen Stößen jenach der Aufeinanderfolge von wärmeren und kühleren Tagen. In den in Tabelle 16 angegebenen Mittelwerten sind diese vielfachen kleineren Schwankungen der Einzeljahre schon zum großen Teil ausgeglichen.

In diesen Abschnitten über den Einfluß der Seehöhe auf den phänologischen Jahresablauf konnten nur einige mit der Höhenänderung zusammenhängende Probleme angedeutet werden. Diese lassen bereits die Mannigfaltigkeit und die Wechselwirkung der Ursachen auf den Ablauf der verschiedenen phänologischen Phasen erkennen. Die genauere Untersuchung einzelner Fragen muß jedoch späteren Bearbeitungen vorbehalten bleiben.

IV. Der Einfluß der geographischen Lage und der Seehöhe im wechselseitigen Zusammenwirken.

1. Der Ablauf des phänologischen Jahres in verschiedener Höhe.

Nachdem bisher die durch geographische Lage und Seehöhe bedingten Unterschiede der phänologischen Beobachtungsergebnisse getrennt behandelt wurden, soll im folgenden untersucht werden, wie diese Unterschiede zusammenwirken und sich gegenseitig beeinflussen. In Tabelle 13 waren die Mittelwerte des Beginns der einzelnen Phasen in verschiedener Höhe angegeben, und in der Abb. 8a war der Verlauf der vertikalen Verschiebung dieser Phasen (die Phasen wurden zu Gruppen zusammengefaßt) für Baden, Schlesien, Thüringen und Eifel graphisch dargestellt. Stellt man in dieser Tabelle bzw. Abbildung für bestimmte Höhenlinien fest, an welchen Tagen die Kurven der einzelnen Gebirge die betreffenden Höhenlinien schneiden, so findet man, daß die zeitliche Reihenfolge, in der die Gebirge aufeinander folgen, nicht während des ganzen Jahres bei allen Phasen gleich bleibt. Sogar bei ein und derselben Phase wechselt die Reihenfolge in den verschiedenen Höhenlagen.

So ist z. B. bei Hafer-Aussaat und -Aufgang die zeitliche Reihenfolge der Gebirge

in ungefähr 200 m Höhe: Schwarzwald, Sudeten, Eifel, Thüringer Wald,

in ungefähr 500 m Höhe: Schwarzwald, Eifel, Sudeten, Thüringer Wald,

bei Winterroggen-Ernte

in ungefähr 200 m Höhe: Sudeten, Schwarzwald, Eifel, Thüringer Wald,

in ungefähr 500 m Höhe: Schwarzwald, Sudeten, Thüringer Wald, Eifel,

bei Winterroggen-Aussaat

in ungefähr 300 m Höhe: Sudeten, Eifel, Thüringer Wald, Schwarzwald,

in ungefähr 550 m Höhe: Eifel, Sudeten, Schwarzwald, Thüringer Wald.

Nicht nur die Reihenfolge, in der die Gebirge aufeinander folgen, zeigt charakteristische Unterschiede, auch schon die zeitlichen Abstände zwischen den einzelnen Gebirgen verschieben sich in charakteristischer Weise, die auf allgemeingültige großräumige phänologische Unterschiede in den Mittelgebirgen Mitteleuropas hindeuten.

