

77305  
Deutscher Wetterdienst in der US-Zone

Zentralamt Bad Kissingen

Leiter: Prof. Dr. Ludwig Weickmann

---

230393  
**Berichte**  
des  
**Deutschen Wetterdienstes**  
**in der US-Zone**

**Nr. 39**

DK 551.506.8

**Beiträge zur Phänologie Deutschlands**

**I. Karten des phänologischen Jahresablaufs der Einzeljahre 1936 bis 1944**  
**(54 phänologische Karten)**

von

**Dr. F. Schnelle und Dr. S. Uhlig, Bad Kissingen**

Bad Kissingen, 1952

57

**Inhalt :**

I.	Einleitung .....
II.	Die phänologischen Einzeldaten ausgewählter Gebiete .....
III.	Die Gebietsunterschiede .....
IV.	Die Unterschiede der Einzeljahre 1. im Mittel für ganz Deutschland .....
	2. in den ausgewählten Gebieten .....
V.	Die Ursachen der unterschiedlichen Pflanzenentwicklung in den einzelnen Gebieten und Jahren .....
VI.	Die möglichen Schwankungen der Pflanzenentwicklung .....
VII.	Die Nutzanwendung der phänologischen Jahreskarten .....
VIII.	Literatur .....
Anhang: 6 Blätter mit phänologischen Karten .....	

(Aus der Klimaabteilung des Zentralamtes des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone)

### I. Einleitung

Seit 1936 besteht der vom Deutschen Wetterdienst unterhaltene Phänologische Dienst. Zwar erlitten die Beobachtungen nach 1944 in manchen Gegenden eine kurze Unterbrechung, aber bald konnten in allen Teilen Deutschlands der heutigen Ausdehnung die Beobachtungen wieder fortgesetzt werden, die jetzt allerdings an verschiedenen Stellen gesammelt und ausgewertet werden. Einheitliches Beobachtungsmaterial aus ganz Deutschland der früheren Ausdehnung (Gebietsstand 1937) liegt also nur aus den ersten 9 Jahren von 1936 bis 1944 vor.

Dieses phänologische Material soll im Rahmen mehrerer „Beiträge zur Phänologie Deutschlands“ der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden. Als erster Beitrag erscheint eine Reihe von Karten zur Charakterisierung des phänologischen Jahresablaufes der Einzeljahre 1936 bis 1944, die mit Hilfe einer finanziellen Unterstützung von seiten des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gedruckt werden konnten. Es sei gestattet, diesem Ministerium an dieser Stelle nochmals zu danken.

Bisher konnten aus dem betrachteten Zeitraum 18 phänologische Karten von den beiden ersten Jahren 1936 und 1937 erscheinen. Sie sind im Mehrfarbendruck im Maßstab 1:1,5 Millionen als Beilage zu den beiden Veröffentlichungen „Ergebnisse phänologischer Beobachtungen im Deutschen Reich im Jahre 1936“ bzw. „... 1937“ (1) herausgekommen.

Diese Karten, die den phänologischen Jahresablauf vom zeitigen Frühjahr (Schneeglöckchen-Blüte) bis zum Hochsommer (Hafer-Ernte) kennzeichnen, sollten auch in den folgenden Jahren regelmäßig erscheinen. Durch den Krieg wurde aber die weitere Veröffentlichung der Karten, die für die nächsten Jahre im Manuskript schon vorlagen, unmöglich gemacht.

Da jetzt nach dem Kriege die weitere Herausgabe der Kartenreihe in der gleichen Form wie früher scheiterte, mußte ein neuer Weg für ihre Veröffentlichung gesucht werden. Dieser war bereits durch die behelfsmäßigen Zwischenauswertungen des phänologischen Beobachtungsmaterials in kleineren Übersichtskarten gewiesen, deren Anfertigung durch die dringenden Anforderungen verschiedener interessierter Kreise in den vergangenen Jahren veranlaßt wurde. Vor allem landwirtschaftliche Stellen wünschten eine kartenmäßige Übersicht über die zeitlichen Schwankungen der verschiedenen Wachstumsphasen landwirtschaftlicher Kulturpflanzen in den Einzeljahren.

Nach Vervollständigung dieser Kartenreihe bis zum Jahre 1944 wird sie in der vorliegenden Form veröffentlicht. Zur Charakterisierung des phänologischen Jahresablaufes vom zeitigen Frühjahr bis zum Hochsommer wurden folgende 6 Phasen ausgewählt, die nach dem an anderer Stelle veröffentlichten Phänologischen Kalender (2) gleichzeitig auch den Beginn oder den Höhepunkt der einzelnen phänologischen Jahreszeiten darstellen.

- |                            |               |          |
|----------------------------|---------------|----------|
| a*) Schneeglöckchen-Blüte  | Vorfrühlings  | — Beginn |
| b) Beginn der Feldarbeiten | Vorfrühlings  | — Mitte  |
| c) Hafer-Aufgang           | Erstfrühlings | — Beginn |
| d) Apfel-Blüte             | Vollfrühlings | — Beginn |
| e) Winterroggen-Blüte      | Frühsommer    | — Beginn |
| f) Winterroggen-Ernte      | Hochsommer    | — Mitte  |

Mit der Auswahl dieser Phasen wurde vor allem den Wünschen der Landwirtschaft entsprochen; denn mit diesen Terminen sind die wichtigsten Abschnitte sowohl des Wachstums der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen als auch der landwirtschaftlichen Arbeiten (Bestellungs-, Pflege- und Erntearbeiten) bis zum Hochsommer erfaßt.

Da der Hauptnutzen dieser Karten darin liegt, durch gleichzeitiges Überblicken und Vergleichen möglichst vieler Karten einen zusammenfassenden Eindruck sowohl von dem phänologischen Ablauf in den Einzeljahren als auch von den größtmöglichen Schwankungen innerhalb einundderselben Phase zu gewinnen, mußten die Einzelkarten möglichst klein gehalten werden. Der hier gewählte Maßstab von 1:10 Millionen gestattet die Wiedergabe von 9 Karten auf einem Blatt. Die bearbeiteten 54 Karten konnten daher auf 6 Einzelblätter (Nr. 1 bis 6) gedruckt werden, die im Anhang lose beigelegt sind. Bei Benutzung sind die 6 Blätter so unter- und nebeneinander zu legen, daß auf drei zusammengehörigen Blättern (Nr. 1 bis 3 bzw. 4 bis 6) von oben nach unten die 9 Jahre 1936 bis 1944 einer Einzelphase aufeinander folgen. Nebeneinander stehen dann von links nach rechts zunächst auf den Blättern Nr. 1 bis 3 die Reihen der ersten drei Phasen, an die sich dann auf den nächsten drei Blättern Nr. 4 bis 6 die weiteren Phasen anschließen. So ist auch die Möglichkeit gegeben, für Anschauungszwecke die 6 Einzelblätter im Zusammenhang aufziehen zu lassen, um sie im Unterricht bzw. in Vorträgen zu verwenden.

Der jetzt gewählte Maßstab 1:10 Millionen ist im Vergleich zu den früheren phänologischen Karten schon recht klein, aber er gestattet noch, die Unterschiede größerer Anbaugebiete deutlich in Erscheinung treten zu lassen, so daß eine weitere Auswertung für verschiedene Zwecke möglich ist. Wenn es jedoch darauf ankommt, feinere phänologische Unterschiede kleinerer Landschaftsräume zu erhalten, wird man zu den phänologischen Mittelwertskarten greifen, die in größerem Maßstab bearbeitet und gedruckt werden und später erscheinen.

Alle in dieser Veröffentlichung vorliegenden Karten wurden zunächst im Maßstab 1:1 Million entworfen und dann in zwei Stufen bei gleichzeitiger Generalisierung auf den endgültigen Maßstab 1:10 Millionen verkleinert. An dem Entwurf der Karten, der sich naturgemäß über einen größeren Zeitraum erstreckte, waren außer den beiden Verfassern in einigen Fällen noch beteiligt: Dr. Herta Seyfried und H. Burkhardt (früher Reichsamt für Wetterdienst in Berlin)

\*) Die Buchstaben a bis f werden an den Abbildungen mehrfach zur Kennzeichnung der Phasen verwandt.

sowie Dr. O. W. Kessler (früher Agrarmeteorologische Forschungsstelle des Deutschen Wetterdienstes in Trier).

Im folgenden soll eine erste Auswertung der auf den anliegenden 6 Blättern wiedergegebenen 54 phänologischen Karten vorgenommen werden.

**II. Die phänologischen Einzeldaten ausgewählter Gebiete**

Um den phänologischen Jahresablauf in den 9 Einzeljahren 1936 bis 1944 in Deutschland untersuchen zu können, wurden von folgenden 7 Gebieten für je eine typische Station die betreffenden Daten der 6 bearbeiteten phänologischen Phasen bestimmt:

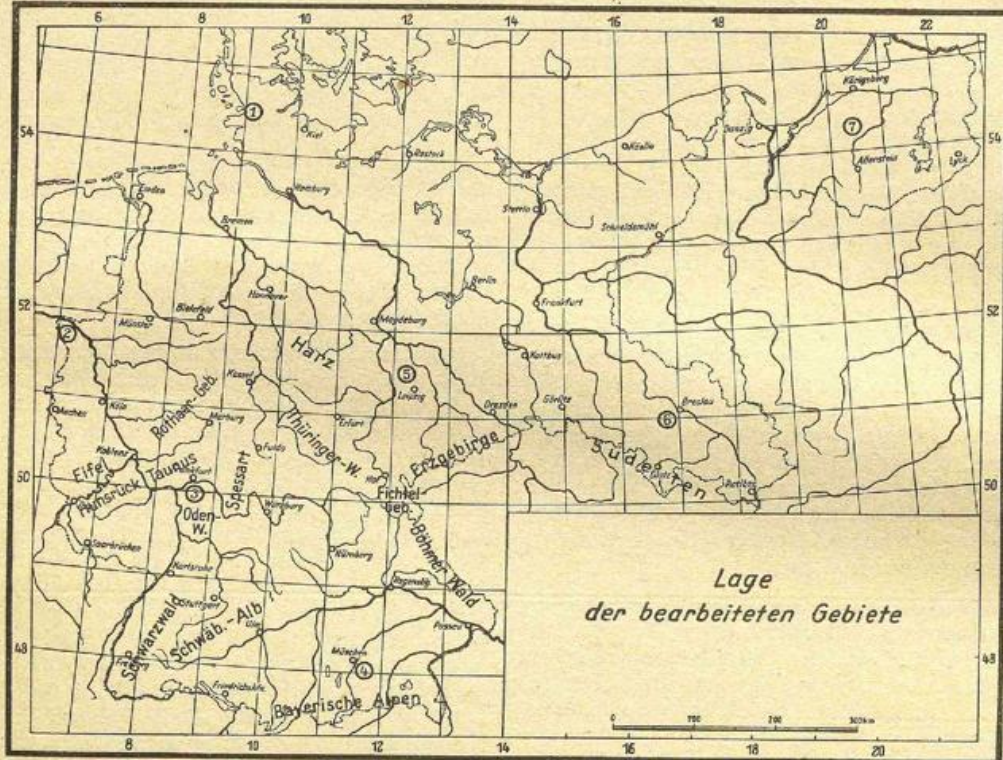
**Gebiet:**

1. Schleswig
2. Unterrhein
3. Rhein—Main
4. Oberbayern
5. Halle—Leipziger Bucht
6. Schlesien
7. Ostpreußen

**Station:**

- Husum
- Cleve
- Frankfurt
- München
- Halle—Leipzig
- Breslau
- Heilsberg

Diese Gebiete wurden so ausgewählt, daß die größtmöglichen Unterschiede innerhalb von Deutschland (nach dem Gebietsstand von 1937) außerhalb der Gebirge erfaßt wurden. Die Lage der Stationen ist aus der Übersichtskarte der Abb. 1 zu ersehen. Die Be-



**Abb. 1**  
Übersichtskarte von Deutschland (Gebietsstand 1937) und Lage der 7 für die Untersuchungen dieser Arbeit ausgewählten Landschaften.

stimmung der phänologischen Werte in den einzelnen Gebieten ist notwendig, da erfahrungsgemäß der phänologische Jahresablauf in jedem der weit voneinander

entfernt liegenden Teile Deutschlands verschieden sein kann.

**Tabelle 1**  
Phänologische Einzeldaten ausgewählter Gebiete

	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944
<b>Beginn der Schneeglöckchen-Blüte</b>									
1. Schleswig-Holstein (Husum)	61	60	40	48	81	68	79	49	52
2. Unterrhein (Cleve)	47	46	35	46	72	49	78	43	52
3. Rhein - Main (Frankfurt)	46	46	45	48	78	48	77	46	58
4. Oberbayern (München)	60	60	54	72	84	67	80	58	90
5. Halle-Leipziger Bucht (Halle-Leipzig)	47	55	46	50	78	61	79	54	71
6. Schlesien (Breslau)	49	60	57	51	85	65	79	55	77
7. Ostpreußen (Heilsberg)	72	71	61	68	90	85	100	63	98

	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944
<b>Beginn der Feldarbeiten</b>									
1. Schleswig-Holstein	81	86	69	85	100	81	90	53	63
2. Unterrhein	64	85	60	77	89	78	82	52	74
3. Rhein - Main	63	76	61	77	92	69	82	52	77
4. Oberbayern	74	74	66	91	92	69	87	62	93
5. Halle-Leipziger Bucht	79	74	64	74	94	85	94	56	84
6. Schlesien	64	74	70	85	93	100	99	63	84
7. Ostpreußen	90	96	82	94	112	122	117	86	98
<b>Beginn des Hafer-Aufganges</b>									
1. Schleswig-Holstein	116	108	108	106	123	122	112	102	121
2. Unterrhein	87	105	86	102	108	97	107	85	95
3. Rhein - Main	86	98	85	97	106	102	99	85	96
4. Oberbayern	97	98	93	105	104	115	107	95	115
5. Halle-Leipziger Bucht	98	103	88	105	115	118	107	93	109
6. Schlesien	98	105	96	108	113	119	108	88	118
7. Ostpreußen	118	115	110	108	128	142	125	108	128
<b>Beginn der Apfel-Blüte</b>									
1. Schleswig-Holstein	143	137	132	134	143	151	146	132	138
2. Unterrhein	130	123	122	118	122	128	124	107	118
3. Rhein - Main	114	123	105	117	122	128	126	107	119
4. Oberbayern	130	128	130	128	129	147	138	114	135
5. Halle-Leipziger Bucht	126	125	121	124	130	146	137	115	129
6. Schlesien	124	125	128	125	130	146	137	118	138
7. Ostpreußen	133	133	138	138	144	151	152	128	143
<b>Beginn der Winterroggen-Blüte</b>									
1. Schleswig-Holstein	167	161	159	158	167	175	176	161	167
2. Unterrhein	152	148	148	153	153	162	153	141	153
3. Rhein - Main	150	143	154	154	154	158	152	138	153
4. Oberbayern	154	158	158	157	162	166	162	153	165
5. Halle-Leipziger Bucht	153	144	155	155	156	163	161	143	156
6. Schlesien	148	143	153	153	158	160	162	143	160
7. Ostpreußen	153	149	155	158	162	169	168	153	164
<b>Beginn der Winterroggen-Ernte</b>									
1. Schleswig-Holstein	212	211	218	214	217	218	231	212	219
2. Unterrhein	202	199	199	201	204	202	208	199	209
3. Rhein - Main	200	196	198	199	203	200	209	195	206
4. Oberbayern	205	202	208	208	211	213	209	209	220
5. Halle-Leipziger Bucht	199	198	201	203	205	208	216	202	206
6. Schlesien	192	185	197	195	200	208	214	196	205
7. Ostpreußen	198	199	208	199	203	208	222	207	218
	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944

In Tabelle 1 sind alle phänologischen Einzelwerte, die unter Benutzung der ersten Entwurfskarten (Maßstab 1:1 Mill.) ermittelt wurden, für die 7 Gebiete (Stationen) und 9 Jahre 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 an, nach folgendem Schlüssel gegeben:

**Schlüssel zu den Zeitangaben in phänologischen Tabellen**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Tage
Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335	1
2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336	2
3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337	3
4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338	4
5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339	5
6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340	6
7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341	7
8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342	8
9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343	9
10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344	10
11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345	11
12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346	12
13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347	13
14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348	14
15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349	15

1 Jan.	2 Feb.	3 März	4 April	5 Mai	6 Juni	7 Juli	8 Aug.	9 Sept.	10 Okt.	11 Nov.	12 Dez.	Tage
16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	16
17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351	17
18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352	18
19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353	19
20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354	20
21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355	21
22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356	22
23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357	23
24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358	24
25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359	25
26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360	26
27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361	27
28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362	28
29	—	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363	29
30	—	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364	30
31	—	90	—	151	—	212	243	—	304	—	365	31

### III. Die Gebietsunterschiede

Zunächst wurden von jedem Gebiet die neunjährigen Mittel (1936—1944) der sechs Phasen berechnet (Tabelle 2), um einen Einblick in die landschaftlichen

Unterschiede des durchschnittlichen Jahresablaufs der Pflanzenentwicklung innerhalb von Deutschland gewinnen zu können. Nach der bereits in den früheren Arbeiten (3) (4) entwickelten Methode wurde auch hier

Tabelle 2  
Neunjähriges Mittel (1936—44) der 6 Phasen in den ausgewählten Gebieten.

	Schneegl.- Blüte	Beginn d. Feldarbeiten	Hafer- Aufgang	Apfel- Blüte	Winterroggen- Blüte	Ernte
1. Schleswig-Holstein . . . . .	60	79	113	140	166	217
2. Unterrhein . . . . .	52	73	97	121	151	203
3. Rhein - Main . . . . .	55	72	95	118	151	201
4. Oberbayern . . . . .	69	79	103	131	159	209
5. Halle-Leipziger Bucht . . . . .	60	78	104	128	154	204
6. Schlesien . . . . .	64	81	106	130	153	199
7. Ostpreußen . . . . .	79	100	120	140	159	207
Mittel . . . . .	63	80	105	130	156	206

wieder in der graphischen Darstellung der Abb. 2 ein anschauliches Bild von dem phänologischen Jahresablauf gegeben. Dabei wurden zunächst die in der Tabelle 2 errechneten Mittelwerte auf den für die einzelnen Gebiete vorgesehenen horizontalen Linien zeitlich abgetragen. Schon aus der seitlichen Verschiebung der Terminmarkierungen in der Horizontalen kann ersehen werden, ob in der betreffenden Gegend eine Phase normalerweise früher oder später eintritt. Noch anschaulicher wird das Bild dadurch, daß für jede Phase das Mittel der 7 Gebiete und die Abweichungen der Einzelgebiete von dem Gesamtmittel berechnet werden. Diese so errechneten Abweichungen der Einzelgebiete vom Mittel werden an den betreffenden Terminmarkierungen der graphischen Darstellungen in der Vertikalen nach oben oder unten abgetragen. Bei späterem Phasenbeginn erfolgte die Abtragung nach unten, bei früherem Beginn nach oben. Der Verlauf der Verbindungslinien der Endpunkte dieser Abtragungen über oder unter der horizontalen Mittelinie gibt also ein Bild von dem früheren oder späteren Beginn der einzelnen Phasen im Vergleich zum Mittel der 7 untersuchten Gebiete.

