



Berichte des Deutschen Wetterdienstes

158

**Beiträge zur Phänologie Europas IV
Lange phänologische Beobachtungsreihen in
West-, Mittel- und Osteuropa**

von
Fritz Schnelle



Zitationsvorschlag:

Schnelle, Fritz: Beiträge zur Phänologie Europas IV: Lange phänologische Beobachtungsreihen in West-, Mittel- und Osteuropa. - Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 1981.
(Berichte des Deutschen Wetterdienstes ; 158)

ISSN der Onlineausgabe: 2194-5969

ISSN der Druckausgabe: 0072-4130

Nutzungsbedingungen



Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz

Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokumentes erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Herausgeber und Verlag: :

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
D- 63067 Offenbach am Main

Internet: www.dwd.de
Mail: bibliothek@dwd.de

Namenliste der beobachteten Pflanzen	4
Zusammenfassung	5
Abstract	5
1 Einleitung	5
2 Lange phänologische Beobachtungsreihen	5
3 Prüfung und Ergänzung der phänologischen Beobachtungsreihen	6
4 Ergebnisse der Berechnung 30jähriger übergreifender Mittel	6
4.1 Norfolk	
4.2 Paris – Parc St. Maur	
4.3 Rhein-Main-Gebiet. Frankfurt und Umgebung	
4.4 Genf – Promenade de la Treille	
4.5 Basel – Liestal	
4.6 Brüssel	
4.7 Leningrad, Moskau, Wologda, Sverdlovsk	
4.8 Südfinnland	
5 Typen des phänologischen Jahresablaufs für Einzeljahre und 30jährige Mittel	9
6 Ergebnisse	9
7 Literaturverzeichnis	10
Anhang	11

Namenliste der beobachteten Pflanzen

Apfel	<i>Pirus malus</i>
Birke, Weiß-	<i>Betula verrucosa</i>
Faulbaum	<i>Rhamnus frangula</i>
Flieder	<i>Syringa vulgaris</i>
Frühlingsknotenblume	<i>Leucojum vernum</i>
Huflattich	<i>Tussilago farfara</i>
Kirsche, Sauer-	<i>Prunus cerasus</i>
Kirsche, Süß-, Vogel-	<i>Prunus avium</i>
Linde, Silber-	<i>Tilia argentea</i>
Linde, Sommer-	<i>Tilia grandiflora</i>
Linde, Winter-	<i>Tilia parvifolia</i>
Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Roßkastanie	<i>Aesculus hippocastanum</i>
Salweide	<i>Salix caprea</i>
Schneeglöckchen	<i>Galanthus nivalis</i>
Schwarzdorn	<i>Prunus spinosa</i>
Schwarzer Holunder	<i>Sambucus nigra</i>
Traubenkirsche	<i>Prunus padus</i>
Vogelbeere, Eberesche	<i>Sorbus aucuparia</i>
Weißdorn	<i>Crataegus oxyacantha</i>
Weißer Lilie	<i>Lilium candidum</i>
Winterroggen	<i>Secale cereale</i>

Zusammenfassung

Es wurden mehrere längere phänologische Beobachtungsreihen in West-, Mittel- und Osteuropa untersucht. Durch Berechnung 30jähriger übergreifender Mittel wurden größere Änderungen des mittleren Eintritts der verschiedenen phänologischen Phasen über lange Zeiträume festgestellt. Diese Änderungen zeigten im Laufe der Vegetationszeit und von Ort zu Ort beträchtliche Unterschiede. Die Änderungen im mittleren phänologischen Phasenbeginn geben auch Hinweise auf jahreszeitlich und regional unterschiedliche Klimaschwankungen.

Abstract

Several long-term series of observation of Western, Central and Eastern Europe have been analyzed. By computing running means of 30 years, larger variations of the mean dates of the beginning of the different phenological phases have been noticed also varying considerably from place to place during the vegetation period. These variations in time of the mean phenological beginning of the phase also showed seasonal and regional differences in the climatic variations.

1 Einleitung

E. IHNE, der Begründer der regionalen Phänologie, konnte durch das von ihm geschaffene, große Teile Europas umfassende phänologische Beobachtungsnetz zum ersten Mal die großen regionalen Unterschiede der Pflanzenentwicklung in den verschiedenen Ländern des Kontinents nachweisen. Dabei zeigten sich an den einzelnen Beobachtungsorten in Abhängigkeit vom Klima der betreffenden Gegend und von der jeweiligen Jahreswitterung von Jahr zu Jahr wechselnd kleinere und größere Schwankungen der phänologischen Daten. IHNE war der Meinung, daß etwa 15 Beobachtungsjahre genügen müßten, um für einen Beobachtungsort zu einem Mittelwert zu kommen, der sich im weiteren Verlauf künftiger Beobachtungen kaum ändere. Auch heute noch wird immer wieder die Frage gestellt, ob nicht ein bis zwei Jahrzehnte Beobachtungszeit genügen, um zu annähernd konstanten phänologischen Mittelwerten zu kommen. Hinter dieser Frage verbirgt sich oft der nicht ausgesprochene Wunsch, die phänologischen Beobachtungen nach verhältnismäßig kurzer Zeit wieder einzustellen, da keine Änderungen der Mittelwerte mehr zu erwarten seien.