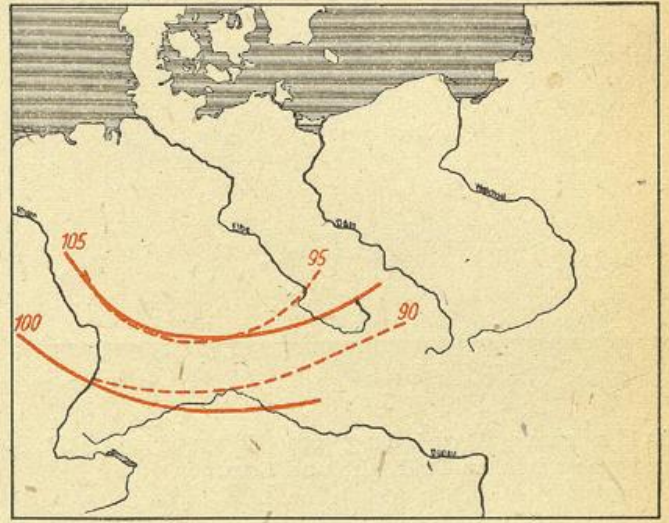
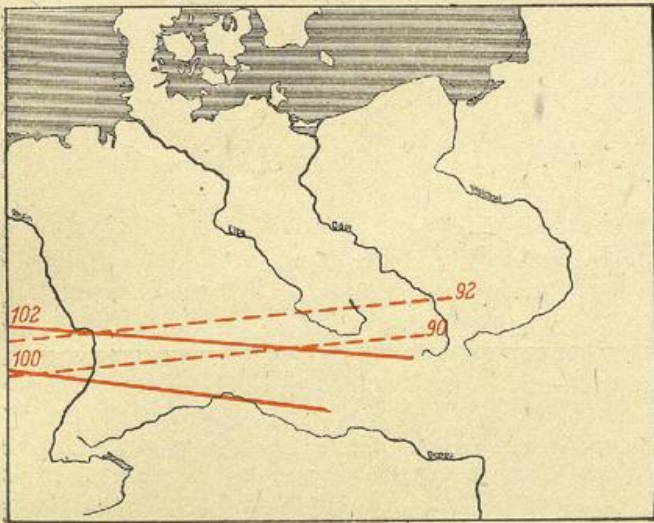
Zieht man zum Vergleich zunächst nur die drei Gebirge: Schwarzwald, Eifel und Sudeten heran (Thüringer und Frankenwald sollen zunächst noch nicht berücksichtigt werden) und zeichnet (Abb. 10) man auf Grund der Beobachtungsergebnisse (nach Tabelle 13) in 200 und 500 m Höhe dieser Gebirge den schematischen Verlauf der Linien gleichen Phasenbeginns (Phasengruppen), so ergibt sich folgendes Bild. Bis zum Hochsommer zeigt sich bei allen Linien gleichen Phasenbeginns beim Ansteigen von 200 auf 500 m eine gleichmäßige Drehung im Sinne des Uhrzeigers. Die Linien, die unten in 200 m Höhe (gestrichelte Linien) mehr eine Tendenz für eine SW-NE Richtung besitzen, schwingen mit zunehmender Höhe in W-E Richtung ein. Im Herbst (Mittel von Winterroggen-Aussaat und -Aufgang), wo die Berechnungen für 300 und 550 m durchgeführt wurden, scheint die Drehung in umgekehrter Richtung zu erfolgen. Es ist hierbei aber zu beachten, daß zeitlich gesehen die Herbstphasen bergab wandern. Die früheren Termine finden sich oben, die späteren unten. Wenn die Veränderung der Linien mit dem zeitlichen Ablauf, also bergab, verfolgt wird, so ergibt sich auch hier im Herbst für die Linien mit gleichem Phasenbeginn eben-