Danach unterscheiden sich die 7 Gebiete im Durchschnitt der 9 Jahre in charakteristischer Weise, wobei Schleswig und Ostpreußen die größten Gegensätze zeigen. Während die Verbindungslinie von Schleswig zu-

nächst bei den zeitigen Frühjahrsphasen über der horizontalen Linie beginnt und dann durch die Verzögerung des Pflanzenwachstums vom Haferaufgang an unter diese sinkt, steigt die Verbindungslinie von Ostpreußen nach spätem Beginn der Schneeglöckchen-Blüte steil an. Die Feldarbeiten beginnen dort erst 20 Tage nach dem Mittel der 7 Gebiete, während der Zeitpunkt der Winterroggen-Ernte nur noch 1 Tag nach dem Mittel liegt. Einen ähnlichen Charakter wie Ostpreußen hat auch Schlesien; nur steigt hier die Verbindungslinie nicht mehr so steil an, und die ersten Frühjahrsphasen liegen dicht am Mittel, während die Ernte schon 7 Tage früher als im Mittel einsetzt. In den phänologischen Werten beider Gebiete tritt also der kontinentale Einfluß mit spätem Frühjahr undzeitigem Sommer deutlich in Erscheinung. Die westdeutschen Gebiete (Unterrhein und Rhein-Main) ähneln dagegen Schleswig, indem die Verbindungslinie vom zeitigen Frühjahr bis zum Hochsommer durchschnittlich absinkt. Nur treten hier alle Phasen wesentlich früher ein als in Schleswig. Unterrhein und Rhein-Main unterscheiden sich noch insofern charakteristisch, als zur Zeit der Schneeglöckchenblüte das erste Gebiet einen zeitlichen Vorsprung hat, zur Zeit der Apfelblüte dagegen das zweite. Die Gebiete Oberbayern (München) und Halle—Leipziger Bucht weichen nur wenige Tage vom Mittel ab; in beiden Gebieten gibt also die Pflanzenentwicklung

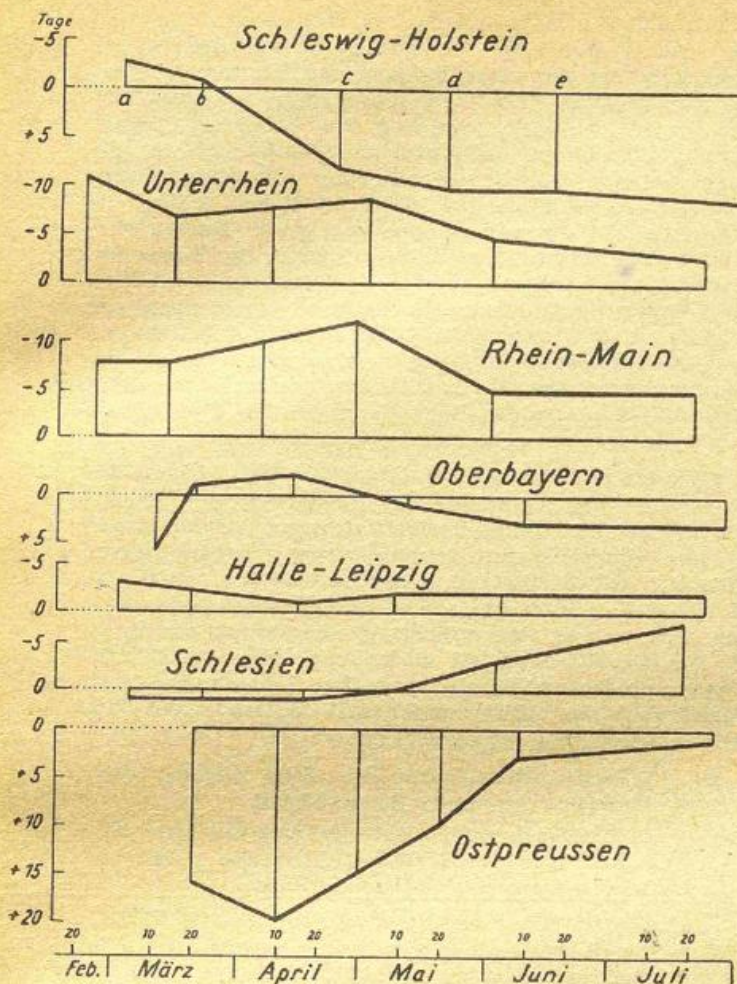


Abb. 2  
Phänologischer Jahresablauf, Gebietsunterschiede (Mittel der Jahre 1936—44)

annähernd die durchschnittlichen Verhältnisse wieder. Nur in München beginnt die Schneeglöckchenblüte 7 Tage später als im Mittel. Interessant ist auch der Unterschied zwischen Halle—Leipziger Bucht und Schlesien zur Zeit der Getreideernte. Schlesien steht in dieser Zeit schon unter stärkerem kontinentalen Einfluß, so daß hier bis zur Getreideernte eine deutliche Beschleunigung eintritt (Ansteigen der Verbindungslinie). In der Halle—Leipziger Bucht liegen fast alle Phasen ziemlich gleichmäßig 2 Tage vor dem Mittel.

Die Erklärung für diese charakteristischen Gebietsunterschiede im phänologischen Jahresablauf gibt das verschieden starke Vorherrschen des maritimen oder kontinentalen Einflusses in den einzelnen Jahreszeiten. Hierdurch tritt mit fortschreitender Jahreszeit eine allmähliche Verlagerung der frühen und späten Gebiete in der Art ein, daß die Verfrühung in Deutschland entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers von NW über W bis S nach SE wandert. Besonders deutlich geht dieser Jahresrhythmus des phänologischen Geschehens im mitteleuropäischen Raum aus den Abbildungen 5a bis g der früher erschienenen Arbeit „Studien zur Phänologie Mitteleuropas“ (4) hervor, auf die hier nur verwiesen werden kann.

#### IV. Die Unterschiede der Einzeljahre

##### 1. im Mittel für ganz Deutschland

Schon bei einem flüchtigen Überblicken der 54 Karten zeigen sich große Jahresunterschiede im phänologischen Ablauf der Einzeljahre. Diese Unterschiede sind offensichtlich so groß, daß die auch in den Einzeljahren noch bestehenden Gebietsunterschiede überdeckt werden. Um diese für ganz Deutschland charakteristischen Jahresunterschiede zu veranschaulichen, wurden für jedes Einzeljahr die Mittel der 7 ausgewählten Gebiete berechnet (Tabelle 3) und in gleicher Weise wie in Abb. 2 der phänologische Jahresablauf graphisch dargestellt. (Abb. 3)

Tabelle 3  
Mittelwerte der 6 Phasen für ganz Deutschland (7 Stationen)  
in den Einzeljahren 1936—44

	Schneegl.- Blüte	Beginn d. Feldarbeiten	Hafer- Aufgang	Apfel- Blüte	Winterroggen- Blüte	Ernte
1936	55	74	100	129	154	201
1937	57	81	105	128	149	199
1938	48	67	95	125	155	204
1939	55	83	104	126	155	203
1940	81	96	114	131	159	206
1941	63	86	116	142	165	208
1942	82	93	109	137	162	216
1943	53	61	94	117	147	203
1944	71	82	112	131	160	212
Mittel	63	80	105	130	156	206

Danach zeigte die Pflanzenentwicklung in den beiden Jahren 1936 und 1939 einen verhältnismäßig gleichmäßigen Ablauf. In beiden Jahren lagen fast alle phänologischen Termine etwas vor dem Mittel.

Gegensätzlich verhielten sich die beiden Jahre 1937 und 1938. Während 1937 die Pflanzenentwicklung nach mittleren Eintrittszeiten des Beginns der Feldarbeiten und der Apfelblüte erst in den Sommermonaten früher eintrat, war umgekehrt 1938 die Entwicklung zunächst sehr zeitig, während sie im Sommer immer mehr hin-

ausgezögert wurde, so daß Winterroggen-Blüte und -Ernte ungefähr zum mittleren Termin begannen.

1940 im Frühjahr begann nach dem vergangenen strengen Winter das Pflanzenwachstum sehr spät. Bis zur Apfelblüte wurde jedoch die starke Verzögerung aufgeholt. Auch 1942 begann die Schneeglöckchenblüte infolge des vorangegangenen strengen Winters sehr spät; obwohl die Pflanzenentwicklung bis zum Hafer-Aufgang etwas aufholen konnte, traten doch alle Phasen später als im Mittel ein. Von den 9 untersuchten Jah-

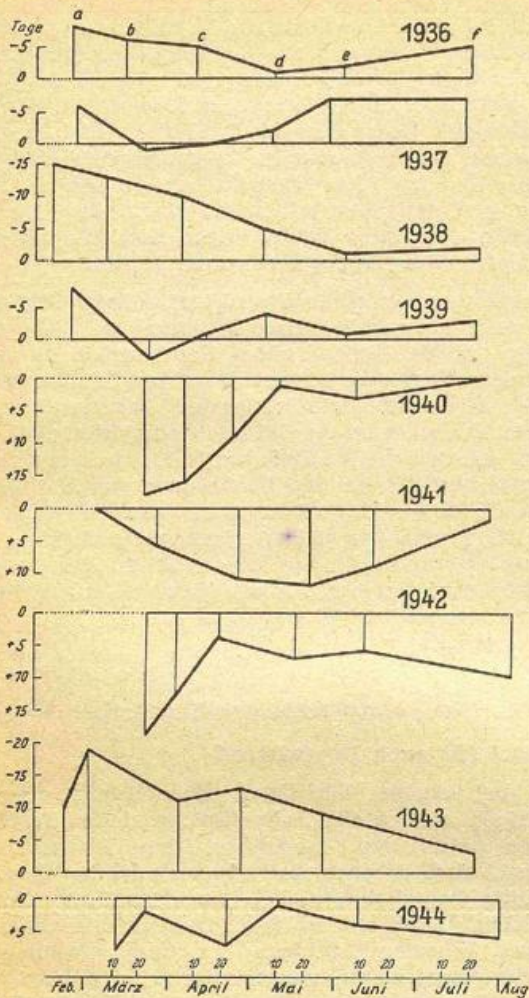


Abb. 3

Phänologischer Jahresablauf, Unterschiede der Jahre 1936 bis 1944 (Mittel aus 7 verschiedenen Gebieten Deutschlands)

ren wurde im Sommer 1942 die Winterroggen-Ernte zum spätesten Termin begonnen.

1941 begann die Schneeglöckchenblüte zunächst fast zum mittleren Termin; aber dann setzte eine ganz beträchtliche Verzögerung ein, die sich am stärksten zur Zeit des Hafer-Aufgangs und der Apfel-Blüte auswirkte. Der Termin der Getreideernte war wieder fast normal.

1943 war durchweg das früheste Jahr; vom zeitigen Frühjahr bis zum Hochsommer begannen alle Phasen einige Zeit vor dem Mitteltermin, 1944 hingegen lag mit allen Terminen wieder etwas nach dem Mittel.

So weist jedes Jahr charakteristische Unterschiede in der Pflanzenentwicklung auf; die großen Schwankungen verlaufen auch in den ausgewählten Gebieten gleichsinnig. Trotzdem trägt natürlich der Jahresablauf des Pflanzenwachstums in den verschiedenen Landschaften noch einige Gesichtszüge, welche durch die Unterschiede im Witterungsverlauf der einzelnen Gebiete bedingt sind. Hierauf soll nun näher eingegangen werden.

## 2. in den ausgewählten Gebieten

Die Abhängigkeit der Pflanzenentwicklung von der Witterung ist in überragendem Maße eine Abhängigkeit von der Temperatur. Man kann deshalb bestimmte phänologische Erscheinungen am besten durch einen Vergleich mit dem Temperaturgang der Luft bzw. des Bodens, oder mit den Abweichungen der Temperatur vom langjährigen Mittelwert an den einzelnen Tagen bzw. auch während bestimmter Wetterlagen — wie es der mitteleuropäische Witterungsbericht (5) tut — er-

klären. Für die Blühvorhersagen, mit deren Hilfe man die Verfrüfung oder Verspätung des Eintritts der Blühphase bei den verschiedenen Obstbäumen im voraus festzulegen versucht, bedient man sich gern der Temperatur-Summen, die aus den positiven Tagesmitteln von einem bestimmten „Startpunkt“ an gebildet werden. Der Temperaturgang spiegelt alle entscheidenden Vorgänge im Wettergeschehen wider, sowohl die großräumigen, wie markante Kaltluft-Einbrüche oder Warmluftvorstöße, als auch die kleineren, landschaftsgebundenen, wie das Auftreten des Föhns im Voralpenland, dessen Einfluß auf den Eintritt der Pflanzenphasen allgemein bekannt ist. Auch die so wichtige Durchfeuchtung des Bodens prägt sich in den Temperaturen aus, da sie ja bestimmt, in welchem Maße die zugestrahlte Sonnenenergie den Boden und damit die darüber gelagerte Luft zu erwärmen vermag.

Es wird deshalb bei der folgenden Betrachtung der Einzeljahre 1936 bis 1944 zur Erklärung der Unterschiede in der Vegetationsentwicklung verschiedener Gebiete ebenfalls der Temperaturgang herangezogen. Hinweise auf die Strömung der Luftmassen bzw. Luftkörper stellen kein Abweichen von dieser Arbeitsweise dar, sondern nur eine andere Ausdrucksform als die in °C; für die Pflanzenwelt wirksam werden diese Luftkörper wieder vor allem durch ihre Temperatur. Zum Verständnis der Abkürzungen sei die Luftkörper-Einteilung von Linke (6) eingefügt:

- P = Polare Luft (kommt aus dem Eismeer über Skandinavien nach Deutschland)
- PC = Polar-kontinentale Luft (kommt aus dem Eismeer oder Nordrußland über die russischen Landmassen nach Mitteleuropa)
- C = Kontinentale Luft (stammt aus Mitteleuropa)
- TC = Tropisch-kontinentale Luft (stammt aus dem Balkan)
- T = Tropische bzw. subtropische Luft (kommt aus dem weiteren Mittelmeerraum über die Alpen nach Mitteleuropa)
- TM = Tropisch-maritime Luft (stammt aus dem Gebiet des Azorenhochs und kommt über Frankreich nach Mitteleuropa)
- M = Maritime Luft (Luft, die längere Zeit über den Meeresgebieten mittlerer Breiten lag)
- PM = Polar-maritime Luft (kommt aus dem Raum Island über das Meer nach Mitteleuropa)

Diese Luftkörper sind nicht völlig unveränderlich, sie altern und können sich dabei in andere umwandeln. Insbesondere verliert ein Luftkörper nach längerem Lagern über Mitteleuropa selbst seine ursprünglichen Eigenschaften und wird zu „indifferenter“ Luft, die mit J gekennzeichnet wird. Schließlich kann aus einem indifferenten Luftkörper kontinentale Luft werden. Zu erwähnen ist noch „Mischluft“, die in einem schmalen Raum in Frontnähe auftritt und mit dem Symbol X bezeichnet wird.\*)

## 1936

Die Abweichungen vom 9jährigen Mittel in den 7 ausgewählten Gebieten im Jahre 1936 zeigt Abb. 4. Ebenso wie in Abb. 3 Gesamtdeutschland zeigen hier die einzelnen Gebiete meist einen zeitigeren Eintritt der Frühjahrsphasen als im Mittel. Eine Erklärung dafür finden wir mühelos im Witterungsgeschehen. Der Januar war bei überwiegender West- bis Südwest-Steuerung mit maritimer und tropisch-maritimer Luftzufuhr sehr mild. Auch der Februar zeigte Monatsmittel der Temperatur, die über dem Normalwert lagen, wenigstens in Mittel- und Süddeutschland. In Schleswig-Holstein hingegen wurde der Regelwert um

\*) Die Grenzen zwischen verschiedenen Luftmassen bezeichnet man als „Fronten“.

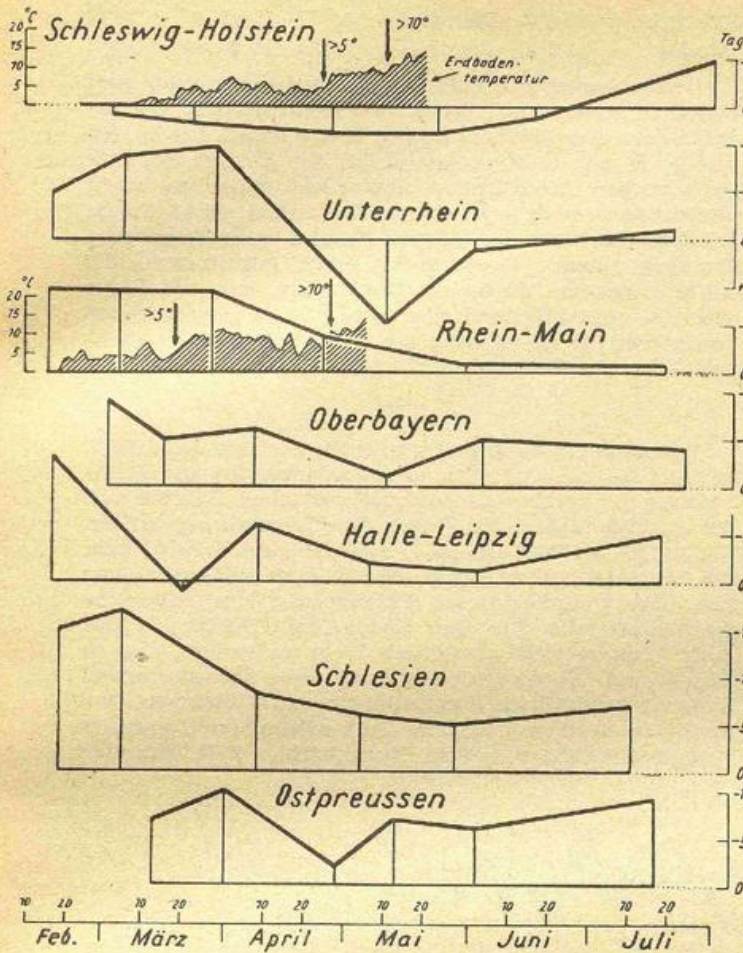


Abb. 4

Phänologischer Jahresablauf 1936 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel) und Tagesmittel der Bodentemperatur in 10 cm Tiefe (Schleswig und Geisenheim)

etwa 1° C, in Ostpreußen um knapp 2° C unterschritten. Diese unterschiedlichen Verhältnisse wurden vor allem durch die Großwetterlage vom 16. bis 22. Februar geschaffen, welche durch die mittlere Luftdruckverteilung im Niveau 5000 gdm charakterisiert wird (Abb. 5). Bei



Abb. 5

Mittlerer Luftdruck in mb im Niveau 5000 gdm in der Zeit vom 16. bis 22. Februar 1936

Untersuchungen des Luftdrucks in höheren Schichten ist es in der Meteorologie üblich, das geodynamische Meter (gdm) zu verwenden, das ungefähr 1,02 gewöhn-

lichen Metern gleich ist. Die Luftmassen folgen etwa dem Verlauf der Linien gleichen Luftdrucks in diesem Niveau, so daß über dem Norden und Nordosten Deutschlands kältere Luft (PC) aus polaren Gegenden einströmte, die verbreitet strengen Frost im Gefolge hatte, während die südlichen und westlichen Landesteile bei Zufuhr tropisch-maritimer Luft (TM) unter dem Einfluß sehr milder Witterung standen. Diese Sachlage wirkte sich in einer Verzögerung der Schneeglöckchenblüte in Schleswig-Holstein aus. In Ostpreußen war die Vegetation ohnehin noch nicht so weit entwickelt, so daß die Schneeglöckchenblüte hier nicht von dieser Kälteperiode beeinflusst wurde, sondern vielmehr von der nachfolgenden Süd- bis Südwestströmung, die vom 24. Februar an bis Mitte März ständig warme Luft nach Nordosten transportierte und deshalb die Pflanzenentwicklung beschleunigte.

Der warme und trockene März erlaubte auch einen frühen Beginn der Feldarbeiten und ließ den Hafer zeitiger als im Normalfall auflaufen. Eine Ausnahme machte wieder Schleswig-Holstein, das als einzige Landschaft keine positive Abweichung der Monatsmitteltemperatur gegenüber dem Normalwert aufwies. Die thermische Benachteiligung dieses Landes teils spiegelt sich auch in den Tagesmitteln der Bodentemperaturen in 10 cm Tiefe wider, die von dem Tag an in die Abb. 4 eingetragen wurden, an dem die 0° C-Grenze endgültig überschritten wurde. Der ganze schraffierte Keil vom Überschreiten der 0° C-Grenze bis zum Erreichen des Wertes von 15° C erscheint in Schleswig-Holstein (Schleswig) um 15 bis 20 Tage gegenüber dem Rhein-Main-Gebiet (Geisenheim) verschoben. In beiden Fällen handelt es sich um schweren Boden. Betrachtet man die Termine, an denen endgültig die 5° C- und 10° C-Grenze überschritten wurden, so treten wieder erhebliche Differenzen in Erscheinung:

	>5° C	>10° C
Schleswig-Holstein	24. 4.	10. 5.
Rhein-Main-Gebiet	18. 3.	26. 4.

In der Zeit vom 12. bis 16. März wurde auf der Rückseite eines über Norddeutschland gelegenen Tiefdruckgebietes polare Kaltluft (P) nach Mitteleuropa hereingeführt, welche diesem Gebiet die tiefsten Temperaturen des Monats brachte. Die mittlere Temperaturabweichung vom Regelwert betrug während dieser Großwetterlage in Frankfurt/Main -2.4° C und in Berlin -1.6°. Die Folge dieses Kaltlufteinbruchs war eine Verzögerung des Beginns der Feldarbeiten in Mitteleuropa. Im Osten und Nordosten Deutschlands blieb es in dieser Zeit relativ warm, so daß hier die entsprechenden Phasen eine Verfrühung von wenigstens 7 Tagen zeigten. (Abb. 4)

Die Apfelblüte trat — außer in Norddeutschland — überall eher ein als im Mittel; aber die Verfrühung war wesentlich geringer als bei den vorangegangenen Phasen und betrug in West-, Mittel- und Süddeutschland etwa 2 Tage, in Ost- und Nordostdeutschland 6 bis 8 Tage. Ausschlaggebend für diese Stockung des bisher regen Wachstums waren die Temperaturverhältnisse im April, die Abb. 6 wiedergibt. Danach lag die Temperatur im Westen um 1 bis 2° C unter dem Regelwert, im Osten dagegen einige Zehntelgrade über demselben. Hervorgerufen wurden diese Temperaturverhältnisse durch die in der ersten Monatshälfte vorherrschende Nordwestströmung, welche polar-maritime Kaltluft nach Mitteleuropa hereinführte.