Die nähere Beschäftigung mit Reihen, die aus verschiedenen phänologischen Beobachtungsnetzen gewonnen wurden, ließen aber Zweifel aufkommen, ob etwa 15 bis 20 Jahre ausreichen, um zu endgültigen phänologischen Mittelwerten zu gelangen. Bei der Auswertung phänologischer Daten zeigte sich ebenso wie z. B. bei der Auswertung von Temperaturwerten, daß kürzere Beobachtungsreihen nicht ausreichen.

Es ist vielmehr bei jedem Mittelwert mit anzugeben, für welchen Zeitabschnitt er berechnet wurde. Im Laufe der Zeit erhärtete sich die Erfahrung, daß mit jedem neuen Zeitabschnitt, der zur Berechnung benutzt wird, auch eine mehr oder weniger große Änderung des phänologischen Mittelwertes zu erwarten ist.

2 Lange phänologische Beobachtungsreihen

Zur Feststellung, welche Änderungen phänologische Mittelwerte über größere Zeitabschnitte aufweisen, bieten sich lange phänologische Beobachtungsreihen an. Folgende phänologische

Beobachtungsreihen wurden für diese Untersuchung benutzt:

In Norfolk (bei Norwich in England) wurde von der Familie Marsham in 5 Generationen eine 190 Jahre umfassende phänologische Beobachtungsreihe zusammengetragen und von MARGARY (1926) veröffentlicht. Benutzt wurden die Beobachtungsdaten der Jahre 1741 bis 1925.

Im Botanischen Garten (PARC ST. MAUR 1875–1960) in Paris wurden phänologische Beobachtungen seit 1875 durchgeführt, jährlich im Umdruck vom Botanischen Garten veröffentlicht und bis 1960 dem Verfasser zur Verfügung gestellt.

Die phänologische Beobachtungsreihe aus der Umgebung von Frankfurt, dem Rhein-Main-Gebiet, beginnt im Jahre 1841. Sie wurde bis 1947 von SCHNELLE (1950) veröffentlicht und aus dem bestehenden phänologischen Beobachtungsnetz des Deutschen Wetterdienstes bis zum Jahre 1980 ergänzt.

Seit 1808 wurden regelmäßig Eintrittsdaten der Laubentfaltung einer Roßkastanie in Genf auf der südlich vom Hotel de Ville gelegenen Promenade de la Treille aufgeschrieben und von MIEGE und HAINARD (1967) veröffentlicht. Die Beobachtungsdaten wurden dankenswerterweise durch Vermittlung von Prof. Dr. F. Lauscher (Wien) und aus den letzten Jahren bis 1980 durch Dr. Primault (Zürich) von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt zur Verfügung gestellt.

Aus Basel-Liestal steht für die Zeit von 1894 bis 1960 die Beobachtungsreihe zum Blühbeginn eines Kirschbaums zur Verfügung.

Bei einer Beobachtungsreihe aus Brüssel für den Zeitraum 1900 bis 1958 wurden die Daten zum Blühbeginn von Weißdorn, Vogelbeere, gewöhnlichem und persischem Flieder zu Mittelwerten zusammengefaßt. Die Beobachtungsdaten wurden dankenswerterweise durch Vermittlung von Dr. A. Vandenplas vom Institut Royal Météorologique de Belgique in Uccle zur Verfügung gestellt.

Einer Veröffentlichung von DAWITAJA (1964) wurden phänologische Beobachtungsreihen für folgende Orte in der UdSSR entnommen:

Leningrad	Beobachtungszeitraum	1841 bis 1960
Moskau	Beobachtungszeitraum	1881 bis 1960
Wologda	Beobachtungszeitraum	1891 bis 1960
Sverdlovsk	Beobachtungszeitraum	1881 bis 1960

Für Süd-Finnland wurde eine mittlere Beobachtungsreihe berechnet, die auf von BROTHNERUS (1907–1928), PIPPING (1928) und REUTER (1928–1952) veröffentlichten phänologischen Beobachtungen an den folgenden neun, südlich des 63. Breitengrades gelegenen Orten im Zeitraum von 1896 bis 1955 bzw. 1960 basiert: Tampere, Hattula, Peikula, Mikkoli, Vertsila, Lappfjärd, Kirchdorf, Saarijavi und Ruhkola. Abbildung 1 im Anhang zeigt die Lage der Orte, für die hier lange phänologische Beobachtungsreihen vorgelegt werden.