Abb. 10

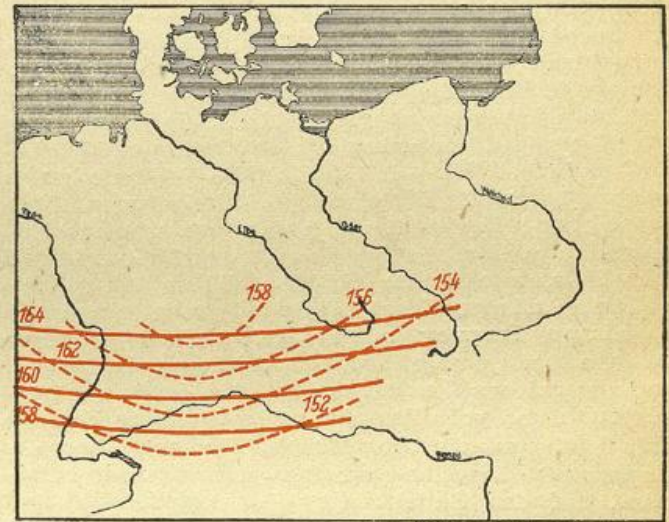
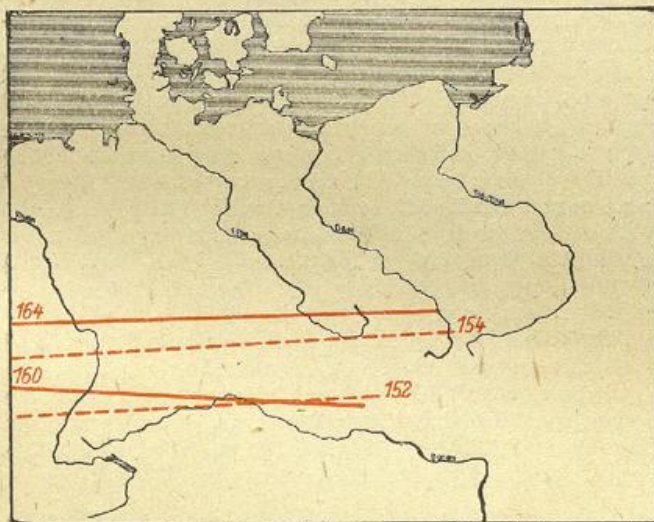
Schematischer Verlauf der Linien
gleichen Phasenbeginns in den deutschen Mittelgebirgen
- - - in 200 bzw. 300 m Höhe } (Tage seit Jahresbeginn)
— in 500 bzw. 550 m Höhe }
Schwarzwald — Sudeten — Eifel

ohne Thüringerwald

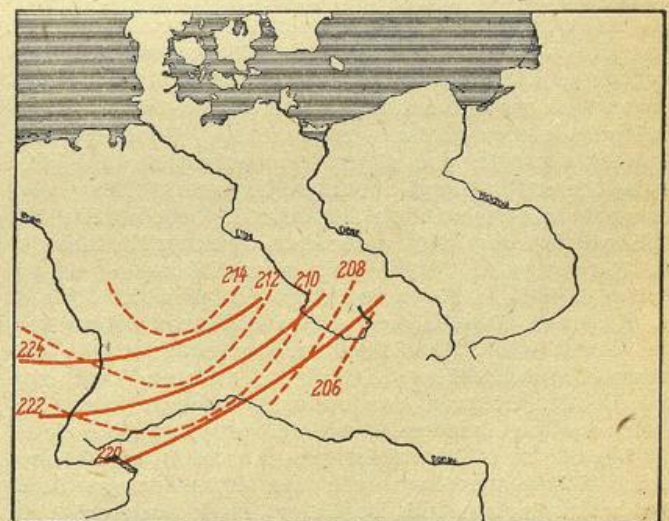
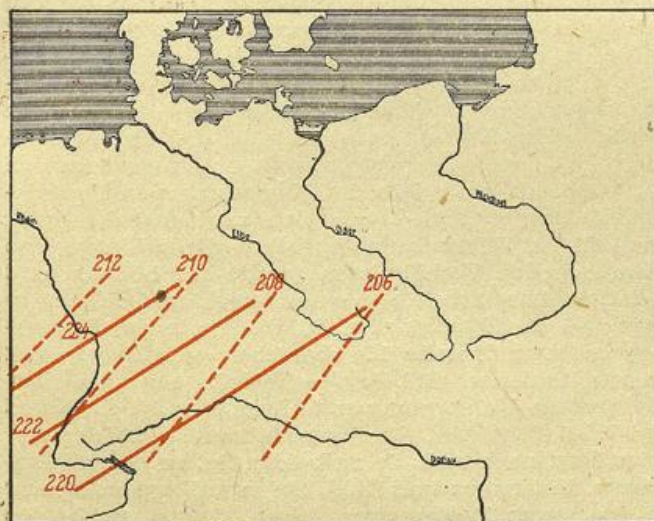
mit Thüringerwald