Schleswig-Holstein konnte in einer solchen Zeit natürlich den Vegetationsvorsprung der anderen Gebiete nicht aufholen. Das Land am Niederrhein, das im April die größten negativen Temperaturabweichungen (Abb. 6) und im Zusammenhang damit eine Verzögerung der Vegetationsentwicklung aufwies, erlebte eine



Abb. 6

Mittlere Abweichungen der Temperatur im April 1936 vom 60jährigen Mittelwert in Grad Celsius

um 9 Tage verspätete Apfelblüte, zumal zum Monatswechsel April/Mai bei hohen Temperaturen in Ostdeutschland der Nordwesten kühl und regnerisch war.

Im Mai zeigten alle deutschen Stationen eine positive Temperaturabweichung, deren Stärke aber ganz unterschiedlich war:

Königsberg +2.3°C München +0.7°C Aachen +0.4°C  
Breslau +1.7°C Frankfurt +0.8°C Bremen +0.4°C

Dementsprechend erfuhren Winterroggenblüte und -ernte im Osten bei vorwiegend kontinentaler Warmluftzufuhr eine Verfrühung von 5 bis 9 Tagen. Im Westen und Nordwesten dagegen, wo sich der Einfluß des osteuropäischen Hochdruckgebiets nicht mehr so stark auswirken konnte und wo (in Karlsruhe) an 12 Tagen kühlere maritime Luftkörper (PM,M) beobachtet wurden (gegenüber 3 Tagen in Treuburg/Ostpr.), setzte die Blüte etwa zum normalen Termin ein. Erst die Ernte zeigte — entsprechend der aus Abb. 3 abzulesenden thermischen Begünstigung ganz Deutschlands — ebenfalls eine Verfrühung.

1937

Betrachtet man die Kartenserie für das Jahr 1937, so fällt bei dem „Beginn der Feldarbeiten“ die Blaufärbung der west- und nordwestdeutschen Gebiete auf, die anzeigt, daß diese Phase eine Verspätung erfuhr, die um so auffälliger ist, als ja in ganz Deutschland die Schneeglöckchen schon sehr früh zu blühen begannen. Die Ursache dieser Verzögerung des Pflanzenwachstums, die für das Rhein-Main-Gebiet in der Abb. 7 dargestellt wurde, ist darin zu suchen, daß in West- und Nordwestdeutschland zum Monatswechsel Februar-März durch Steuerung um ein Tiefdruckgebiet über der Nordsee maritime Luft arktischen Ursprungs (PM) herangeführt wurde. Zur gleichen Zeit befanden

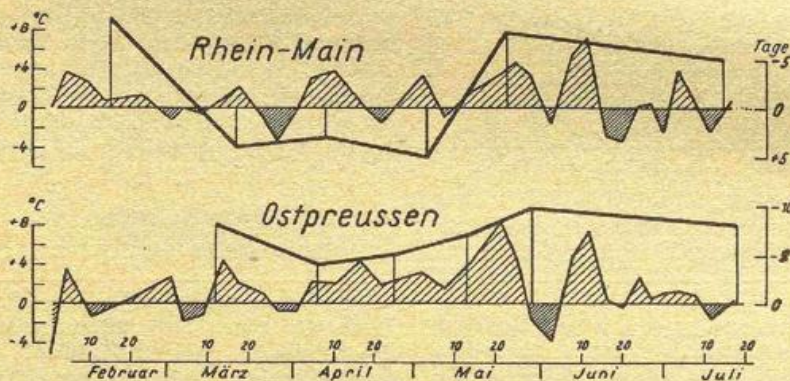


Abb. 7

Phänologischer Jahresablauf 1937 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel) und Temperaturanomalien für Großwetterlagen (Frankfurt und Königsberg)

sich Süd- und Mitteldeutschland bei mäßigen und Ostdeutschland bei relativ hohen Temperaturen in Mischluft (X), so daß sich die Wachstums-Stockung hier nur schwach oder überhaupt nicht auswirkte. Im Osten, wo die Temperaturanomalie in dieser Zeit +2.5°C bis +4.5°C betrug, stand eben erst die Schneeglöckchenblüte an, die — ebenso wie alle folgenden Phasen in diesem Jahre — verfrüht begann. Auch für Oberbayern war 1937 ein durchgehend „frühes“ Jahr. Betrachten wir wieder die Abb. 7, so fällt am Temperaturgang auf, daß im Gegensatz zum Osten die westlichen Gebiete in den Monaten März bis Mai öfter Temperaturen unter dem Regelwert erlebten. Das Wachstum kam dadurch jedesmal ins Stocken, die einzelnen Phasen traten bis zur Apfelblüte verspätet ein, und zwar immer in den Perioden, in denen die Temperaturen den Normalwert überschritten.

Der ganze Osten, etwa von Halle-Leipzig an, und der Süden Deutschlands waren jedenfalls in diesem Jahre bis in den August hinein thermisch begünstigt. Der aus Abb. 3 abzulesende Gang der Pflanzenentwicklung im „Deutschland-Mittel“ hätte in diesem Falle vielleicht ein etwas anderes, dem in Ostpreußen beobachteten Gang ähnliches Aussehen bekommen, wenn statt der Werte von 7 Stationen jene von 100 gleichmäßig verteilten betrachtet worden wären. Die

drei westlichen Gebiete mit der Frühjahrsverspätung vermochten sich auf Grund der starken negativen Abweichung durchzusetzen. Das Mittel ist deshalb hier als ein solches der Abweichungsintensität zu werten und nicht als ein geographisches.

1938

Das Charakteristikum des Jahres 1938 waren die ungewöhnlich hohen positiven Temperaturabweichungen im ersten Vierteljahr.

	Januar	Februar	März
Bremen	+ 2.6	+ 1.2	+ 4.2
Münster/Westf.	+ 2.8	+ 1.3	+ 4.3
Magdeburg	+ 2.8	+ 1.5	+ 5.0
Königsberg/Pr.	+ 1.1	+ 2.4	+ 4.4
Breslau	+ 2.1	+ 1.9	+ 4.5
Frankfurt/Main	+ 2.5	+ 0.5	+ 3.9
Bamberg	+ 3.8	+ 0.8	+ 3.9
München	+ 3.1	+ 0.7	+ 4.3

Als Folge dieser milden Witterung entwickelte sich die Pflanzenwelt sehr frühzeitig und kräftig, wie es unsere Kartenserie und die 3 Diagramme der Abb. 8 eindringlich zeigen. Im einzelnen war die Entwicklung folgende:

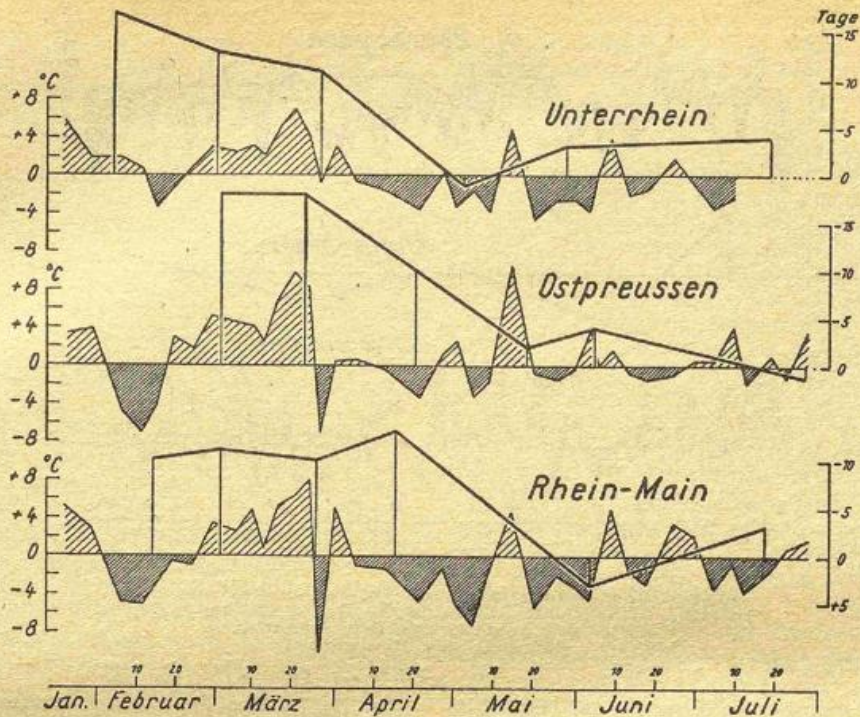


Abb. 8  
Phänologischer Jahresablauf 1938 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel) und Temperaturanomalien für Großwetterlagen (Kleve, Königsberg und Frankfurt)

Die zu Beginn des Jahres vorherrschende Kälteperiode ging bis zum 12. Januar in eine Westströmung über, die milde Meeresluft nach Mitteleuropa hereinführte. Von diesem Zeitpunkt an gab es bis Mitte Februar keine Großwetterlage mit einer negativen mittleren Temperaturabweichung in irgendeinem Teil Deutschlands. Als Folge davon waren in Mittel-, West- und Norddeutschland die Schneeglöckchen in der ersten Februarhälfte bereits aufgeblüht. In Oberbayern und Ostdeutschland fiel diese Phase auf die zweite Februarhälfte bzw. auf die ersten Märztag; sie begann aber für die betreffenden Landschaften immer noch verfrüht. Die vom 14. bis 16. Februar dauernde kalte, winterliche Witterung vermochte das Pflanzenwachstum nicht nachhaltig zu verlangsamen. Die sich anschließenden Großwetterlagen brachten heiteres, trockenes Wetter mit normalen Temperaturen und — was in diesem Falle ausschlaggebend gewesen sein dürfte — mit einer sehr hohen Intensität der Sonnenstrahlung. So wurden in Arosa (Schweiz) an den Tagen vom 23. bis 26. Februar  $1.6 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  überschritten; der Normalwert liegt etwa bei  $1.3 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  (nach Angaben für das ähnlich gelegene Davos). Der März war außergewöhnlich warm, sonnig und trocken; das Monatsmittel der Temperatur lag überall über dem Regelwert, zum Teil bis zu  $5^{\circ} \text{ C}$ . Im mittleren Norddeutschland war kein März seit Bestehen der amtlichen Temperaturbeobachtungen (also seit mehr als 150 Jahren) im Monatsmittel so warm, wie der März 1938. Das warme, trockene Wetter war für einen frühen Beginn der Feldarbeiten sehr günstig und ließ den Hafer sehr zeitig auflaufen. In besonders begünstigten Gebieten (Bergstraße, Rhein-Main-Gebiet) kamen die hohen Märztemperaturen auch noch den Obstbäumen zugute und bewirkten eine verfrühte Blüte. Der April, der noch mit einigen milden Tagen begann, brachte die entscheidenden Kälterückfälle, die das bisherige rege Wachstum stocken ließen. Abb. 9 zeigt die stark negativen mittleren Abweichungen der Temperatur vom 60jährigen Mittelwert im April; die Zahl der Frosttage erreichte in vielen Gegenden das zwei- bis dreifache normaler Jahre,

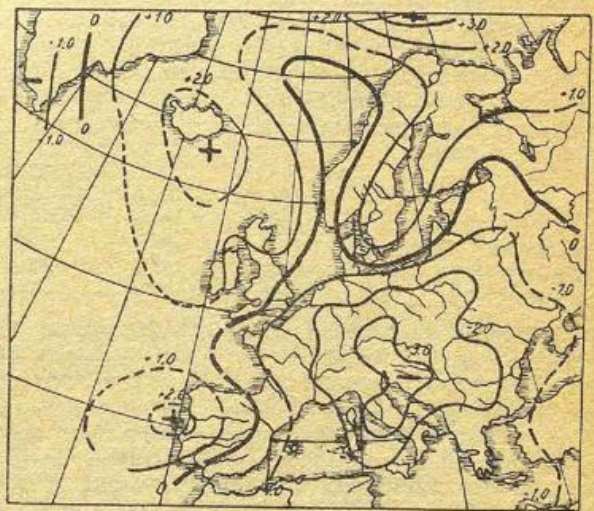


Abb. 9  
Mittlere Abweichungen der Temperatur im April 1938 vom 60jährigen Mittelwert in Grad Celsius

wodurch den Obstkulturen großer Schaden zugefügt wurde. Da auch der Mai kühl war, trat die Apfelblüte — mit Ausnahme der vorgenannten, besonders günstigen Gebiete — etwa zum normalen Zeitpunkt ein; der Vorsprung der Vegetationsentwicklung war wieder rückgängig gemacht worden. Die folgenden Phasen zeigten keine Besonderheiten gegenüber normalen Jahren.

1939

Im Februar und Anfang März erblühten nahezu überall in Deutschland die Schneeglöckchen vorzeitig (Abb. 10), was mit der Tatsache im Einklang steht, daß die Monatsmittel der Temperatur im Februar in fast allen Gebieten über dem Regelwert lagen, im Osten sogar um mehr als  $4^{\circ} \text{ C}$ . Lediglich ein Teil Bayerns zeigte geringe negative Abweichungen, ver-

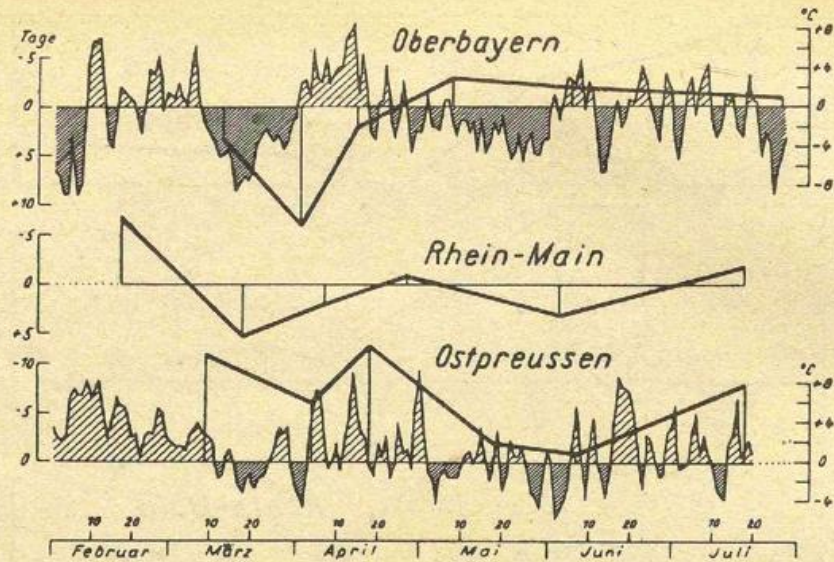


Abb. 10  
Phänologischer Jahresablauf 1939 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel) und Abweichungen der Temperatur-Tagesmittel vom langjährigen Durchschnittswert (München und Königsberg)

bunden mit einem verspäteten Eintritt des Vorfrühlings. Dieses Absinken des Monatsmittels wurde vor allem hervorgerufen durch die tiefen Temperaturen in den ersten zehn Februartagen, während der in Süddeutschland hoher Druck und damit verbundene kräftige Wolkenauflösung vorherrschte, so daß die Ausstrahlung sehr wirksam wurde. Als ein Beleg dafür, daß man die landschaftlichen Temperaturunterschiede den Ausstrahlungsverhältnissen zuschreiben kann, ist die nachfolgende kleine Auszählung zu werten, die angibt, wie oft zum Morgen- und Abendklimatermin die Bewölkung  $\frac{2}{10}$  oder weniger bzw.  $\frac{8}{10}$  oder mehr des Himmels bedeckte.

	$\leq \frac{2}{10}$	$\geq \frac{8}{10}$	monatliche Temp.-Abw.
Königsberg	8	45	+ 4.4
Frankfurt/Main	11	37	+ 0.5
München	17	31	- 0.1

Im Norden und Osten Deutschlands war es vom 4. Februar an bei Zufuhr subtropisch-maritimer Luft sehr mild. Diese Warmluft herrschte in der Höhe auch über Süddeutschland vor, konnte sich aber gegen die seichte Bodenkaltluft nicht nach unten hin durchsetzen. Dies ist gut zu sehen an den beiden Vertikalschnitten der Abbildung 11 (Nordsüd- und Westost-

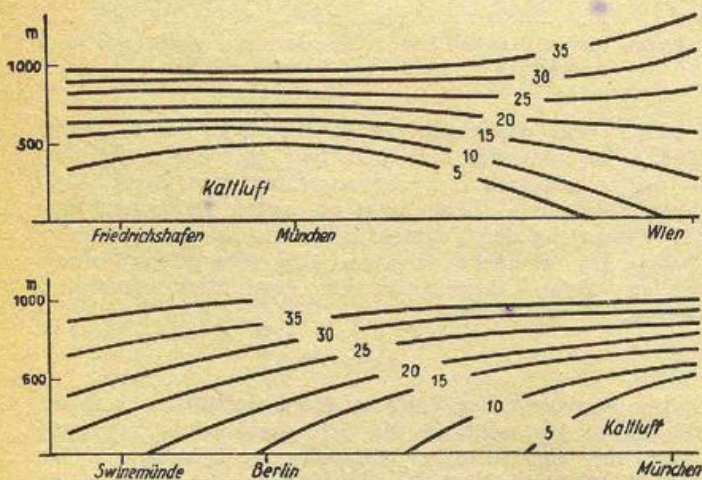


Abb. 11

Vertikalschnitte durch die untersten 1000 m der Atmosphäre am 7. 2. 1939, 6 Uhr. (Linien gleicher virtuell-feuchtpotentieller Temperatur)

Schnitt), welche die isobare Dichteverteilung am Morgen des 7. Februar 1939 mit Hilfe der virtuell-feuchtpotentiellen Temperatur wiedergeben, die aus den Flugzeugaufstiegen von 6 Stationen nach der von Raethjen (7) angegebenen Methode berechnet wurde. Die Werte lieferte der Tägliche Wetterbericht der Deutschen Seewarte, Hamburg; die Schnitte weisen eine starke Überhöhung auf. Die Zunahme der virtuell-feuchtpotentiellen Temperatur um 30 Grad von 500 auf 1000 m Höhe über München zeigt eine starke Inversion an. Es genügt, zu wissen, daß niedrige Werte der virtuell-feuchtpotentiellen Temperatur sehr dichte, d. h. kalte Luft charakterisieren. Damit ist die Abb. 11 als Beweis für das Vorhandensein einer flachen Kaltluftkuppe zu verstehen.

Erst am 11. und 12. Februar wurde die Kaltluftkuppe am Boden in Bayern weggeräumt; die Temperaturen stiegen rasch an. Die gesamte Erwärmung war aber hier auch in der Folgezeit immer geringer als in den anderen Gegenden, weil sich die Kaltluft am Alpenrand staute, weil die zugeführte Strahlung häufiger zum Beseitigen einer Schneedecke gebraucht wurde (München 10 Tage mit, Norddeutschland ohne Schneedecke), und weil schließlich — wie im ersten Monats-



Abb. 12

Monatsmittel des Luftdrucks in mb im Niveau 5000 gdm im Februar 1939

drittel, so auch in der übrigen Zeit (Abb. 12) — der Süden und Südwesten Deutschlands vorwiegend unter hohem Druck lagen und deshalb die Temperaturen nachts infolge intensiver Ausstrahlung häufiger Frostgrade erreichten (Hamburg 10, Königsberg 12, München 19 Frosttage).