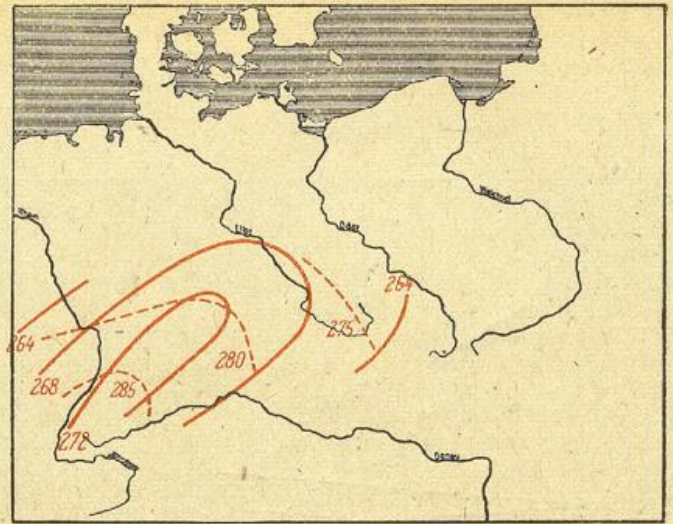
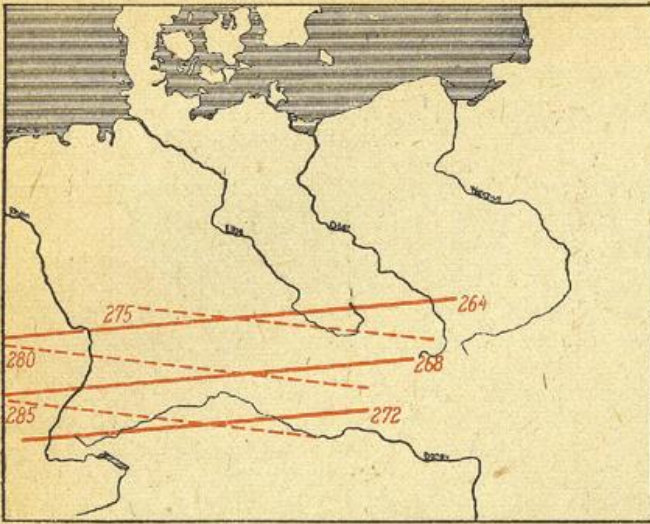
a. Hafer-Aussaat und -Aufgang



b. Winterroggen-Ahrenschieben und -Blüte und Hafer — Erste Rispen



c. Winterroggen- und Hafer-Ernte



d. Winterroggen-Aussaat

falls eine Drehung im Sinne des Uhrzeigers wie im Frühjahr und Sommer.

Soweit sich bisher feststellen läßt, scheint sich die bei der Getreideernte in höheren Zonen (über 500 m Höhe) festgestellte zeitliche Reihenfolge der einzelnen Gebiete besser in die gleichzeitig in ganz Europa herrschenden phänologischen Verhältnisse einzufügen. Wenn man hier besonders den sich durch Mitteleuropa in west-östlicher Richtung von Frankreich über Deutschland und Polen nach Mittelrußland ziehenden Gebietsstreifen in Betracht zieht, so ist in dieser Zone z. B. bei der Winterroggenernte die Hauptrichtung der Linien gleichen Phasenbeginns im Großraum WSW — ENE und nicht SW — NE bis SSW — NNE wie in den tieferen Lagen der Mittelgebirge Mitteleuropas. Mit zunehmender Höhe schwingen die Linien immer mehr in diesen großräumigen Rhythmus ein. In Höhen über 500 m erhalten diese Isolinien der einzelnen Gebirge immer mehr Anschluß an den gesamten europäischen Ablauf des phänologischen Geschehens. Die deutschen Mittelgebirge und vor allem das zwischen diesen liegende Hügelland und die Hochflächen, die sich über das norddeutsche Flachland erheben, wirken stark verzögernd auf den Eintritt der phänologischen Phasen während des ganzen Jahres. Dieses Gebiet in Mitteleuropa wirkt demnach wie ein Kälteblock, der den Eintritt aller phänologischen Phasen stärker verzögert als allein der Höhe nach zu erwarten ist. Erst die einzelnen über 500 m hinausgehenden Gebirgszüge, die in die freie Atmosphäre hineinragen, stehen weniger unter dem Einfluß des mittelhohen Hügellandes dieses großen geschlossenen Gebietes. Das Sudeten-Gebirge, das ziemlich unvermittelt aus dem schlesischen Flachland aufsteigt, wird nicht durch vorgelagerte mittlere Höhen beeinflusst. Dort stehen alle Höhenstufen ungestört unter dem direkten Einfluß der im Norden und Osten sich anschließenden großen Ebene. Dies ist auch in den Kurvenbildern der Abb. 8a zu erkennen. Die Kurven dieses Sudetengebirges zeigen durch alle Höhenlagen im Durchschnitt ein annähernd gleichmäßiges Ansteigen, während die entsprechenden Kurven der anderen Gebirge meist zunächst später einsetzen, dann steil ansteigen, bis sie in 400 bis 500 m Höhe wieder den Anschluß an die normalen Werte erreichen, die der Höhe entsprechend dort zu erwarten sind. Besonders stark ausgeprägt ist dieser Verlauf bei den Kurven des Thüringer- und Frankенwaldes. Gerade die Werte dieses Gebirges be-

stätigen, wenn sie mit den entsprechenden Werten der anderen Gebirge verglichen werden, daß der deutsche Mittelgebirgsraum in den tieferen Lagen eine starke Verzögerung ausübt.

In der Abb. 10 sind die Linien gleichen Phasenbeginns für beide Höhen von 200 und 500 m bzw. 300 und 550 m nochmals unter Berücksichtigung der entsprechenden Werte von Thüringen schematisch eingezeichnet. Hier zeigt sich besonders deutlich bei der starken Ausbuchtung der Linien nach Süden, die diese durch die späten Werte des Thüringer Waldes erhalten haben, wie sehr die Entwicklung der gesamten Vegetation gerade in Mittel-Deutschland in den tieferen Lagen gehemmt wird. Mit zunehmender Höhe wird die Ausbuchtung nach Süden immer mehr abgeflacht, bis bei Höhen über 500 m kaum noch eine wesentliche Ausbuchtung zu bemerken ist. Der Thüringer- und Frankенwald hat in diesen Höhenlagen über 500 m den Anschluß an die großräumige zonale Anordnung Europas erreicht. Abweichend hiervon verlaufen die Kurven im Herbst bei der Winterroggen-Aussaat, wo durch den Thüringer Wald in 550 m Höhe eine stärkere Ausbuchtung bewirkt wird als in 300 m Höhe.

2. Die Abhängigkeit der Höhenunterschiede von der Temperatur.

Da alles phänologische Geschehen, wie sich bei den bisherigen Untersuchungen immer deutlicher herausstellte, in der Hauptsache durch die Temperatur bestimmt wird, müßten die in den tieferen und mittleren Lagen der deutschen Mittelgebirge festgestellten abweichenden Verhältnisse auch in den auf Meereshöhe reduzierten Isothermen zum Ausdruck kommen. Ein Vergleich mit dem im Klimaatlas von Deutschland (2) dargestellten Isothermen zeigt, daß dies nicht der Fall ist. Vielmehr entsprechen diese Linien den phänologischen Verhältnissen gerade der höheren und höchsten Anbaugebiete der untersuchten Gebirge. In über 500 m Höhe setzt z. B. die Ernte des Winterroggens nach Tabelle 13 abgesehen von Baden (210. Tag) in Schlesien (212. Tag) sehr früh ein, und zwar mit großem Vorsprung vor Thüringen (218. Tag) und der Eifel (218. Tag). Das untersuchte Gebiet der Sudeten liegt nach Abb. 5e zu beiden Seiten der 19° Isotherme. Thüringen und Eifel, die in größerem Abstand mit späterem Erntebeginn folgen, liegen zu beiden Seiten der 18° Isotherme, und zwar liegt das Thüringer Gebiet mit etwas früherem Termin (½ Tag