Wie schon gesagt, brachten die im Februar zeitweise zur Wirkung kommende subtropische Luftzufuhr sowie die im letzten Monatsdrittel vorherrschenden Südostwinde dem normalerweise kälteren und phänologisch „späten“ Nordosten Deutschlands eine abnorm hohe Erwärmung, die sich in einem Temperaturmonatsmittel äußerte, wie es in der seit 1851 laufenden Beobachtungsreihe nur durch den Februar 1925 übertroffen wurde. Auch zu Beginn des Monats März hatte die Witterung hier — wie im übrigen Deutschland — noch einen heiteren und milden Frühlingscharakter, so daß die Schneeglöckchen 11 Tage zu früh am 9. März zur Blüte kamen. Der Einfluß des osteuropäischen Hochs auf Mitteldeutschland, dem der Fortbestand der heiteren Witterung zu danken war, ging am 6. März zu Ende und es stellte sich langsam eine Nordströmung ein, die polar-maritime und polare Luft nach Deutschland hereinführte. Diese Kaltluftzufuhr hielt etwa bis zum Monatsende an und wurde noch durch nächtliche Ausstrahlung bei zeitweiser Aufheiterung verstärkt, so daß die Feldarbeiten fast überall verspätet begannen. Charakteristisch für diesen „kalten März“ war, daß die Temperaturmonatsmittel — außer an der Nordsee und in Ostpreußen — größtenteils unter dem langjährigen Normalwert lagen; die Zahl der Frosttage betrug im Süden 25 und in Norddeutschland etwa 10. Im Nordosten jedoch, wo die Winterruhe für gewöhnlich den März mit umfaßt, war der Termin des Beginns der Feldarbeiten immer noch relativ früh (7Tage vor dem Mittel). Die gegenüber den Verhältnissen in Oberbayern hier recht geringen Abweichungen der Temperaturmittel vom Normalwert (Abb. 10) ließen das nach der bisherigen kräftigen Vegetationsentwicklung auch erwarten, zumal Ostpreußen auch als erster Landstrich Deutschlands am 25. März von einer milden Südströmung erreicht wurde. Erst allmählich setzte sich diese Warmluft, die ein über Italien liegendes Tiefdruckgebiet nach Mitteleuropa führte, nach Westen hin durch. Zum Monatswechsel bekam die Witterung unter dem Einfluß eines sich nach Süden ausdehnenden skandinavischen Hochdruckgebietes einen trockenen und heiteren Charakter, und die Tagesmittel der Temperatur stiegen an. Lediglich der Osten blieb unter der Einwirkung polar-kontinentaler Luft noch kalt, so daß eine gefrorene Bodenoberfläche den Beginn der Feldarbeiten hinausschob. Erst am 4. April zeigte das Minimumthermometer am Erdboden keinen negativen Wert mehr, so daß nun die Äcker bearbeitet werden konnten — immer noch 6 Tage früher als in normalen Jahren.

Die im weiteren Verlauf des Monats April fälligen Pflanzenphasen hatten überall in Deutschland eine stärkere Verfrühung als ihre „Vorgänger“; die Vegetationsentwicklung erfuhr also unter der zunehmenden Erwärmung eine Beschleunigung. Hervorgerufen wurde diese Erwärmung vor allem durch den mit einer Weststeuerung verbundenen Vorstoß milder TM-Luft in der Zeit vom 3. bis 8. April durch eine sich nach kurzer Unterbrechung daran anschließende Hochdruckwetterlage, welche die Temperaturen stellenweise über 25° C steigen ließ, und durch eine weitere, kurze Schönwetterperiode am 21. u. 22. April. In Oberbayern kam als weiterer erwärmender Faktor die große Föhnhäufigkeit hinzu (16 Föhntage).

So wäre wohl in ganz Deutschland die Apfelblüte sehr zeitig eingetreten, wenn nicht die Kälterückfälle im letzten Aprildrittel und im Mai diese Entwicklung wieder verzögert hätten. In der Folgezeit hielten sich

die Eintrittstermine der Pflanzenphasen in der Nähe der Mittelwerte, wie ja überhaupt die Streuung des Beginns der einzelnen Phasen mit fortschreitender Jahreszeit geringer wird. In den einzelnen Landesteilen gestalteten sich die Temperaturverhältnisse recht schwankend, was auch eine uneinheitliche Tendenz in der Pflanzenentwicklung bewirkte. So zeigte im an und für sich kalten Mai der Nordwesten Deutschlands positive Temperaturabweichungen, was sich darin äußerte, daß Schleswig-Holstein als einziges Gebiet eine Verfrühung der Winterroggenblüte um mehr als eine Woche erlebte. Bis zur Winterroggenernte hatte aber Ostpreußen wieder, wie zu Beginn des Jahres, die stärkste Verfrühung (8 Tage) aufzuweisen, wofür die Abb. 10 in den kräftigen positiven Temperaturabweichungen eine Erklärung gibt. Eingeleitet wurde diese Beschleunigung der Pflanzenentwicklung am 15. Juni mit dem Vorstoß subtropischer Warmluft (T) nach Ostdeutschland. Zur gleichen Zeit gingen im Westen und Süden die Temperaturen zurück, weil hier vom Nordatlantik kühle Meeresluft (PM,M) einströmte. Am besten macht man die thermische Besserstellung des Ostens in dieser Zeit klar, wenn man für die Zeit vom 15. Juni bis zum 18. Juli (dem Erntetermin in Heilsberg/Ostpreußen) die Temperatursummen aus den Tagesmitteln einiger Stationen berechnet:

Königsberg/Pr.	633°
Ohlau/Schlesien	636°
Frankfurt/Main	615°
Leipzig	597°
München	559°

1940

Das Jahr 1940 zeichnete sich anfangs durch sehr strenge Wintermonate aus. Wenn man ganz Deutschland betrachtet, so war in diesem Jahr der Januar der kälteste seit 1850. Die Temperaturmittel lagen an der Küste und im Rheinland um 5° bis 8° C zu niedrig, in dem übrigen, größeren Teil Deutschlands sogar um 8° bis 10° C. Auch im Februar zeigten die Mitteltemperaturen noch durchweg negative Anomalien, und zwar betrug die Abweichungen im Osten etwa -10° C, um bis zur oberrheinischen Tiefebene auf -0.5° C abzunehmen. Die Zahl der Eistage war in beiden Monaten weitaus zu hoch; es gab Orte in Ost- und Süddeutschland, wo vom 1. Januar bis Ende Februar die Temperaturen nicht an einem einzigen Tage über die 0°-

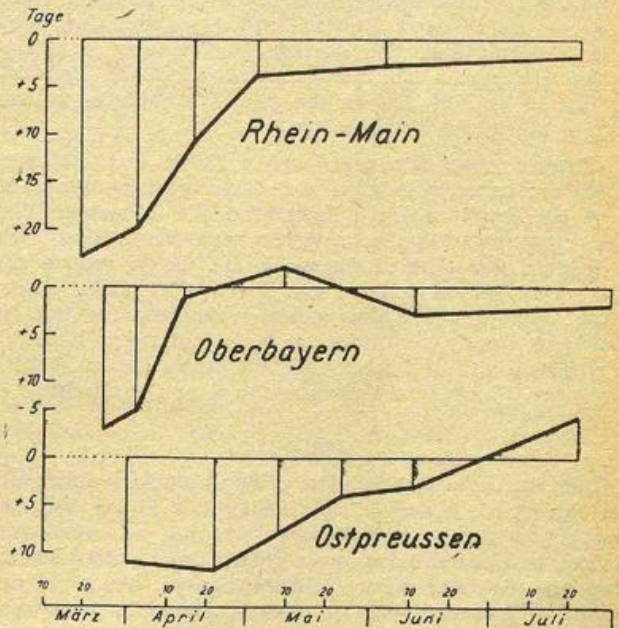


Abb. 13  
Phänologischer Jahresablauf 1940 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel)

Grenze anstiegen. So kam es, daß die in Mittel- und Westdeutschland normalerweise bereits im Februar eintretende Schneeglöckchenblüte bis weit in den März hinein verzögert wurde (Abb. 13). Im Mittel war der März zwar noch recht kalt (nur der Westen zeigte eine leicht positive Temperaturanomalie); aber eine Anzahl von Tagen wies doch bereits eine kräftige Erwärmung auf, die der Vegetationsentwicklung zugute kam. Im Rhein-Main-Gebiet kam der Vorfrühling zum Durchbruch, als in der Zeit vom 10. bis 14. März vom Westen her einströmende milde Meeresluft die mittlere Tages-temperatur um 6° bis 8° C in die Höhe schnellen ließ. In den übrigen hier betrachteten Gebieten — mit Ausnahme von Ostpreußen — ließ allerdings erst der zweite, ebenfalls durch Weststeuerung bewirkte Warmluftvorstoß vom 18. bis 26. des Monats die Natur erwachen. In Ostpreußen wurde diese Warmluft erst am 27. und 28. wirksam, der 29. und der 30. wiesen noch einmal negative Tagesmitteltemperaturen auf, und am 31. schließlich konnte auch hier bei hohem Luftdruck und einem Tagesmittel von 0.8° C der Vorfrühling Einzug halten.

Wie aus Abb. 13 hervorgeht, verspätete sich der Beginn der Schneeglöckchenblüte in den phänologischen

Frühgebieten am stärksten, z. B. im Rhein-Main-Gebiet um 23 Tage, während die Verzögerung in den klimatisch ungünstigen Gebieten eine geringere Zahl von Tagen (in Ostpreußen 11) ausmachte. Der Eintritt dieser Pflanzenphase in den einzelnen Gebieten differierte in diesem Jahre nur um maximal 18 Tage, während er im Mittel um 27 Tage, im Höchstfalle (1944) um 46 Tage auseinander lag. Diese Zusammenhängung ist in schwächerem Maße auch noch beim Beginn der Feldarbeiten nachzuweisen, der in diesem Jahre eine maximale Differenz von 23 Tagen (zwischen Unter-rhein und Ostpreußen) gegenüber einem Mittel von 28 Tagen zeigte.

Im April bemühte sich die Natur, die stark verzögerte Pflanzenentwicklung voranzutreiben. Nur in den Küstengebieten wiesen die Monatsmittel der Temperatur leicht negative Anomalien auf; im übrigen Deutschland war der Monat gegenüber dem Normalen bis zu 1.5° C zu warm. Bis zur Apfelblüte folgten die Pflanzenphasen einander sehr rasch, wie der nachstehende Vergleich der Andauerzeiten zeigt, die einmal von Schnelle (4) festgelegt, zum anderen für die Jahre 1936—44 gemittelt und schließlich für das Jahr 1940 errechnet wurden.

	Beginn der Feldarbeiten bis Haferaufgang			Haferaufgang bis Apfelblüte		Apfelblüte bis Winterroggenblüte	
	n. Schnelle	Mittel 36-44	1940	Mittel 36-44	1940	Mittel 36-44	1940
Schleswig-Holstein	34	34	23	27	20	26	24
Unterrhein	27 <sup>*)</sup>	24	19	24	14	30	31
Rhein-Main	21 <sup>**)</sup>	23	14	23	16	33	32
Oberbayern	—	24	12	34	25	28	33
Halle-Leipzig	—	26	21	24	15	26	26
Schlesien	24	24	20	24	17	23	28
Ostpreußen	24	20	16	20	16	19	18

<sup>\*)</sup> Kölner Bucht    <sup>\*\*)</sup> Oberrheinische Tiefebene

Bis zur Apfelblüte war die Verzögerung im Pflanzenwachstum wieder aufgeholt, auch in den Gebieten, in denen normalerweise die Apfelbäume erst in der 2. Maihälfte blühen. Gerade in diesen Gebieten (Ostpreußen, Schleswig-Holstein) war die mittlere Monatstemperatur im Mai um 1° bis 2° C zu hoch, während sie im übrigen Deutschland etwa bei den normalen Werten lag. Die geringe Verfrühung in Oberbayern im ersten Maidrittel wurde dadurch bewirkt, daß an 10 von 25 Tagen, die dem Blühtermin vorangingen, stärkerer Föhn auftrat.

Winterroggenblüte und -ernte fielen auf die normalen Daten oder zeigten eine ganz geringe Verzögerung. So ähnelten die Diagramme der einzelnen Gebiete etwa dem Durchschnitt für ganz Deutschland, wie er sich in der Abb. 3 darstellt. Im Osten wurde die Ernte des Winterroggens um 4 Tage zu früh eingebracht, was mit der Temperaturverteilung im Juli im Einklang stand: gegenüber dem langjährigen Normalwert lagen die mittleren Monatstemperaturen östlich der Oder über, sonst aber unter dem Durchschnitt.

#### 1941

Dem in Abb. 3 gezeigten phänologischen Jahresablauf im Deutschland-Mittel für 1941 kam die Vegetationsentwicklung in Mitteldeutschland am nächsten. Sie zeigte, dem durchweg zu kalten Jahr entsprechend, eine Verzögerung aller Pflanzenphasen. Auch in den anderen Gebieten war — wie es die Abb. 14 veranschaulicht — die Tendenz die gleiche und die Gebietsunterschiede drückten sich vor allem in der Intensität der Verzögerung aus. Die beiden ersten, hier betrach-

teten Frühjahrsphasen ließen allerdings keine einheitliche Entwicklung erkennen, was aber vor allem daran lag, daß sie in den einzelnen Gebieten zu verschiedenen Zeiten „anstehen“. Am Unterrhein und im Rhein-Main-Gebiet beispielsweise, wo die Winter sich nicht so streng auswirken und die Schneeglöckchenblüte in der zweiten Februarhälfte zu erwarten ist, begann der Vorfrühling am 17./18. 2. bei einer milden Südwestströmung, die im größten Teil Deutschlands die höchsten Temperaturen des Monats schuf. So stieg in Frankfurt/Main am 17. Februar bei schwacher Luftbewegung und geringer Bewölkung die Temperatur bis auf 11.9° C an.

Ganz allgemein waren die Monatsmitteltemperaturen gegenüber den langjährigen Normalwerten im Februar in Nord- und Nordostdeutschland zu tief, in Süddeutschland zu hoch. Mit diesem Erbe ging die Vegetation in den Monat März. Die milde Meeresluft, die zu Beginn dieses Monats ganz Deutschland überflutete, vermochte die allgemeine Verzögerung in den nördlichen Landesteilen nicht aufzuholen, so daß beispielsweise in Schleswig-Holstein der Vorfrühling acht Tage später als normal — und zwar am 9. März — Einzug hielt. Zum gleichen Termin begannen im Süden schon die Feldarbeiten! In Oberbayern kam hinzu, daß in der ersten Märzdekade an 6 Tagen Föhn herrschte, der die Sonnenstrahlung begünstigte und den Temperaturanstieg verstärkte.

Am 10. März kam es zu einer Umgestaltung der Witterungsverhältnisse mit sinkenden Temperaturen, so daß die Pflanzenentwicklung eine Stockung erlebte, die in keinem Teil Deutschlands vor Juli wieder aufgeholt werden konnte. Die Verzögerungen des Pflanzenwachstums waren erheblich.

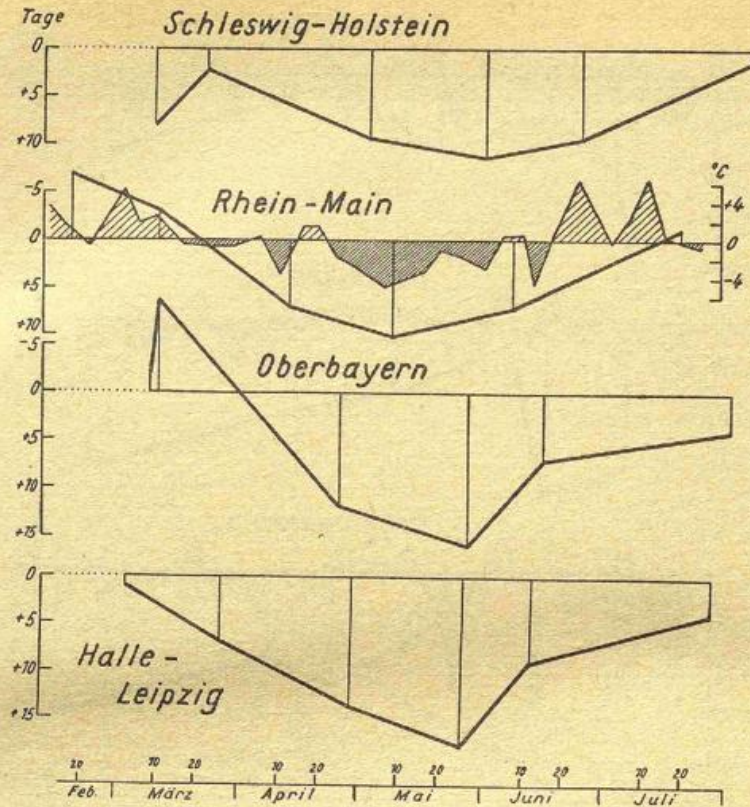


Abb. 14  
Phänologischer Jahresablauf 1941 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel) und Temperaturanomalien für Großwetterlagen (Frankfurt)

Der Hafer ging nur am Unterrhein normal, sonst überall stark verspätet auf, — in Ostpreußen sogar um mehr als 3 Wochen. Die Apfelblüte trat in Schleswig-Holstein und Ostpreußen um 11 Tage, im Rhein-Main-Gebiet um 10 Tage, in Oberbayern und Schlesien um 16 Tage und in Mitteldeutschland sogar um 18 Tage zu spät ein. Abbildung 14 zeigt den Zusammenhang zwischen den Temperaturanomalien während der einzelnen Großwetterlagen und dem Eintritt der Pflanzenphasen sehr gut am Beispiel des Rhein-Main-Gebiets (Frankfurt). Die monatelange Wachstumshemmung fand in der 2. Junihälfte ihren Abschluß, als sich unter dem Einfluß hohen Luftdrucks Wolkenauflösung, verstärkte Sonnenstrahlung (etwa 12 bis 14 Stunden täglich) und Temperaturanstieg einstellten (Frankfurt 33.7° C am 24.). Über Westdeutschland lagen in dieser Zeit subtropische, über dem Osten ehemals polare, durch das antizyklonale Absinken aber indifferent gewordene Luftmassen. Demzufolge waren Erwärmung und Wachstumsbeschleunigung im Osten nicht ganz so stark, in Königsberg wurde nur ein Maximum von 27.5° C (am 26. 6.) erreicht. Anfang Juli setzte dann der Sommermonsun ein, der eine vorübergehende Abkühlung brachte. Vom 5. Juli ab stieg der Druck über Mitteleuropa und leitete eine neue, bis zum 13. anhaltende Schönwetterperiode ein, die wiederum hohe Temperaturen brachte und das Wachstum beschleunigte, so daß wenigstens im Westen die Winterroggenernte zum normalen Termin eingebracht werden konnte. Im übrigen Deutschland wurde diese Phase etwas später als normal beobachtet, aber Ende Juli/Anfang August war die Ernte überall beendet.

Während 1940 die Zeit zwischen der Schneeglöckchenblüte und der Winterroggenernte in allen Landstrichen wesentlich kürzer war als im Mittel, zeigten sich 1941 keine sehr starken Abweichungen — wie die nachstehende Übersicht beweist — und ebenfalls keine

klare Tendenz dieser Anomalien; im Norden und Nordosten fiel in diesem Jahre die Andauerzeit etwas kürzer, im übrigen Deutschland um ein wenig länger aus. Das lag vor allem daran, daß die starken Wachstumsanomalien nicht am Beginn bzw. Ende der betrachteten Periode auftraten, sondern in deren Mitte. Die Abweichungen im Vorfrühling und zur Winterroggenernte waren gering.

Die Zahl der Tage zwischen dem Beginn der Schneeglöckchenblüte und der Winterroggenernte:

	Mittel	1940	1941
Schleswig-Holstein	157	136	150
Unterrhein	151	132	153
Rhein-Main	146	125	152
Oberbayern	139	127	146
Halle-Leipzig	144	127	147
Schlesien	135	115	143
Ostpreußen	128	113	123

1942

Das Jahr 1942 war insgesamt zu kalt, namentlich seine erste Hälfte, was darin seinen Ausdruck fand, daß die hier betrachteten Phasen in allen Gebieten verspätet eintraten (Abb. 15). Januar und Februar zählten zu den strengsten bisher beobachteten Wintermonaten; die Vegetation konnte sich nicht entwickeln. Auch der März war im größten Teil Deutschlands noch zu kalt. Erst als auf der Westseite eines über Osteuropa gelegenen Hochdruckgebietes am 14. März Warmluft (TM) nach Westeuropa einzuströmen begann, zeigten hier die Tagesmittel der Temperatur positive Abweichungen. Die Milderung kam langsam nach Osten voran und erfaßte kurzfristig auch Schlesien. Abb. 16 zeigt Linien gleicher Höchsttemperatur für den 17. März; in dieser Karte wird der Wirkungsbereich dieses Warmluftvorstoßes deutlich, während er sich seiner kurzen Dauer wegen in den Anomalien

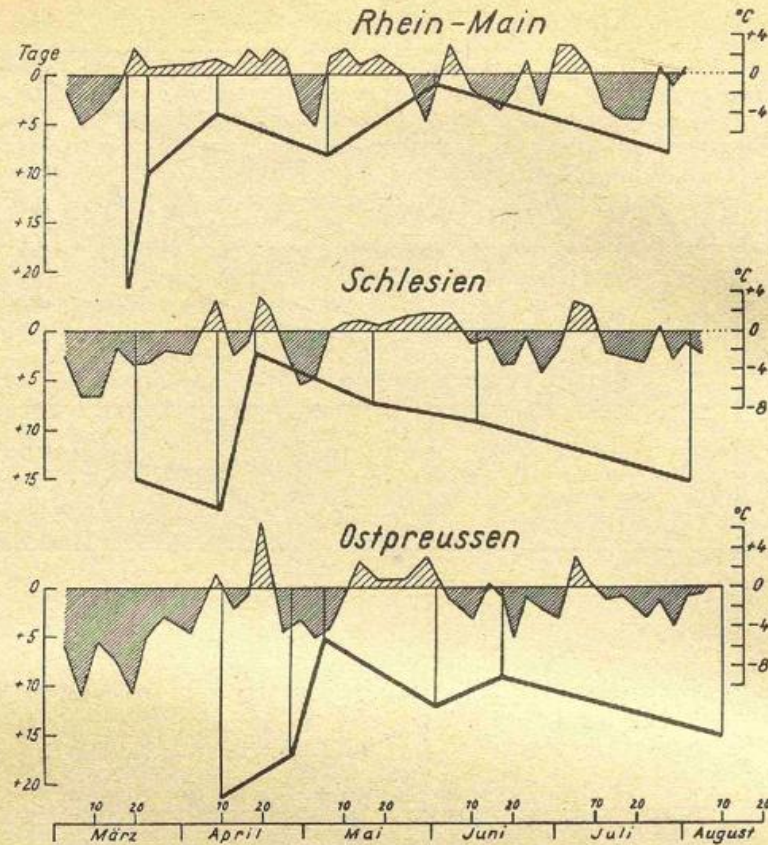


Abb. 15  
Phänologischer Jahresablauf 1942 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel) und Temperaturanomalien für Großwetterlagen (Frankfurt, Breslau und Königsberg).