früher) hart südöstlich an der Isotherme, während die Eifel von dieser geschnitten wird. Baden mit dem Schwarzwald, das in den höheren Lagen noch beträchtlich früher ist, als die gleich hohen Gebiete in Schlesien, liegt schon zu beiden Seiten der 20^o Isotherme. Die phänologischen Verhältnisse in über 500 m Höhe stimmen hier also gut mit dem Verlauf der auf den Meeresspiegel reduzierten Isothermen überein. Die tatsächlichen Verhältnisse der unteren und mittleren Anbaugelände kommen dagegen in diesen Isothermen keineswegs zum Ausdruck, da in etwa 200 m Höhe die Winterroggenernte zuerst in den Sudeten beginnt (199. Tag), also noch vor dem Schwarzwald (202. Tag) und der Thüringer Wald (207. Tag) noch 2 Tage später ist als die Eifel (205. Tag). Die mangelnde Übereinstimmung dieser Verhältnisse tieferer Lagen mit den Isothermen mag darauf beruhen, daß für die Berechnung dieser reduzierten Werte gerade die höheren, also unter anderen klimatischen Bedingungen liegenden Stationen benutzt wurden, die noch dazu in den gebirgigen Lagen wesentlich zahlreicher sind als in den vorgelagerten Gebieten mittlerer Höhe.

Eine gute Parallele finden die Verschiedenheiten des Phaseneintritts der Winterroggenernte aber in den absoluten langjährigen Temperaturmitteln des Juli, wie sie auf Grund der in der Klimakunde des Deutschen Reiches, Tabellenteil (20), enthaltenen Angaben für verschiedene Höhen in Baden, Schlesien, Thüringen und Eifel in Tabelle 17 zusammengestellt wurden.

Tabelle 17

Langjährige Temperaturmittel des Juli (1881—1930) für verschiedene Höhen von Baden, Schlesien, Thüringen, Eifel.

(Errechnet aus den Mittelwerten der Stationen der Klimakunde des Deutschen Reiches).

Höhe m	Baden	Schlesien	Thüringen	Eifel
900	14,5	13,6	12,7	—
800	14,9	14,3	13,6	—
700	15,6	14,8	14,4	—
600	16,2	15,3	15,2	14,3
500	16,7	15,8	15,6	15,0
400	17,2	16,4	16,1	15,7
300	17,9	17,1	16,6	16,6
250	18,3	17,4	16,9	17,1
200	18,4	17,7	17,2	17,4
150	18,6	18,1	17,5	17,7

Die Errechnung dieser Mittelwerte verschiedener Höhen erfolgte so, daß die Stationen der untersuchten Gebiete entsprechend ihrer Höhenlage in Gruppen von 100 zu 100 m geordnet wurden und für jede Höhenstufe die betreffende Mitteltemperatur mit zugehöriger mittlerer Höhe berechnet wurde. Die aus diesen Werten konstruierten Kurven des Temperaturgefälles bei steigender Höhe gaben die Unterlagen für die Aufstellung der Tabelle 17: Langjährige Temperaturmittel des Juli (1881—1930) für verschiedene Höhen.

Danach ist zunächst festzustellen, daß Baden in allen Höhen einen deutlichen Temperaturvorsprung besitzt. In Thüringen ist die Mitteltemperatur zunächst niedriger als in der Eifel. Erst in 300 m Höhe erreicht Thüringen die gleichen Temperaturwerte wie in der Eifel. Von etwa 400 m an aufwärts hat der Thüringer-

und Frankenswald gegenüber der Eifel einen deutlichen Vorsprung.