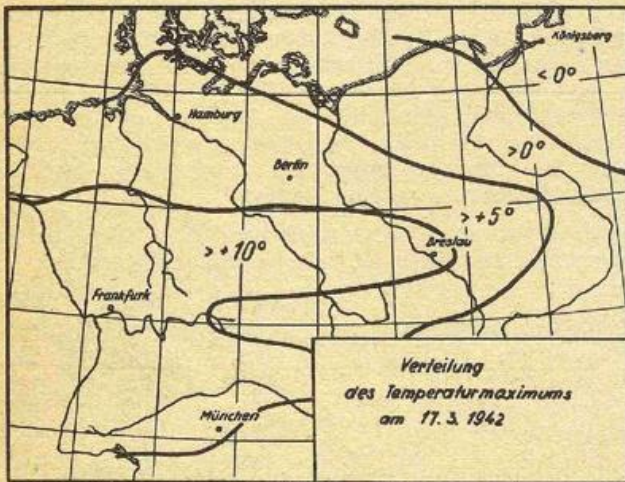


Abb. 16

der Großwetterlagen-Mittel (Abb. 15) nur als kleiner Einschnitt bemerkbar macht. Als Folge der Erwärmung erblühten fast gleichzeitig in ganz Deutschland die Schneeglöckchen; nur ostwärts der Weichsel, wo die kalte polare Festlandsluft (PC) weiterhin den Witterungscharakter beherrschte, blieb die Vegetation tot.

Während in den folgenden Wochen der Westen und Südwesten Deutschlands mild blieben und mit den Feldarbeiten begonnen werden konnte, verzögerte sich der Phaseneintritt im Osten, weil hier das erneute Vordringen arktischer Kaltluft bis zur Elbe eine starke Abkühlung brachte, die längere Zeit anhielt. Erst am 6. April konnte eine kräftige Westdrift milde Meeresluft bis nach Ostdeutschland verfrachten und diesem Landstrich Tauwetter bringen. In Ostpreußen hielt nun endlich der Vorfrühling seinen Einzug, und in

Schlesien und Pommern konnte mit den Feldarbeiten begonnen werden. Zur gleichen Zeit lief im Westen bereits der Hafer auf.

Als in der Zeit vom 18. bis 21. 4. schwache Störungen von Frankreich nach Osten wanderten und mit gewitterigen Niederschlägen erneut wärmere Meeresluftmassen nach Deutschland führten, lief auch in Mittel- und Ostdeutschland der Hafer auf. In Ostpreußen wurde der Boden jetzt frostfrei und erlebte auch in den nächsten Tagen Höchsttemperaturen von mehr als  $10^{\circ}$  C, so daß der Boden abtrocknen und endlich auch hier die Feldarbeiten ermöglichen konnte. Der Haferaufgang folgte etwa 8 Tage später.

Ganz allgemein wies der Haferaufgang fast überall die geringste Verspätung gegenüber dem Mittel auf. Die Zufuhr polarer und polar-maritimer Luftmassen am Monatswechsel April-Mai brachte einen neuen Rückschlag, so daß die Apfelblüte in Westdeutschland wieder um 8 Tage zu spät beobachtet wurde. Im übrigen war der Monat Mai fast in allen Teilen Deutschlands etwas zu warm, was wiederum eine Beschleunigung des Pflanzenwachstums zur Folge hatte. Dagegen verzögerte sich das Wachstum im Küstengebiet und in Ostdeutschland weiter, da hier das Monatsmittel der Lufttemperatur eine negative Abweichung zeigte. Schuld an dieser Entwicklung trug an der Küste noch immer die Winterkälte, die hier durch zu niedrige Wassertemperaturen auf die Lufttemperatur Einfluß nahm. In Ostdeutschland hielten sich die Lufttemperaturen deshalb niedrig, weil hier wiederholt Vb-Lagen das Wettergeschehen beherrschten, die nur eine mäßige Erwärmung brachten, verbunden mit sehr hohen Niederschlagsmengen, die gebietsweise das Doppelte der Normalmenge erreichten. Entsprechend diesen Verhältnissen blühte der Winterroggen im überwiegenden Teil Deutschlands fast zum normalen Termin, wurde aber als Folge der zu niedrigen Monatsmitteltemperaturen im Juni und Juli um mehr

als eine Woche zu spät geerntet. Im Osten begann die Verzögerung des Pflanzenwachstums schon im Mai, wurde dann zunehmend größer und hatte schließlich eine Verschiebung der Winterroggenernte um mehr als 2 Wochen zur Folge.

1943

Die Schaubilder vom phänologischen Jahresablauf in den hier betrachteten Gebieten (Abb. 17) ähneln dem mittleren Gang für ganz Deutschland in diesem

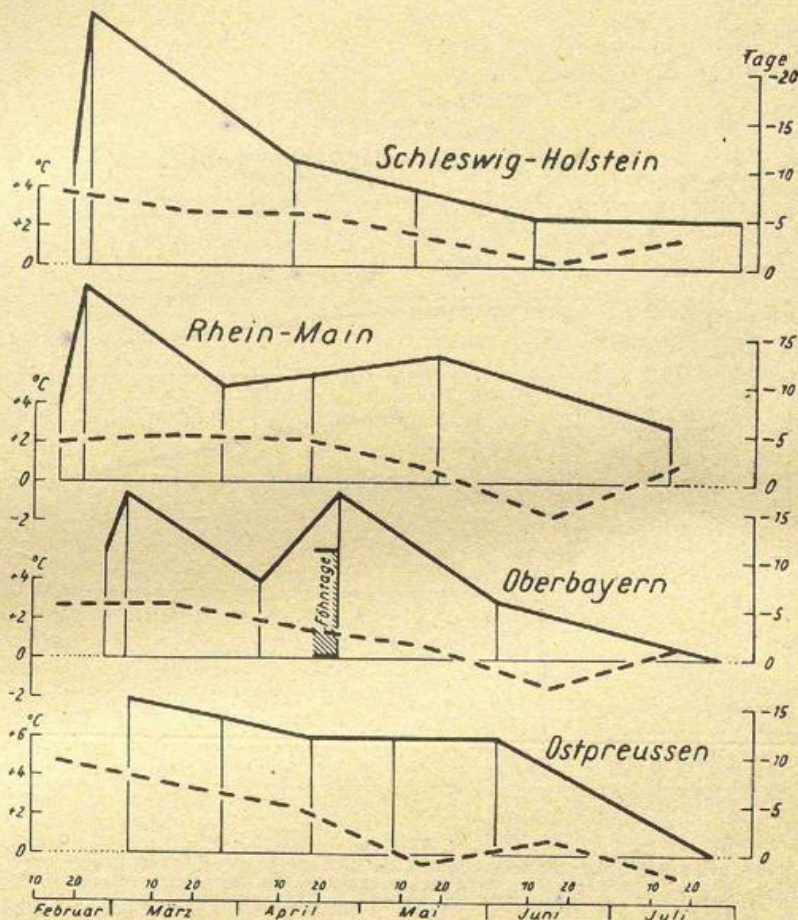


Abb. 17  
Phänologischer Jahresablauf 1943 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel) und Temperaturanomalien (unterbrochener Linienzug) für die einzelnen Monate (Neumünster, Frankfurt, München und Königsberg).

Jahre in überraschendem Maße. Allgemein war dieses Jahr durchgehend wärmer als normal; insbesondere wiesen die Monate Februar bis Mai eine positive Abweichung vom Mittelwert auf, so daß die Frühjahrsphasen sämtlich früher als normal beobachtet wurden.

Mit Ausnahme von Ostpreußen erlebten alle Landesteile eine frühzeitige, in den relativ sehr warmen Februar fallende Schneeglöckchenblüte. Das Maximum der Verfrühung zeigte aber der bald darauf folgende Beginn der Feldarbeiten, der seine Beschleunigung im Norden vor allem einer am 22. Februar beginnenden Westlage mit der Zufuhr milder Meeresluftmassen, im Süden und in Mitteldeutschland aber einem zur gleichen Zeit vorherrschenden heiteren Hochdruckwetter verdankte. Entsprechend den kontinentalen klimatischen Verhältnissen traten die Frühjahrsphasen in Ostpreußen später als im übrigen Deutschland ein, waren aber gegenüber den hier normalen Verhältnissen stark verfrüht.

Während die Feldarbeiten in Schleswig-Holstein und im Rhein-Main-Gebiet fast am gleichen Tag begannen, lag der Haferaufgang in beiden Gebieten um 17 Tage auseinander. Die Verzögerung im Norden ist sicher auf die geringere Erwärmung im März zurückzuführen, die sich in dem Monatsmittel von 4.4° C in Flensburg gegenüber einem solchen von 7.8° C in Frankfurt ausdrückt.

In der Abb. 17 wurden die Abweichungen der Monats-Temperaturmittel vom Normalwert eingetragen; ihr Absinken mit vorrückender Jahreszeit deckt sich mit dem allmählichen Nachlassen der Verfrühung der einzelnen Pflanzenphasen. Beim Rhein-Main-Gebiet fällt ein schwächeres, sekundäres Maximum der Wachstumsbeschleunigungen auf (am 18. Mai), das man wohl mit den hochsommerlichen Temperaturen in der Zeit vom 11. bis 15. Mai in Verbindung bringen muß, die durch starke Einstrahlung im Bereich eines über Mitteleuropa lagernden Hochdruckgebiets und durch Warmluftzufuhr über Westdeutschland verursacht wurden und die gerade im Gebiet um Frankfurt/Main am 15. ihre Höchstwerte (32.0° C) erreichten. Eine wesentlich stärker ausgeprägte Wachstumsbeschleunigung in Oberbayern, die auf den 24. April fiel, entstand durch die föhnlige Verstärkung einer an sich warmen Südströmung zwischen einem Hochdruckgebiet über den Karpathen und einem langsam nordwärts ziehenden Tief in der Biskaya. Die Föhnstage (vom 19. bis zum 24. April) wurden durch eine Säule in der Abb. 17 markiert.

Die Winterroggenernte trat im Süden und Osten zum normalen Termin ein, im übrigen Deutschland noch um 5 bis 6 Tage früher als im Mittel. Damit war der bisherige Vorsprung der Pflanzenentwicklung wieder aufgeholt.

1944

Der 1944 zu beobachtende Gang des Pflanzenwachstums im Rhein-Main-Gebiet und in Mitteldeutschland

ähnelte dem mittleren Gang für ganz Deutschland, wie er der Abb. 3 zu entnehmen ist. Die anderen Landesteile zeigten aber alle mehr oder weniger große Abweichungen (Abb. 18). Augenfällig ist schon das ent-

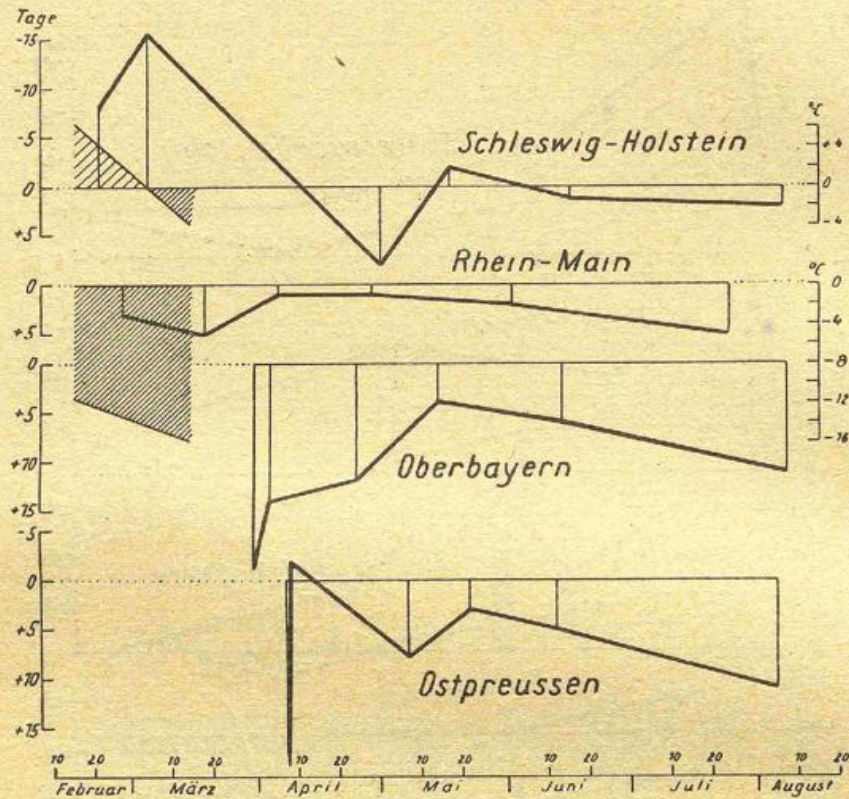


Abb. 18  
Phänologischer Jahresablauf 1944 (Abweichungen vom neun-jährigen Mittel) und Temperaturanomalien für Februar und März (Schleswig und Frankfurt).

gegengesetzte Verhalten der Schneeglöckchenblüte und der Feldarbeiten in Schleswig-Holstein und im Rhein-Main-Gebiet. Während im Januar bei fast ununterbrochener Zufuhr milder Meeresluftmassen überall Temperaturen herrschten, die um 3 bis 4° C über dem Durchschnittswert lagen, wiesen im Februar die an Nord und Osten grenzenden Gebiete positive, die mittel- und süddeutschen Landesteile aber negative Tem-

peraturanomalien auf. Dieses Auseinanderlaufen spiegelt sich auch in der Verfrühung bzw. Verzögerung der Frühjahrsphasen in den betreffenden Gebieten wider; es wurde bewirkt durch die im Hinblick auf die Temperatur sehr günstige Auswirkung bestimmter Wetterlagen im norddeutschen Raum. Der kleine Wetterfilm der Abb. 19 zeigt, daß die markanten Differenzen zwischen beiden Gebieten in der Zeit vom 16. bis 28. Fe-

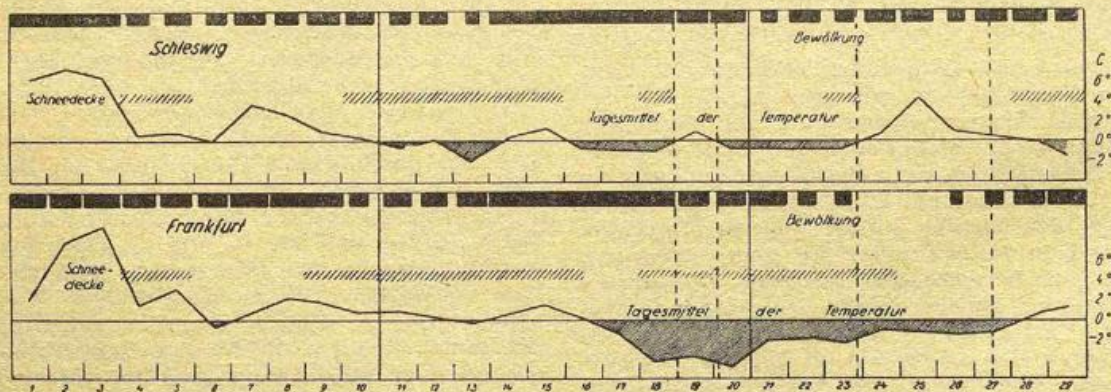


Abb. 19  
Wetterfilm für die Stationen Schleswig (-Land) und Frankfurt (-Flughafen) für Februar 1944.

bruar entstehen. Gehen wir diesen Unterschieden einmal nach, dann sehen wir, daß der Boden in Mittel- und Süddeutschland während einer wesentlich längeren Zeit mit Schnee bedeckt war als jener im Norden. (Siehe schraffierte Felder!) Demzufolge war hier auch

die nächtliche Ausstrahlung und damit die Abkühlung intensiver. Zwei Wetterlagen schufen aber noch besonders scharfe Gegensätze; sie werden in Abb. 19 durch gestrichelte Linien begrenzt. Der Unterschied im Tagesmittel der Temperatur am 19. Februar läßt sich an

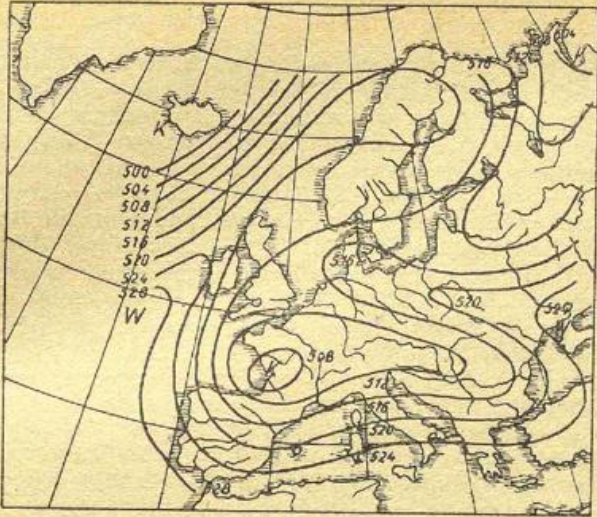


Abb. 20  
Relative Topographie 500/1000 mb vom 19. Februar 1944  
(Frühtermin)

Hand der Abb. 20 erklären. Entsprechend einer über Mittel- und Westeuropa am Boden herrschenden Ost- bis Nordostströmung war ein am 18. über Norddeutschland gelegener Kaltlufttropfen am 19. nach Frankreich gewandert. Damit setzte im Norden eine Erwärmung ein, die aus der relativen Topographie 500/1000 mb abzulesen ist; eine Wärmezunge erstreckte sich jetzt von der Ukraine bis zur Deutschen Bucht. Im Süden blieb dagegen eine vom französischen Kaltlufttropfen nach Osten reichende Kaltluftzunge beherrschend.

Zur Erläuterung sei gesagt, daß die relative Topographie Linien gleicher Höhe der 500 mb-Druckfläche (etwa in 5000 m Höhe) über der 1000 mb-Druckfläche (etwa am Boden) zeigt. Hohe Werte geben an, daß die zwischen beiden Druckflächen liegende Luftschicht dick ist. Dies ist aber gleichbedeutend mit dem Vorhandensein einer Warmluftmasse, denn warme Luft nimmt einen größeren Raum ein als kalte.

Bei der zweiten Wetterlage, die unterschiedliche Temperaturverhältnisse in Schleswig und Frankfurt schuf, wurde Warmluft um ein nordwestlich der Britischen Inseln liegendes Hochdruckgebiet herumgesteuert und nach Süden transportiert; die relative Topographie

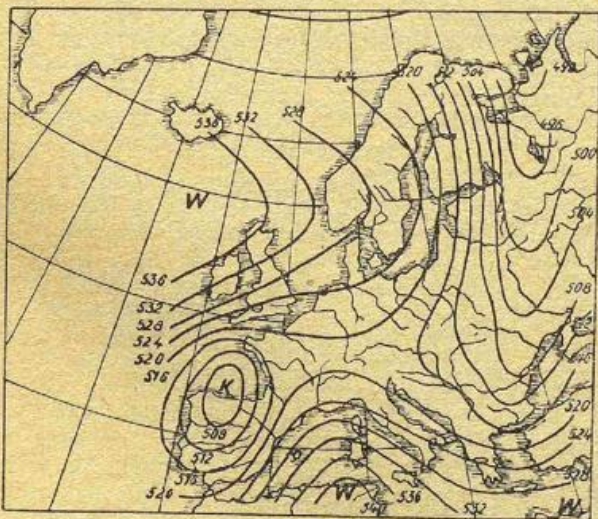


Abb. 21  
Relative Topographie 500/1000 mb vom 24. Februar 1944  
(Frühtermin)

500/1000 mb der Abb. 21 zeigt die ungefähre Lage der beteiligten Luftmassen zueinander. Diese Warmluft

überschwemmte Schleswig-Holstein, kam aber dann nicht weiter landeinwärts voran. Über Mittel- und Süddeutschland blieb Kaltluft liegen; außerdem herrschte hier hoher Druck mit starkem Absinken vor. In absinkenden Luftmassen lösen sich die Wolken auf, und so blieb Süddeutschland in den fraglichen Tagen wolkenlos bzw. nur leicht bewölkt. Die Tageswerte der Temperatur stiegen an, die Mittel blieben aber niedrig, weil bei kräftiger Ausstrahlung nachts die Temperaturen auf  $-20^{\circ}\text{C}$  fielen.

Der März war bei vorherrschender Nordwest-Steuerung zu kalt; die negativen Anomalien des Monatsmittels der Lufttemperatur betragen in Norddeutschland mehr als  $1^{\circ}\text{C}$ , in Süddeutschland sogar mehr als  $2^{\circ}\text{C}$ . Dadurch wurde der Eintritt der Frühjahrsphasen überall verzögert. Während einer kurzfristigen Erwärmung vom 17. bis 19. März begannen in Mitteldeutschland die Feldarbeiten um 5 Tage später als normal. Zum Monatswechsel März—April ging die Kälteperiode der letzten Wochen zu Ende. Bei stetigem Ansteigen des Luftdrucks kam es in der Kaltluft stellenweise zur Aufheiterung. Bei kräftiger Einstrahlung kamen im Süden die Schneeglöckchen mit einer Verspätung von 20 Tagen zur Blüte. Vom Westen her setzte sich auf der Vorderseite eines kräftigen atlantischen Tiefdrucksystems zunächst in der Höhe, am 2. und 3. April aber auch am Boden subtropische Warmluft durch. Die Tagestemperaturen stiegen an. In Süddeutschland konnten nunmehr die Felder bestellt werden, und in Westdeutschland lief der Hafer auf. Am 8. April setzte sich über Mitteleuropa eine warme südliche Strömung durch, die im Zusammenwirken mit der Aufheiterung in einem über Osteuropa liegenden Hochdruckgebiet endlich auch in Ostpreußen die Tagesmittel der Temperatur kräftig ansteigen ließ. Während beispielsweise am 7. noch  $1.2^{\circ}\text{C}$  gemessen wurden, waren es am 8. schon  $2.8^{\circ}\text{C}$ , am 9. dann  $5.6^{\circ}\text{C}$  und am 10. endlich  $7.3^{\circ}\text{C}$ . Am 7. verschwanden die letzten Schneeflecken und der Boden wurde zeitweise schon frostfrei. Die Schneeglöckchen blühten auf, und zwar um 19 Tage verspätet. Am 8. war der Boden bereits so weit abgetrocknet, daß mit den Feldarbeiten begonnen werden konnte; die Vegetationsentwicklung kam endlich auch hier in Gang.

In seinem weiteren Verlauf war der April etwas wärmer als normal, so daß die Verzögerung der Pflanzenentwicklung wieder aufgeholt wurde. Lediglich der Osten blieb zu kalt und ließ das Wachstum wieder ins Stocken kommen. In Schleswig-Holstein wurde der Aufgang des Hafers dadurch verzögert, daß hier die Niederschläge etwas reichlicher waren als im langjährigen Durchschnitt und den Boden zu stark durchfeuchteten.

Der Beginn der Apfelblüte, der Winterroggen-Blüte und der Winterroggen-Ernte fiel in West- und Mitteldeutschland fast mit den normalen Terminen zusammen. Die Ernte wurde aber wieder etwas verspätet eingebracht, was wohl auf die durchweg unternormalen Monatsmitteltemperaturen im Juni zurückzuführen war.

Im Osten und in Oberbayern konnte die an sich stärkere Verzögerung der Frühjahrsmonate zu keiner Zeit aufgeholt werden, zumal in beiden Gegenden Mai und Juni und in Oberbayern auch noch der Juli unternormale Monatsmitteltemperaturen aufwiesen.

#### V. Die Ursachen der unterschiedlichen Pflanzenentwicklung in den einzelnen Gebieten und Jahren

Die Art der Vegetation an einem bestimmten Punkt der Erdbodenoberfläche sowie der hier zu beobachtende Wachstumsrhythmus der Pflanzen hängen in starkem Maße vom örtlichen Klima ab, das je nach der geographischen Breite, der Höhenlage und der Lage zum Meer bzw. zum Innern der Kontinente einen

ganz verschiedenen Charakter hat. Die einzelnen meteorologischen Grundelemente, wie Strahlung, Lufttemperatur, Luftfeuchte, Wind usw., zeigen einen täglichen und auch einen jährlichen Gang, und die Stärke der Schwankung dieser Elemente hängt wiederum vom betrachteten Ort ab. Allgemein gilt, daß am Äquator kaum eine Jahresschwankung zu beobachten ist, daß sich diese aber mit zunehmender geographischer Breite mehr und mehr ausprägt, um im Polargebiet die größten Werte anzunehmen. In gleicher Weise zeigen auch die Elemente an der Küste eine geringe, im Innern der Kontinente aber eine sehr starke Jahresschwankung. Deutschland nimmt eine Mittelstellung ein; es zeigt im Sommer einen üppigen Pflanzenwuchs, der von einer nahezu totalen Winterruhe abgelöst wird. Außerdem erfährt es in seinen verschiedenen Landesteilen, je nach deren Lage, eine mehr kontinentale oder mehr ozeanische Beeinflussung der Vegetation, im Süden eine strahlungsmäßige und thermische Besserstellung gegenüber dem Norden.

Das Pflanzenwachstum hängt vor allem von der Strahlungsintensität ab. Außerdem kommt dabei auch der Temperatur insofern eine entscheidende Bedeutung zu, als bei einem höheren Temperaturniveau die Strahlungsintensität besser ausgenutzt wird als bei einem niedrigen. Manche Entwicklungsvorgänge der Pflanzen allerdings, wie z. B. das Keimen der Samen im Boden, werden durch das Bodenklima und hier außer durch die Bodenfeuchtigkeit vor allem durch die Bodentemperatur bestimmt. Die Strahlung wirkt dabei indirekt durch die mehr oder weniger starke Erwärmung des Bodens mit.

Beim Eintritt des Frühlings zeigt sich als Folge der veränderten Strahlungsverhältnisse eine Verzögerung von etwa 4 Tagen, wenn die geographische Breite um 1 Grad (111 km) zunimmt. Dies stimmt auch damit überein, daß die Sonne etwa 4 Tage braucht, um einen Breitengrad im Frühjahr zu durchwandern.

Diese breitenbedingte Verzögerung der Vegetation erfährt in den einzelnen Jahreszeiten je nach dem stärkeren Temperatureinfluß im Westen oder Osten eine entsprechende Änderung. Dabei ist — wie schon gesagt — diese Temperatur abhängig von der Lage der betrachteten Landschaft zum Meer bzw. Kontinentalinneren. Zur Charakterisierung dieser Verhältnisse haben verschiedene Forscher sich um die Schaffung eines „Kontinentalitätsfaktors“ bemüht; als Bestimmungsgröße wurde dabei im allgemeinen die Temperatur verwendet. Berg (8) beschränkt einen anderen Weg, indem er sich der Luftkörper als Bestimmungsgröße bediente und die Kontinentalität als

$$K = \frac{C}{C + M}$$

definierte, ausgedrückt in Prozenten des reinen Landklimas. Unter C bzw. M werden die Luftkörper PC, TC bzw. PM, TM mitverstanden. Die Luftkörper T, P, X und I werden je zur Hälfte den maritimen bzw. kontinentalen Luftkörpern zugeteilt, weil sich dann für einen Ort, der stets in Mischluft liegt, der sinnvolle Kontinentalitätsgrad 1 ergibt, während sonst ein unbestimmter Wert entstände. Unsere Abbildung 22 zeigt die Kontinentalität des Klimas in Europa, bestimmt nach der Berg'schen Methode. Die Linien gleichen Wertes laufen im großen und ganzen von Nord-Nord-Osten nach Süd-Südwesten.

Abb. 22 stellt die mittleren Verhältnisse des ganzen Jahres dar; die Kontinentalität zeigt aber einen jährlichen Gang, den man mit Hilfe der Berg'schen Formel und der von Linke (9) veröffentlichten Luftkörperstatistik berechnen kann. Abb. 23 gibt den mitt-

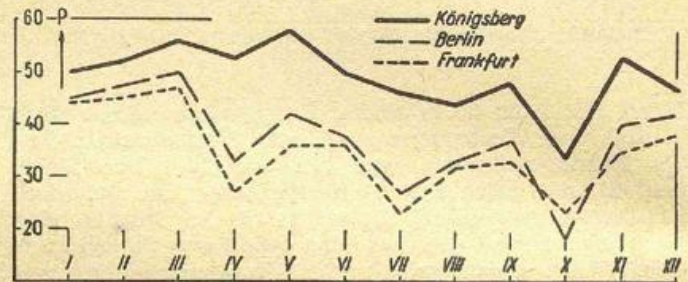


Abb. 23  
Mittlerer Jahresgang der Kontinentalität (Periode 1929—36)

leren Jahresgang der Kontinentalität für Ostpreußen (Königsberg), das Rhein-Main-Gebiet (Frankfurt) und Berlin, dessen Verhältnisse angenähert auch für die Halle-Leipziger Bucht gelten. Man sieht, daß sich der Einfluß des Meeres in der 2. Jahreshälfte nach Osten voranschreibt; Ostpreußen bleibt aber immer die Landschaft mit den kontinentalsten Klima- und Wuchstumszügen in Deutschland.

Die in unserer Arbeit betrachteten Gebiete ordnen sich bezüglich ihrer Kontinentalität etwa wie folgt (8)

	Jahr	Sommer	Winter
1. Ostpreußen	51	48	50
2. Schlesien	47	44	48
3. Oberbayern	44	38	49
4. Halle-Leipziger Bucht	39	33	45
5. Rhein-Main	34	29	40
6. Schleswig-Holstein	32	28	39
7. Unterrhein	27	24	30



Abb. 22  
Kontinentalität des Klimas in Europa (Jahr) (1928—1937)

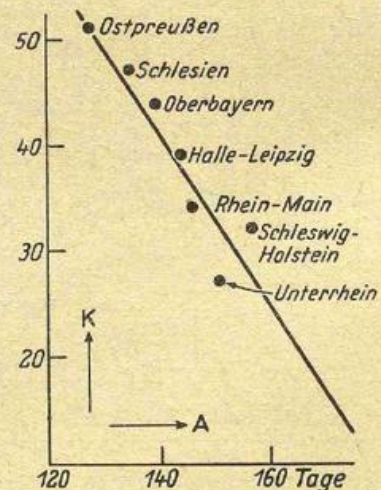


Abb. 24  
Der Zusammenhang zwischen der Kontinentalität K (nach Berg) und der Andauerzeit in Tagen zwischen Schneeglöckchenblüte und Winterroggenernte in verschiedenen Gebieten Deutschlands.

In Abb. 24 wurden die Kontinentalitätszahlen (Jahresmittel) dieser Stationen in Beziehung gesetzt zu den mittleren Andauerzeiten zwischen der Schneeglöckchenblüte und der Winterroggenernte, entsprechend der Tabelle 2. Die schon weiter oben getroffene Feststellung, daß diese Andauerzeit mit wachsender Kontinentalität abnimmt, wird hierdurch bestätigt.

Wie sich das Zusammenwirken von Breiteneinfluß und Kontinentalität im Wachstumsverlauf der einzelnen deutschen Landschaften widerspiegelt, macht die bereits erwähnte Bildserie in den „Studien zur Phänologie Mitteleuropas“ von Schnelle (4) sehr anschaulich klar. Aber auch unsere Kartenserie läßt dies am Wandern der frühen Gebiete (Orange-Färbung) von Phase zu Phase gut erkennen.

Von entscheidendem Einfluß auf die Entwicklung der Vegetation ist ferner die Seehöhe eines Ortes. Je höher dieser liegt, um so geringer sind im allgemeinen auch die hier festgestellten Mitteltemperaturen, was dazu führt, daß auch die phänologischen Phasen im Durchschnitt später einsetzen als in tieferen Lagen. Die Hangauf-Wanderung des Phaseneintritts geht in einzelnen Jahreszeiten verschieden schnell vor sich. So braucht beispielsweise der Haferaufgang zur Überwindung von 100 m Höhenunterschied 4 Tage, die Winterroggenblüte aber nur mehr 2,5 Tage. In der Hochgebirgsregion werden die Pflanzenphasen natürlich überhaupt nicht mehr zu beobachten sein, und die deutschen Mittelgebirge sowie das zwischen ihnen liegende Hügelland wirken stark verzögernd auf den Eintritt der phänologischen Phasen während des ganzen Jahres. Das gleiche gilt für die Hochflächen, die sich über das norddeutsche Flachland erheben.

Durch das Zusammenwirken von Gebirgsgliederung, geographischer Breite und Kontinentalität wird in dem Klimabild eine Mannigfaltigkeit erzeugt, die fast jedem deutschen Land einen bestimmten Stempel aufdrückt und sich sowohl im phänologischen Jahresablauf als auch auf anderen Gebieten, der Fauna, der Landsmannschaften, der Bauweisen usw. nachweisen läßt.

Nun hängt der Eintritt einer Entwicklungsphase grundsätzlich von zwei Bedingungen ab. Erstens muß eine Bereitschaft der Pflanze für den Eintritt einer Phase vorhanden sein, d. h. es müssen im Witterungsverlauf des vorhergehenden längeren Zeitraums bestimmte Bedingungen (z. B. höhere Temperaturen) erfüllt sein, damit sich die Pflanze bis zu diesem Bereitschaftsstadium entwickeln kann. Zweitens bedarf es dann einer (meist verhältnismäßig kleinen) Anregung durch einen Warmluftvorstoß oder durch eine Hochdruckperiode mit starker Einstrahlung, um den Phaseneintritt auszulösen, d. h. zum Beispiel die schon stark geschwollenen Blatt- oder Blütenknospen zum endgültigen Aufbrechen zu bringen.

Die Klimaunterschiede innerhalb Deutschlands bestimmen die Bereitschaft einer Pflanze für eine Entwicklungsphase. Es konnte wiederholt gezeigt werden, daß ein Warmluftvorstoß z. B. bestimmte Frühjahrsphasen im Westen eintreten ließ, während im Osten, wo diese noch nicht anstanden, wo also die Vegetation noch nicht „bereit“ war, dieser Witterungsumschwung ohne diese Wirkung auf die betrachteten Pflanzen blieb und erst die vorausgehenden Phasen auslöste. Bei diesen Fällen erfaßt der Warmluftvorstoß alle Teile Deutschlands, so daß also in den Gebieten mit gleicher Bereitschaft auch die gleiche Phase eintritt, in den Gebieten mit verschiedener Bereitschaft jedoch verschiedene Phasen. In allen Landesteilen erhält somit die phänologische Entwicklung gleichzeitig einen neuen Anstoß. Häufig wird aber von einem solchen Warmluftvorstoß nur ein Teil Deutschlands erfaßt, so daß dann die Pflanzenentwicklung lediglich in den betroffenen Gebieten fortschreitet, während sie in den

anderen stockt. Diese nur teilweise Erfassung Deutschlands durch Warmluftvorstöße ist noch ein weiterer Grund für die bunte Mannigfaltigkeit des phänologischen Geschehens innerhalb Deutschlands, wie sie in den phänologischen Karten der Einzeljahre in Erscheinung tritt. Man macht also die Luftkörper für das in bestimmten Jahren oft erheblich unterschiedliche Verhalten des Pflanzenwachstums in den deutschen Landesteilen verantwortlich, die in den einzelnen Zeitabschnitten über den verschiedenen Gebieten lagerten. Die Angabe eines Luftkörpers kann das allgemeine Wetterbild eines Tages an einem bestimmten Ort nicht eindeutig beschreiben, läßt aber weitgehende Schlüsse auf die hier herrschenden Temperaturverhältnisse zu, auf die es ja in der Phänologie vor allem ankommt. Die Angabe der mittleren Häufigkeit der einzelnen Luftkörper für einen bestimmten Ort, berechnet über einen längeren Zeitraum hinweg, legt die Bedingungen fest, unter denen die Pflanzen hier normalerweise wachsen müssen. In der Abb. 25 wur-

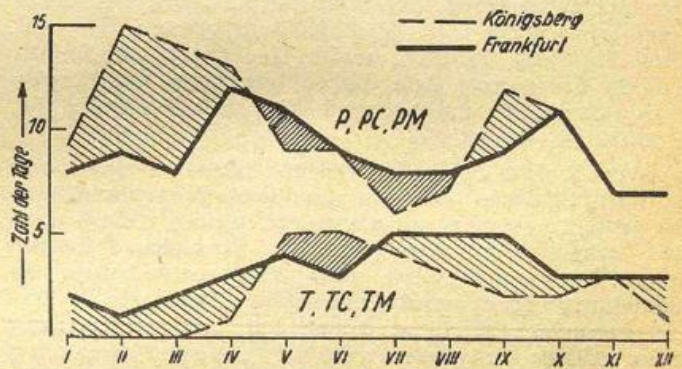


Abb. 25 Die monatliche Luftkörperhäufigkeit in Königsberg und Frankfurt/Main im Mittel der Jahre 1929 bis 1936.

den nach einer Arbeit von Linke (9) für die einzelnen Monate des Jahres die mittleren Häufigkeiten der polaren bzw. subtropischen Luftkörper für Frankfurt und Königsberg aufgetragen. Man sieht daraus, daß im Frühjahr, Herbst und Winter die polaren Luftkörper in Ostpreußen überwiegen und daß lediglich in den Monaten Mai bis August der Westen eine größere Zahl von Tagen mit polarer Luft aufweist. Nur während einer kurzen Zeit des Jahres treten im Osten subtropische Luftkörper stärker in Erscheinung als im Frankfurter Gebiet.

Bildet man einen Quotienten aus den Tagen mit polaren Luftkörpern und aus denen mit subtropischen, so erhält man gut miteinander vergleichbare Zahlenwerte, die Linke als „Polarität des Klimas“ bezeichnete. Analog der Definition der Kontinentalität sollen hier die Luftkörper P, PC, PM zu P und T, TC, TM zu T zusammengefaßt und die Luftkörper C, M, J, X je zur Hälfte zu P und zu T hinzugezählt werden. Dann ergibt sich die Polarität als der Quotient

$$D = \frac{P}{P + T}$$

und wir erhalten an Hand der Luftkörperstatistik von Hofmann und Geiß (10) (11) für Karlsruhe und Königsberg den in Abb. 26 wiedergegebenen mittleren jährlichen Gang für die Monate Januar bis Juli, der hier zu dem Gang der Polarität in dem Jahre 1936 in Beziehung gesetzt wurde. Zum mittleren Gang der Polarität ist zu sagen, daß diese sich im Osten in den ersten 7 Monaten des Jahres fast gleich hoch hält, während sie im Westen vom Winter zum Sommer hin ansteigt. Die Abweichung der Polarität in den einzelnen Jahren vom Mittelwert zeigt eindeutige Parallelen zum phänologischen Jahresablauf. Für 1936 spiegelt

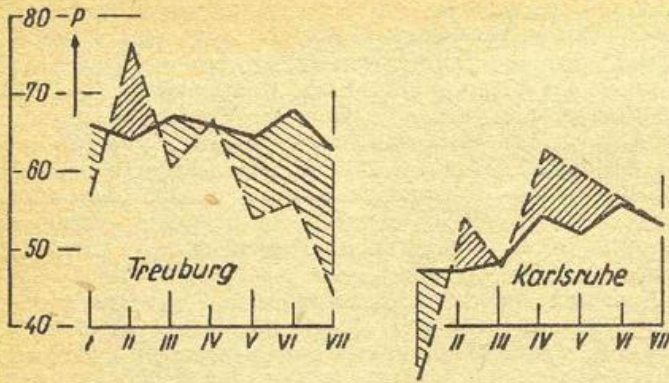


Abb. 26

Mittlere Polarität (—) und die Polarität im Jahre 1936 (---) in den Monaten Januar bis Juli.

sich das Anwachsen der Polarität im Westen über den normalen Gang hinaus in der im April beginnenden Beseitigung des Wachstumsvorsprungs, der seit dem Frühjahr bestand, wider. Im Osten überwogen fast in der ganzen Zeit die subtropischen Luftkörper, was sich in der durchgehend starken Verfrühung der Pflanzenphasen zeigte.