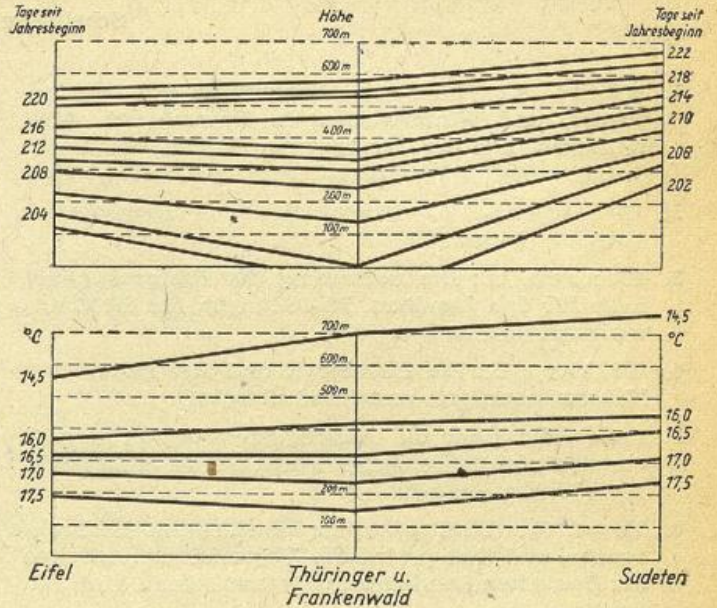


Abb. 11

Verschiebung der Linien mit gleichem Beginn der Winterroggenernte (oben) und der Isothermen des Juli (unten) in verschiedenen Höhenlager der Mittelgebirge: Eifel, Thüringer und Frankenswald, Sudeten.

Die vertikale Temperaturverteilung verläuft hier also parallel der vertikalen Verschiebung der Ernteterminen. In den tieferen Lagen beginnt die Winterroggenernte in Thüringer- und Frankenswald später als in der Eifel, in höheren Lagen wird die Eifel von Thüringen zeitlich eingeholt und schließlich auch noch überflügelt. Diese Parallelität kommt auch sehr deutlich durch die Gegenüberstellung in den beiden graphischen Darstellungen der Abb. 11 zum Ausdruck. Dort ist schematisch dargestellt, in welchen Höhen sowohl die Linien gleichen Phasenbeginns als auch die Linien gleicher Mitteltemperaturen die drei Gebirge Eifel, Thüringer- und Frankenswald und Sudeten schneiden. Danach treffen diese Linien das Thüringer Gebiet in den unteren Zonen tiefer als die Eifel und diese wiederum tiefer als Schlesien. Erst in 300 bis 400 m Höhe liegen die Schnittpunkte in Thüringen in gleicher Höhe wie in der Eifel. In den darüber befindlichen Zonen sind dann die Schnittpunkte der Eifel am niedrigsten. In Thüringen liegen sie etwas höher und nach Schlesien zu steigen die Linien bis in größere Höhen stärker an. Es besteht hier also eine weitgehende Übereinstimmung zwischen dem Verlauf gleichen Phasenbeginns und gleicher Monatsmitteltemperatur. Nur sind die Temperaturlinien in Thüringen bereits bei 300 m in gleicher Höhe mit der Eifel, während die Linien gleichen Phasenbeginns erst bei 400 m diese gleiche Höhe mit der Eifel erreichen. Auch hier zeigt sich wieder, daß die phänologischen Erscheinungen mehr oder weniger stark nachhinken und erst eine gewisse Zeit später auf Temperatureinflüsse reagieren.

Schriftenverzeichnis.