Der Einfluß der Luftkörperhäufigkeit in einem bestimmten Zeitabschnitt auf die Vegetationsentwicklung ist groß; es sei aber an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, daß man bei Vergleichen besser die Temperatur selbst zum Pflanzenwachstum in Beziehung setzt, und zwar die Tageswerte. Das ist besonders dort zu empfehlen, wo häufig noch eine relativ kleinräumige Beeinflussung der Temperaturverhältnisse in Erscheinung tritt. Als Beispiel für diesen letzten in der Phänologie zu beachtenden Faktor sei der Föhn genannt, der bekanntlich in den tieferen Lagen der Alpennordseite verhältnismäßig hohe Lufttemperaturen und niedrige Werte der relativen Luftfeuchte erzeugt und durch Wolkenauflösung eine verstärkte Sonneneinstrahlung bewirkt. Föhnreiche Jahre zeichnen sich durch eine rasche Pflanzenentwicklung in den betroffenen Gebieten aus; bei der Besprechung der Einzeljahre konnte darauf mehrmals hingewiesen werden. Der Föhneinfluß beschränkt sich aber nicht auf das Alpenvorland, sondern wird auch in und an den Mittelgebirgen beobachtet. In einer Arbeit von Goldschmidt (12) wird beispielsweise eine große positive Temperaturabweichung in einem Geländestreifen, der sich am Abhang des Erzgebirges von Freiberg nach Zwickau erstreckt, auf Föhneinfluß zurückgeführt.

Es darf zusammenfassend noch einmal gesagt werden, daß die mannigfachen Variationen der Witterung im Pflanzenwachstum der verschiedenen Gebiete ein Spiegelbild finden. Das Ausmaß der möglichen Schwankungen zu zeigen, war der Zweck der vorliegenden Arbeit.

### VI. Die möglichen Schwankungen der Pflanzenentwicklung

Die Betrachtung des phänologischen Geschehens in den Einzeljahren drängt uns die Frage auf, ob in den hier behandelten Fällen bereits alle Extreme enthalten sind, mit denen man in den verschiedenen Landschaften rechnen muß. In der Abbildung 27 soll an Hand von 2 Beispielen eine Antwort auf diese für die Praxis wesentliche Frage gegeben werden.

Die schraffierte Fläche zeigt, innerhalb welcher zeitlichen Grenzen in Ostpreußen und Oberbayern der Eintritt der in dieser Arbeit betrachteten Pflanzenphasen während der 28 bzw. 45 Jahre schwankte.

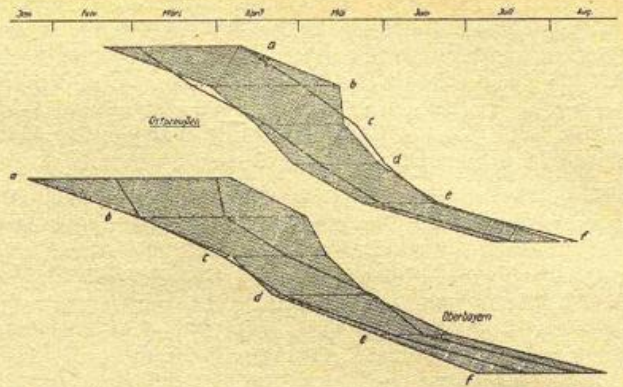


Abb. 27

Die Schwankungsbreite des Eintritts der 6 betrachteten Phasen in Ostpreußen (Periode 1912—40) und Oberbayern (Periode 1895—1940). Die stark ausgezogene Kurve gibt die Schwankungsbreite in den Jahren 1936—44 an.

Ferner wurde die in dem Zeitraum 1936—44 beobachtete Schwankungsbreite mit dicken Strichen eingezeichnet.

Man sieht an dieser Zeichnung, daß sich in Ostpreußen die in 9 Jahren festgestellte Schwankungsbreite jener stark nähert, die man an Hand von 28jährigen Beobachtungen festlegen kann. Die Unstimmigkeiten in der 2. und 3. Phase sind zum großen Teil darauf zurückzuführen, daß wegen des Fehlens geeigneter Beobachtungen in der langjährigen Reihe an Stelle des Beginns der Feldarbeiten und des Hafer-Aufgangs der Beginn der Salweidenblüte und der Stachelbeerblüte untersucht werden mußte. Diese Phasen fallen entsprechend dem von Schnelle (2) veröffentlichten phänologischen Kalender zeitlich etwa zusammen. Es fällt auf, daß in Ostpreußen die frühesten Termine des langjährigen Zeitraumes fast durchweg vor den frühesten Daten der kurzen Beobachtungsreihe liegen. Das hat seine Ursache darin, daß die kurze Reihe nur an Hand der Beobachtungen in dem 70 km von der Küste entfernten Heilsberg aufgestellt wurde, während den schraffierten Flächen Gebietsmittel aus mehreren Stationen zugrunde liegen, zu denen auch Küstenstationen gehören, die ein für die Vegetationsentwicklung günstigeres Klima aufweisen.

In Oberbayern wurden die Gebietsmittel aus 4 Stationen gebildet; die hier innerhalb von 45 Jahren beobachteten Extreme weichen von denen der 9jährigen Reihe teilweise stärker ab. Bei der 2. und 3. Phase liegt der Grund z. T. wieder — wie in Ostpreußen — an der Wahl verschiedener Pflanzen für die beiden Reihen. Darüber hinaus hängt die Vegetationsentwicklung im Voralpenland aber sehr stark vom Auftreten des Föhns ab, wie von Uhlig (13) an anderer Stelle gezeigt werden konnte. Die Jahre 1936 bis 1944 wiesen aber in ihrem ersten Drittel nur eine geringe bzw. mittlere Föhntätigkeit auf, so daß der in diesem Zeitraum festgestellte früheste Phaseneintritt — vor allem bei der Schneeglöckchenblüte — in sehr föhnreichen Frühjahren des längeren Beobachtungszeitraums noch übertroffen wird. Ansonsten gehen die Differenzen zwischen beiden Beobachtungsreihen auf lediglich ein oder zwei Jahre (von 45!) zurück, so daß man ganz allgemein feststellen kann, daß die von uns betrachteten 9 Jahre die häufiger auftretenden Extreme mit einschließen. Dies ist ja für den Praktiker auch das Wesentlichste; Extreme, die man in einem halben Jahrhundert einmal erwarten muß, interessieren nicht in so starkem Maße.

Neben den möglichen Schwankungen der einzelnen Phasen interessiert der in den einzelnen Jahren mögliche Ablauf der Pflanzenentwicklung. In einer Bearbeitung der hundertjährigen phänologischen Beobachtungen im Rhein-Main-Gebiet stellte Schnelle (14)

sechs Haupttypen für den phänologischen Jahresablauf auf, denen man auch die in dieser Untersuchung dargestellten Wachstumskurven zuordnen kann. Man erhält erst auf diese Weise eine genaue Kenntnis davon, ob die bestimmten Jahre in allen Vegetationsabschnitten günstig oder ungünstig im landwirtschaftlichen Sinne sind. Aber auch hierbei gibt es kein starres

Schema, keine unabänderlichen Typen. Immer wieder werden Jahre aus dem bekannten Rahmen herausfallen. Eines der jüngsten Beispiele dafür ist das Jahr 1947, dessen Witterungsverlauf auf Veranlassung von Knoch (15) eingehend untersucht und beschrieben wurde. Betrachten wir die Abbildung 28, so markiert die schraffierte Fläche zunächst den Wachstumsverlauf

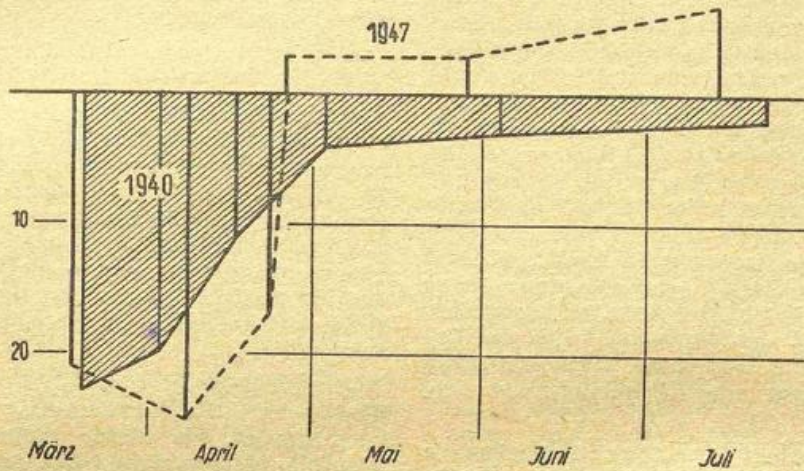


Abb. 28  
Wachstumsverlauf in den Jahren 1940 (schraffierte Fläche) und 1947 (Kurvenzug) im Rhein-Main-Gebiet.

im Jahre 1940. Wenn — wie hier — ein Jahr mit einer Verspätung des Pflanzenwachstums von mehr als 20 Tagen eingeleitet wird, so gelingt es normalerweise auch einem warmen Sommer nicht mehr, diese Verzögerung in eine so starke Beschleunigung umzuwandeln, daß die Sommerphasen noch vor dem langjährigen Mittel liegen. Es werden in der Regel bis zur Getreideernte lediglich die normalen Eintrittsdaten erreicht.

Andere Verhältnisse zeigte die außergewöhnliche Vegetationsentwicklung im Jahre 1947. Der strenge Winter ging in diesem Jahre in bezug auf die Temperaturen bereits Mitte März in einen zu warmen Frühling über und die Pflanzenentwicklung reagierte in der gleichen Weise auf diesen Umschwung — allerdings viel später, nämlich erst Ende April bzw. im Mai. Baumgartner (16) liefert eine Erklärung dafür, warum sich in der Abb. 28 der Übergang in der dritten Aprildekade so schroff darstellt. Er zeigte nämlich, daß die Entwicklung der Kulturpflanzen am spätesten von negativen zu positiven Anomalien überging. Auf die späte Bestellung folgte zwangsläufig ein später Haferaufgang, da das in den Boden gebrachte Saatgut eine gewisse Zeit zum Keimen brauchte. Hinzu kam, daß sich die zeitliche Lage der Bestellung zu den Niederschlagstagen, die wiederum die Wurzelbildung beeinflussen, im Jahre 1947 besonders entscheidend auf die Kulturpflanzen auswirkte. Während die wildwachsenden Pflanzen und das Obst bereits im Besitze ihrer Wurzeln waren und auf die Witterung rasch reagierten, trieb der Hafer während der zunehmenden Austrocknung des Bodens erst Wurzeln und kam daher viel später in den effektiven Genuß der hohen Wärmemengen als beispielsweise die Apfelbäume, die bereits verfrüht erblühten. Der sehr warme Sommer konnte dann das Pflanzenwachstum weiter beschleunigen.

In dieser oder ähnlicher Weise werden mitunter auch in anderen Jahren die normalen Verhältnisse durchbrochen werden; aber die in unserer Arbeit aufgeführten Beispiele geben bereits einen hinreichenden Überblick über die Wachstums-Typen, mit denen man in den einzelnen Landschaften rechnen muß.

### VII. Die Nutzenanwendung phänologischer Jahreskarten

Wie wir im vorangehenden Abschnitt sahen, vermitteln die vorliegenden Kartenserien dem Beschauer ein Bild davon, in welchen Grenzen der Eintritt einer phänologischen Phase in den verschiedenen Gebieten Deutschlands schwanken kann. Die Verhältnisse in extremen Jahren wurden erwähnt, sie vermögen aber das gewonnene Bild nicht mehr wesentlich zu ändern.

Diese Kenntnis von den möglichen Schwankungen im jährlichen Wachstumsverlauf ist für verschiedene Gebiete der Wissenschaft und Praxis von entscheidender Bedeutung. An erster Stelle steht hier unter den Nutznießern die Landwirtschaft. Für diese reicht die Kenntnis von den durchschnittlichen klimatischen und phänologischen Verhältnissen, wie sie auf den Mittelwertkarten gegeben sind, allein nicht aus. Im landwirtschaftlichen Betrieb bestimmen vielfach gerade die extremen Fälle die Möglichkeit des Anbaues dieser oder jener Kulturpflanze. Häufigkeit und Stärke der Abweichungen von den normalen Verhältnissen der betreffenden Gegend sind grundlegend für viele betriebswirtschaftliche Überlegungen. Die phänologischen Karten sind also sowohl für die über größere Gebiete sich erstreckenden Planungen als auch für den Einzelbetrieb von großem Nutzen.

Auf Grund der phänologischen Verhältnisse in den verschiedenen Landschaften ist eine Einteilung Deutschlands in natürliche Anbauggebiete möglich, denen dann die dort am besten mit dem Witterungsverlauf in Einklang befindlichen Pflanzen bzw. die geeignetesten Sorten der Kulturpflanzen zugewiesen werden können. Eine solche landwirtschaftliche Planung hat aber erst dann vollen Erfolg, wenn sie in den einzelnen Anbaugebieten die möglichen jährlichen Abweichungen vom Mittelwert kennt und berücksichtigt. Nur so kann eine Vergeudung an Material und Arbeitskräften weitgehend verhindert und damit eine Steigerung der Gesamterzeugung bewirkt werden. Vor allem sind diese Fragen bei der Sortenwahl zu berücksichtigen. Wenn ein Landwirt in ein neues Anbaugebiet kommt, muß er sich zunächst mit den jährlichen Schwankungen des Wachstumsverlaufs vertraut machen, um Über-

raschungen und Rückschläge zu vermeiden. Aber auch der alteingesessene Landwirt kann noch weitere Leistungssteigerungen erzielen und einen größeren Reinertrag herauswirtschaften, wenn er die von der Natur gebotenen Möglichkeiten kennt und diese für seinen Betrieb ausnutzt.

Weiter lassen sich dem vorliegenden Kartenmaterial wertvolle Fingerzeige für den Zwischenfruchtbaubau entnehmen. In den Gebieten, in denen der Winterroggen frühzeitig abgeerntet wird, ist auch eine rechtzeitige Aussaat der Zwischenfrüchte möglich. Diese verbürgt hier Aussicht auf Erfolg, da dann die Gesamtzahl der für das Wachstum zur Verfügung stehenden Tage groß ist und da dann auch noch die langen Tage im Juli mit ihrer größeren Sonneneinstrahlung ausgenutzt werden können. Bei der Einführung oder Förderung des Zwischenfruchtbaus in einem Gebiet muß man sich u. a. auch ein Bild davon machen, wie häufig in den einzelnen Jahren die Bedingungen hierfür günstig oder ungünstig sind. Ist die Zahl der günstigen Jahre gering, so ist Vorsicht geboten. Soll der Zwischenfruchtbaubau trotzdem eingeführt werden, so muß sich der Betrieb von vornherein auf kurzlebige Zwischenfrüchte einstellen, um die Gefahr von Fehlschlägen zu verringern.

Auch für verschiedene arbeitstechnische Fragen bieten unsere hier veröffentlichten Ergebnisse notwendige Unterlagen. Sie dienen z. B. zur zeitlichen Festlegung der verschiedenen Arbeitsspitzen im Verlaufe des Wirtschaftsjahres und zur Berechnung der im Extremfall tatsächlich für die Bestellungsarbeiten und für die Ernte zur Verfügung stehenden Arbeitstage. Von diesen Größen hängt der Bedarf an Arbeitskräften, die Höhe der Betriebskosten und überhaupt die ganze Wirtschaftsweise ab.

Neuerdings interessieren sich in steigendem Maße auch die Arbeitsämter für die Ergebnisse der Phänologie. Die Karten mit dem Phasenbeginn landwirtschaftlicher Kulturpflanzen geben diesen Stellen Hinweise darauf, zu welcher Zeit in den verschiedenen Teilgebieten mit dem Hauptbedarf an landwirtschaftlichen Arbeitskräften zu rechnen ist.

Betriebe, die mit künstlichen Berechnungsanlagen arbeiten, werden ihren Berechnungskalender nicht starr einrichten, sondern für die Verabreichung der Regengaben einen den Schwankungen des Phaseneintritts entsprechenden Spielraum vorsehen. Es ist bekannt, daß der Wasserbedarf der Pflanzen jahreszeitlich stark schwankt und an bestimmte Wachstumsabschnitte gebunden ist.

Von besonderer Bedeutung sind die phänologischen Karten aber auch für den Pflanzenschutz, dem es darauf ankommt, seine Bekämpfungsmittel im richtigen Entwicklungsstadium der Schädlinge einzusetzen, d. h. in einer Zeit, in der sie gegen Bekämpfungsmittel empfindlich sind. Dieser günstigste Termin schwankt je nach der Witterung von Jahr zu Jahr in gleicher Weise wie die Eintrittszeiten der phänologischen Phasen. Es muß deshalb versucht werden, diese kritischen Zeiten pflanzenphänologisch festzulegen. Ist dann bekannt, daß beispielsweise der Beginn der Blüte einer bestimmten Indikatorpflanze mit dem Termin der größten Empfindlichkeit eines Schädlings zeitlich ungefähr zusammenfällt, so kennt man an Hand der phänologischen Beobachtungen auch den Zeitpunkt, von dem ab man auf das Auftreten dieses Schädlings achtgeben muß. Der Phaseneintritt des Indikators wird zu den von uns hier betrachteten Pflanzenphasen in einem bestimmten Verhältnis stehen, so daß wir von

den uns bekannten möglichen Schwankungen der Pflanzenphasen auf jene des günstigsten Bekämpfungstermins schließen können.

Wie für die Landwirtschaft und den Pflanzenschutz besitzen die phänologischen Karten natürlich auch für den Gartenbau eine große Bedeutung. Auch der Obstbau kann im Zusammenhang mit der notwendigen Schädlingsbekämpfung und bei der Vorhersage des Blühtermins einzelner Obstarten Nutzen aus diesem Material ziehen.

Der Weinbau wird ebenfalls die vorliegenden Ergebnisse für sich ausnutzen können.

Auch die Forstwirtschaft hat besonderes Interesse an den phänologischen Beobachtungen. Wenn geeignete standortbedingte Klimarassen der Waldbäume auszuwählen sind, dann können mit Hilfe der phänologischen Beobachtungen an wildwachsenden Pflanzen Gebiete mit einheitlichen klimatischen Bedingungen abgegrenzt werden. Bei der Beantwortung dieser und anderer Fragen benötigt der Forstmann außer Mittelwertskarten auch Angaben über die jährlichen Schwankungen.

Andere Kreise, wie z. B. die Sammler von Heil- und Gewürzkräutern oder die Imker werden aus diesen phänologischen Ergebnissen ebenfalls Nutzen ziehen können.

Neben der Land- und Forstwirtschaft hat natürlich der Wetterdienst selbst das größte Interesse an den Kartenserien, da sie ein wertvolles Hilfsmittel für die von Knoch (17) gewünschte Heimatklimakunde darstellen. Es gibt kein billigeres und weit verbreiteteres Reagens, das den Witterungsablauf widerspiegelt, als die Pflanze. So erhält das lockere Netz der Klimastationen in den phänologischen Beobachtungsstellen eine weitere Ergänzung und Verdichtung, wodurch uns die Abgrenzung kleinerer, natürlicher Landschaftsräume und der Einblick in die Besonderheiten des örtlichen Klimas und der Wachstumsvorgänge erleichtert wird.

Damit erhält auch die geographische Wissenschaft, die vor allem die Besonderheiten einzelner Landschaften genauer erforscht, wertvolles Material zur Auswertung für die Landeskunde.