1. Härle, A.: Blüte- und Erntezeiten von Winterroggen und Winterweizen in Deutschland. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 57. Berlin (1938).
2. Hellmann, G.: Klima-Atlas von Deutschland, Dietrich Reimer, Berlin (1921).
3. Hensen, H.: Die Bedeutung der Pflanzenphänologie für den Landbau. Mitteilungen für die Landwirtschaft. 51, Heft 8 (1936).
4. Hiltner, E.: Die Phänologie und ihre Bedeutung. Naturwissenschaft und Landwirtschaft. Heft 8.
5. Ihne, E.: Über die Abhängigkeit des Frühlings-eintritts von der geographischen Breite in Deutschland. Geogr. Zeitschr. (1900).
6. Ihne, E.: Über pflanzenphänologische Beobachtungen und ihre praktische Verwendung. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Heft 161. Berlin (1910).
7. Ihne, E.: Zum Einfluß der Höhe auf die Laubverfärbung. Phänologische Mitteilungen. Jahrg. 1924. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. Heft 36. Darmstadt (1925).
8. Ihne, E.: Welche praktische Anwendung hat bis jetzt die Pflanzenphänologie gefunden? Phänologische Mitteilungen. Jahrg. 1927. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. Heft 43. Darmstadt (1928).
9. Rosenkranz, F.: Zehn Jahre Phänologie im Lande Österreich. Wissenschaftliche Abhandlungen des Reichsamts für Wetterdienst. Band VII. Nr. 2. Berlin (1940).
10. Schnelle, F.: Phänologische Studien über die Winterroggenernte während einer Eisenbahnfahrt. Bioklimat. Beibl. 6, 18 (1939).
11. Schnelle, F.: Phänologische Andauerkarten von Europa. Kühn-Archiv. 60, 98 (1943).
12. Schnelle, F.: Phänologische Charakterisierung typischer Klimagebiete Europas. Petermanns Geogr. Mitt. 91, 3 (1945).
13. Schnelle, F.: Phänologische Karten von Niedersachsen. Archiv für Landes- und Volkskunde von Niedersachsen. (1943).
und in: J. Hoffmeister und F. Schnelle: Klimaatlas von Niedersachsen. Gerhard Stalling, Oldenburg (1945).
14. Schrepfer, H.: Blüte- und Erntezeit des Winterroggens in Deutschland. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Heft 321. Berlin (1922).
15. Weger, N., W. Herbst und C. F. Rudloff: Witterung und Phänologie der Blühphase des Birnbaumes. Wissenschaftliche Abhandlungen des Reichsamts für Wetterdienst. Bd. VII. Nr. 1. Berlin (1940).
16. Werneck, H. L.: Oberösterreich im Bilde der Phänologie von 1926 bis 1930. Beiheft zu Jg. 1930 der Jahrbücher der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Wien (1937).
17. Werth, E.: Phänologie und Pflanzenschutz. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. 21, 81 (1921).
18. Zade: Der Hafer. Jena (1918).
19. Ergebnisse phänologischer Beobachtungen im Deutschen Reich im Jahre 1936 bzw. 1937. Wissenschaftl. Abhandl. des Reichsamts für Wetterdienst. Band IV, Nr. 4 Berlin (1938) und Band VII, Nr. 3 Berlin (1940).
20. Klimakunde des Deutschen Reiches. Band II. Bearbeitet vom Reichsamt für Wetterdienst. Dietrich Reimer, Berlin (1939).

Schlüssel zu den Zeitangaben in den phänologischen Tabellen.

Tage seit Jahresbeginn	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Normaljahr	10. 1.	20. 1.	30. 1.	9. 2.	19. 2.	1. 3.	11. 3.	21. 3.	31. 3.
Schaltjahr	10. 1.	20. 1.	30. 1.	9. 2.	19. 2.	29. 2.	10. 3.	20. 3.	30. 3.
Tage seit Jahresbeginn	100	110	120	130	140	150	160	170	180
Normaljahr	10. 4.	20. 4.	30. 4.	10. 5.	20. 5.	30. 5.	9. 6.	19. 6.	29. 6.
Schaltjahr	9. 4.	19. 4.	29. 4.	9. 5.	19. 5.	29. 5.	8. 6.	18. 6.	28. 6.
Tage seit Jahresbeginn	190	200	210	220	230	240	250	260	270
Normaljahr	9. 7.	19. 7.	29. 7.	8. 8.	18. 8.	28. 8.	7. 9.	17. 9.	27. 9.
Schaltjahr	8. 7.	18. 7.	28. 7.	7. 8.	17. 8.	27. 8.	6. 9.	16. 9.	26. 9.
Tage seit Jahresbeginn	280	290	300	310	320	330	340	350	360
Normaljahr	7. 10.	17. 10.	27. 10.	6. 11.	16. 11.	26. 11.	6. 12.	16. 12.	26. 12.
Schaltjahr	6. 10.	16. 10.	26. 10.	5. 11.	15. 11.	25. 11.	5. 12.	15. 12.	25. 12.