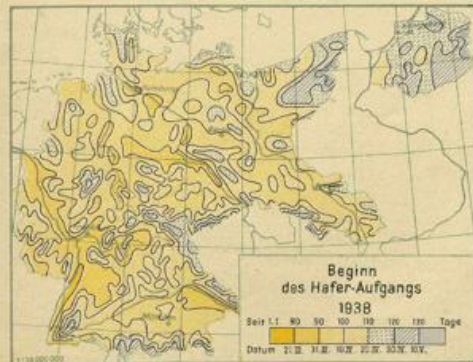
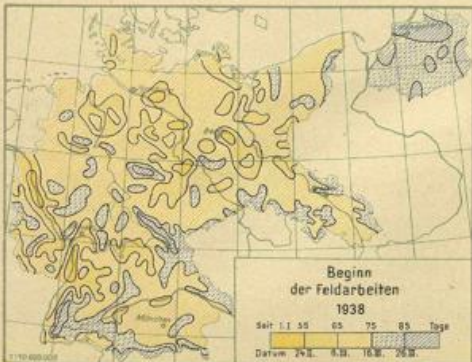
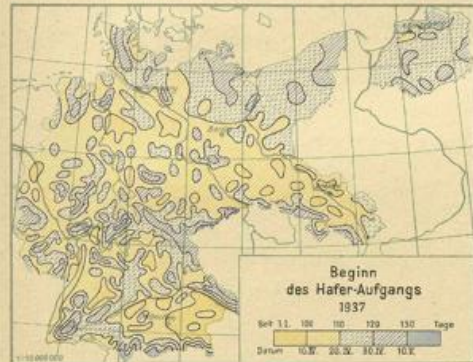
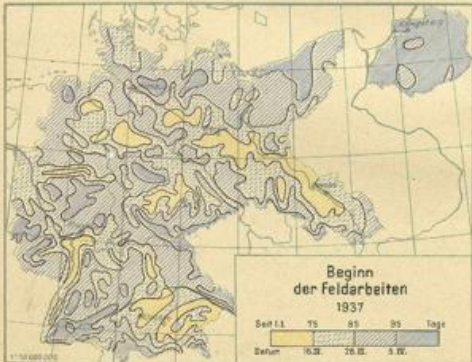
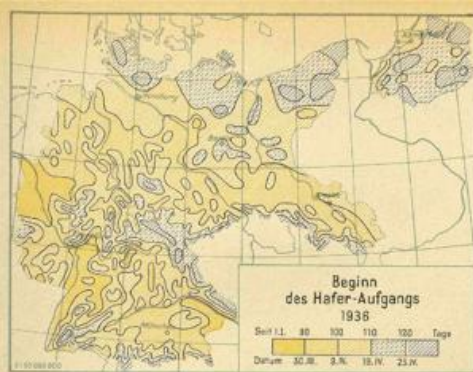
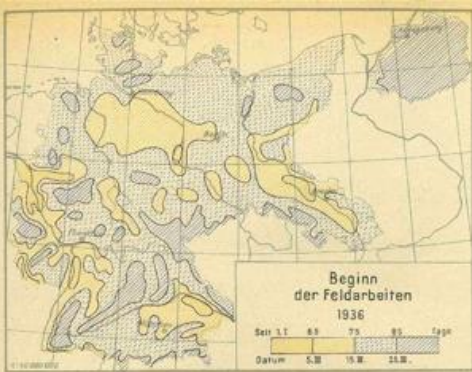
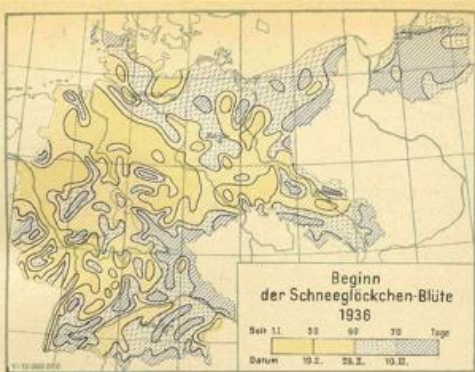
Schließlich kann sich die Medizin die phänologischen Karten ebenfalls zunutze machen. So lassen sich beispielsweise durch die Beachtung der Termine der Gras- und Getreideblüte die Zeiten festlegen, in denen mit dem Auftreten von Heufieber-Erkrankungen gerechnet werden muß.

Diese hier veröffentlichten Serien der phänologischen Jahreskarten gehören also als notwendiges Rüstzeug vor allen Dingen in die Hand eines jeden Landwirtschaftslehrers, Wirtschaftsberaters, Pflanzenschutzbeamten, Fachberaters für Obst- und Gartenbau und Forstmannes. In gleicher Weise müssen aber auch die übergeordneten Fachdienststellen und besonders die verschiedenen Forschungsinstitute der Land- und Forstwirtschaft, des Wein-, Obst- und Gartenbaus dieses Material künftig berücksichtigen und für ihre Arbeiten auswerten, wenn nachhaltige Erfolge erzielt werden sollen. Das gleiche gilt auch für andere Interessenten wie Meteorologen, Geographen und z. T. auch für die Mediziner.

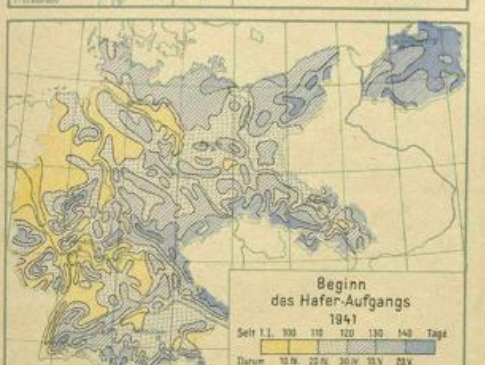
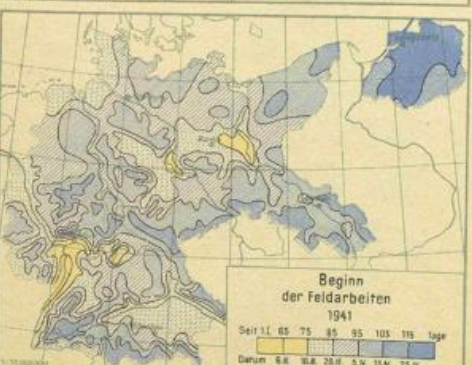
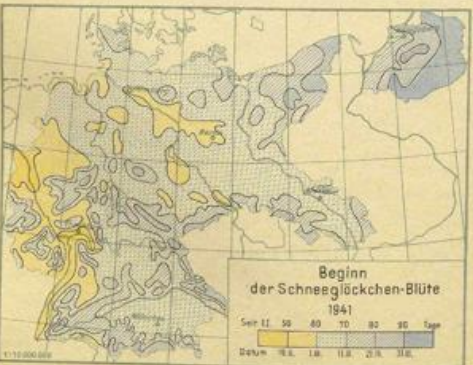
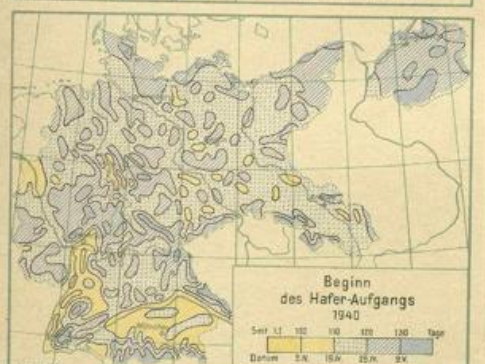
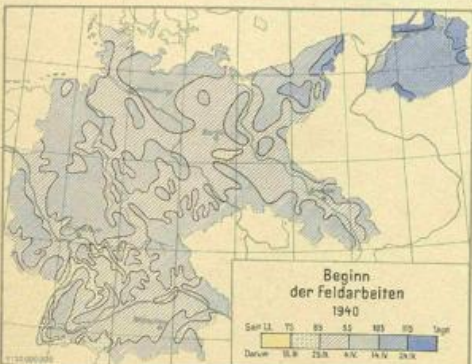
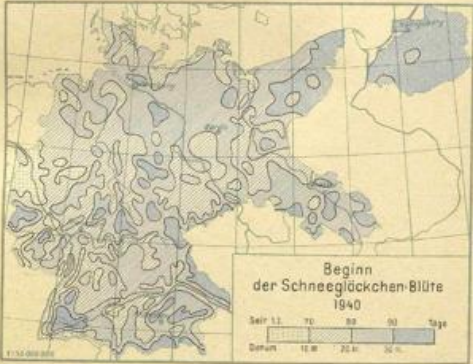
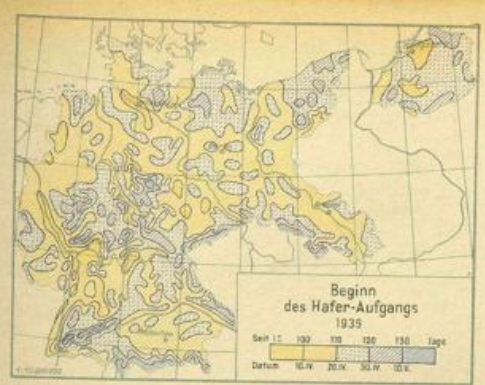
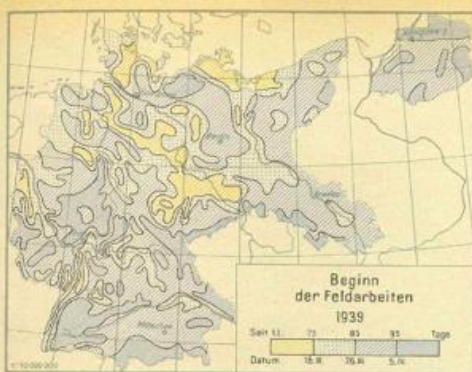
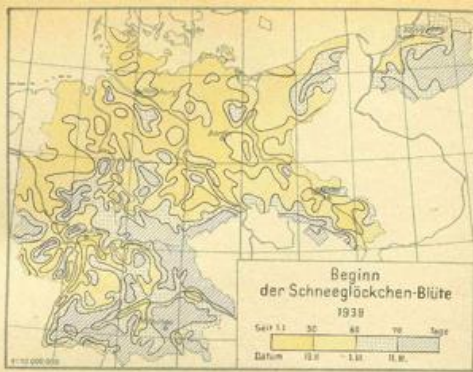
Diese verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten zeigen, daß die Phänologie nicht mehr den Charakter einer reinen Grundlagenforschung besitzt, sondern daß auch ihre Bedeutung für die Praxis der verschiedensten Arbeitsgebiete ständig wächst.

VIII. Literatur

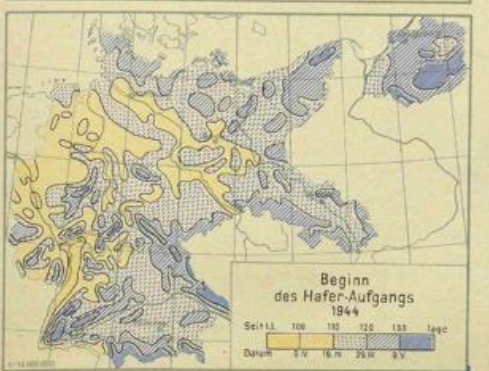
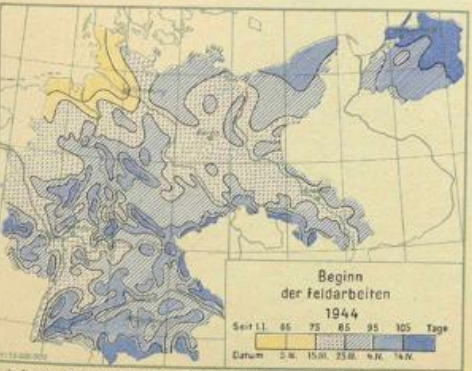
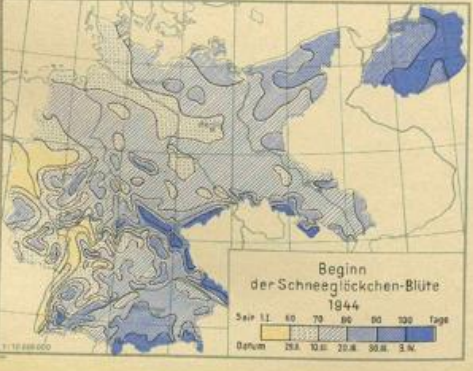
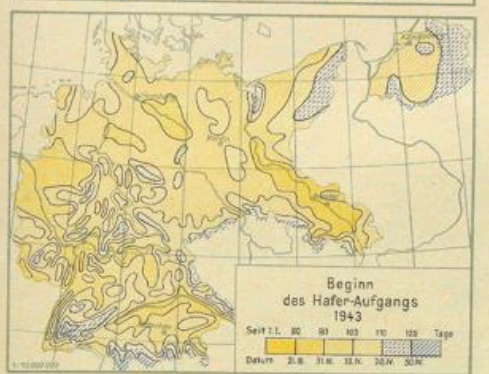
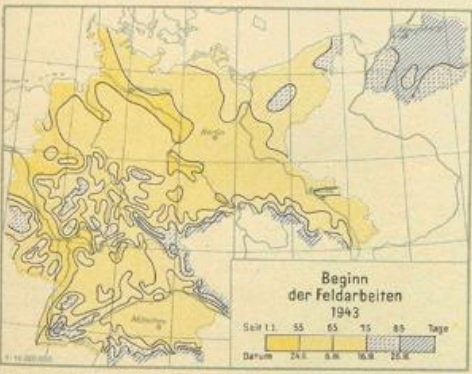
1. „Ergebnisse phänologischer Beobachtungen im Deutschen Reich im Jahre 1936“ bzw. „ . . . 1937“. Wiss. Abh. Reichsamt für Wetterdienst 4, Nr. 4 bzw. 7, Nr. 3, Berlin (1938), (1940).
2. F. Schnelle: Wetterkundlicher Wegweiser. Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone 3, (1949), S. 34.
3. F. Schnelle: Phänologische Charakterisierung typischer Klimagebiete Europas. Petermanns Geogr. Mitteilungen 91, 3 (1945).
4. F. Schnelle: Studien zur Phänologie Mitteleuropas. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone, 2 (1948).
5. Mitteleuropäischer Witterungsbericht, herausgegeben vom Reichsamt für Wetterdienst, Forschungsstelle für langfristige Witterungsvorhersage, Bad Homburg v. d. H.
6. F. Linke: Luftmassen oder Luftkörper. Biokl. Beibl. 3, 97 (1936).
7. P. Raethjen: Warum virtuell-feuchtpotentielle Temperatur in Vertikalschnitten? Meteor. Z. 56, 263 (1939).
8. H. Berg: Die Kontinentalität Europas und ihre Änderung 1928/37 gegen 1888/97. Ann. Hydr. 68, 124 (1940).
9. F. Linke: Achtjährige Luftkörperbestimmungen in Deutschland. Biokl. Beibl. 4, 101 (1937).
10. A. Hofmann und A. Geiß: Luftkörper-Kalender 1881—1941. Bearb. im Forschungsinstitut für langfristige Witterungsvorhersagen, Bad Homburg.
11. A. Hofmann: Normalwerte der Luftkörperhäufigkeit in Mitteleuropa. Die Großwetterlagen Mitteleuropas. 2, 108 (1949).
12. J. Goldschmidt: Das Klima von Sachsen. Abh. d. Deutschen Meteorol. Dienstes der DDR, 3 (1950).
13. S. Uhlig: Die Einwirkung des Föhns auf die Pflanzenentwicklung im Alpenvorland (im Druck).
14. F. Schnelle: Hundert Jahre phänologische Beobachtungen im Rhein-Main-Gebiet. Meteor. Rdsch. 3, 150 (1950).
15. K. Knoch u. andere: Der heiße und trockene Sommer 1947. Berichte d. Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone, 7 (1949).
16. A. Baumgartner: Methodisches zur Darstellung des Witterungseinflusses auf den Verlauf der Pflanzenentwicklung; erläutert an den phänologischen Beobachtungen 1947 in Bad Kissingen. Meteor. Rdsch. 3, 217 (1950).
17. K. Knoch: Weltklimatologie und Heimatklimakunde. Meteor. Z. 59, 245 (1942).

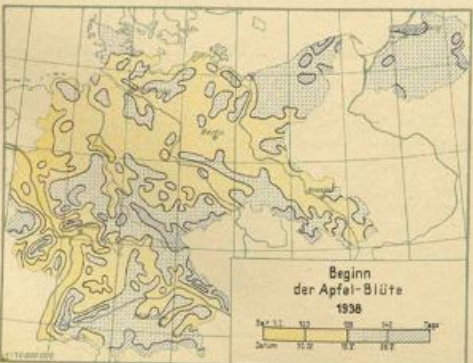
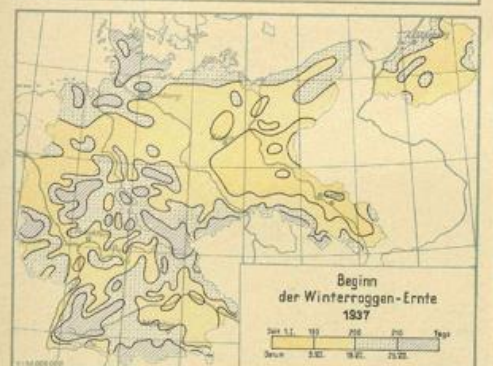
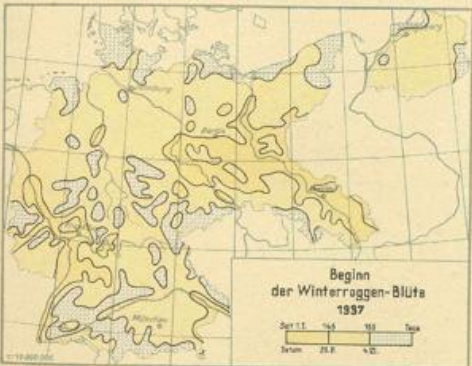
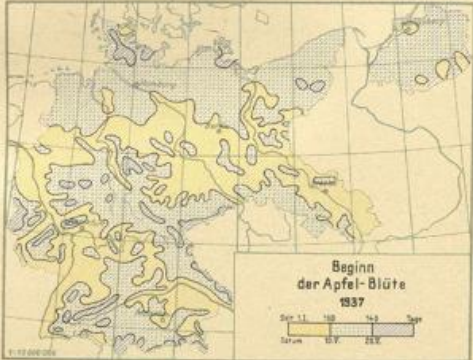
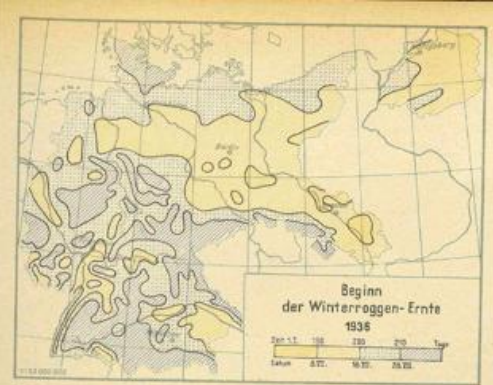
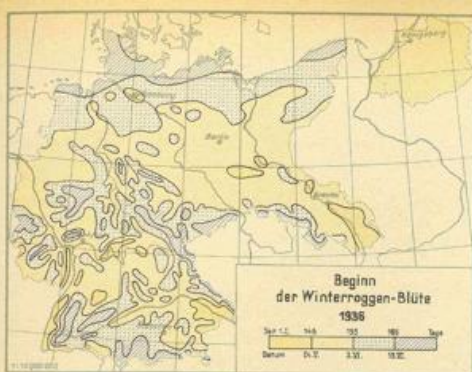
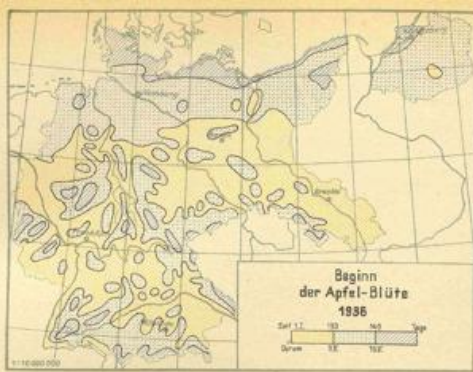


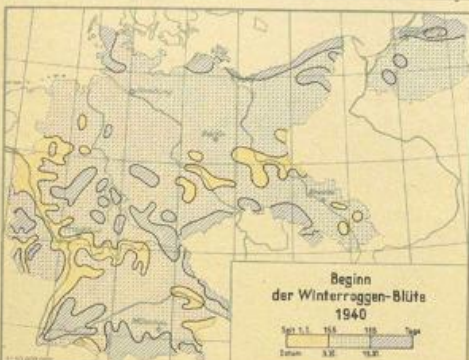
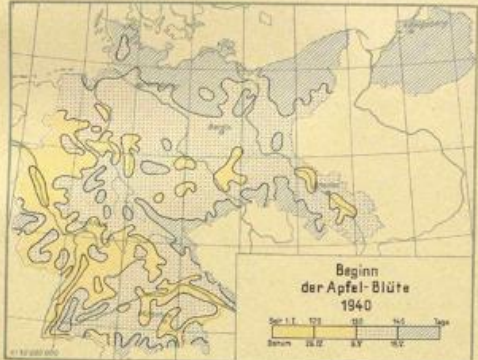
Berichte des Deutschen Wetterdienstes Lfd. SS-Zone, Schneefläche-Bilddg. Beiträge zur Phänologie Deutschlands, Teil 7, Tafel 7



*Berichte des Deutschen Wetterdienstes i.d. US-Zone, Schneefall-Übersicht Beiträge zur Phänologie Deutschlands, Teil 1, Tafel 2*







Berichte des Deutschen Wetterdienstes i. d. US-Zone, Schwalbe-Blätter: Beiträge zur Phänologie Deutschlands, Teil 1, Tafel 6.