3 Prüfung und Ergänzung der phänologischen Beobachtungsreihen

Zunächst wurden die Beobachtungsreihen kritisch untersucht. Zu diesem Zweck wurden die Jahresreihen verschiedener phänologischer Phasen eines Beobachtungsortes verglichen, um festzustellen, ob es sich im Einzelfall um homogene Beobachtungsreihen handelt, die für die vorgesehenen Untersuchungen verwendet werden können. Besonders bei sehr langen Beobachtungsreihen ist kaum zu erwarten, daß die Beobachtung die ganze Zeit hindurch immer am gleichen Objekt vorgenommen wird. Es handelt sich hier um lebende Objekte, nämlich Pflanzen, deren Lebenszeit mehr oder weniger lang ist, und die hin und wieder durch neue Beobachtungsobjekte ersetzt werden müssen. Dabei kann es vorkommen, daß das neue Beobachtungsobjekt aufgrund anderer Erbanlagen in seiner Entwicklung deutlich früher oder später als das vorhergehende ist.

Als solches Beispiel wird die Laubentfaltung der Roßkastanie aus der langen Beobachtungsreihe von Norfolk (England) angeführt. Bei einem Vergleich der jährlichen Daten der Laubentfaltung von Roßkastanie und Birke, die im allgemeinen zeitlich sehr eng beieinanderliegen, wurde festgestellt, daß die Roßkastanie in den ersten Jahrzehnten ihre Blätter immer später entfaltet als die Birke. Dann änderte sich dieses Verhältnis von einem Jahr zum anderen, so daß bis zum Ende der Beobachtungsreihe die Roßkastanie stets ihr Laub etwas früher entfaltet als die Birke. Deshalb wurde für diese Untersuchung der erste Abschnitt der 30jährigen übergreifenden Mittel (bis zum Mittel 1773/1802) der Roßkastanie nicht benutzt. Auch einige andere Beobachtungsreihen von Norfolk wurden für diese Untersuchungen nicht verwendet, da die Homogenität der Reihen unsicher erschien.

Zur Ergänzung der bis 1947 von SCHNELLE (1950) veröffentlichten phänologischen Beobachtungsreihen für das Rhein-Main-Gebiet (Frankfurt und Umgebung) bis zum Jahre 1980 aufgrund der im phänologischen Beobachtungsnetz des Deutschen Wetterdienstes gewonnenen Daten sei folgendes bemerkt: bei diesen Beobachtungsreihen, die das Frühjahr und den Sommer betreffen, handelt es sich in den meisten Fällen um Mittel, die aus den Terminen von zwei oder drei zeitlich eng beieinanderliegenden phänologischen Phasen gebildet wurden. Auf die Fortsetzung der Reihe „Mittel vom Blühbeginn bei Schneeglöckchen und Frühlingsknotenblume“ wurde jedoch verzichtet, weil die Reihe mit den Werten aus den letzten Jahrzehnten nicht mehr homogen erschien.

Lücken in den ursprünglichen Beobachtungsreihen konnten, wenn nur die Eintrittstermine für einzelne Phasen in einem oder mehreren Beobachtungsjahren fehlten, meistens mit Hilfe zeitlich benachbarter Phasen ergänzt werden. Betrafen die Lücken jedoch auch die Vergleichsphasen über mehrere Jahre, wurden zu deren Auffüllung phänologische Beobachtungen an anderen Orten herangezogen. So wurden die Norfolk Reihen in den Zeiträumen 1811 bis 1835 und 1841 bis 1845 mit Hilfe phänologischer Beob-

achtungen in Thwaite und Kent ergänzt, die auch von MARGARY (1926) veröffentlicht wurden.

Bei der Frankfurter Reihe fehlen die phänologischen Beobachtungsdaten der Jahre 1860 bis 1866. Um die bereits 1841 beginnenden Reihen aber trotzdem verwenden zu können, wurden diese 7jährigen Lücken aus längeren Beobachtungsabschnitten vor und nach den Fehljahren ergänzt. Diese Mittelwerte haben natürlich nur eine Berechtigung, wenn sie für weitere langjährige Mittelwertberechnungen Verwendung finden.

4 Ergebnisse der Berechnung 30jähriger übergreifender Mittel

Um zu untersuchen, ob unabhängig von den jährlichen witterungsbedingten mehr oder weniger großen Schwankungen über lange Zeiträume mit eindeutigen Änderungen im Eintrittsdatum der verschiedenen phänologischen Phasen zu rechnen ist, wurden aus den beschriebenen Beobachtungsreihen 30jährige übergreifende Mittel berechnet. Diese Art der Mittelbildung unterdrückt weitgehend die zum Teil sehr großen kurzzeitigen Schwankungen und läßt die langandauernden Änderungen im Entwicklungsbeginn bestimmter Pflanzenstadien klarer sichtbar werden.

Daher gestatten die 30jährigen übergreifenden Mittel sowohl den jahreszeitlichen und regionalen Vergleich der verschiedenen phänologischen Datenreihen, als auch den Vergleich mit entsprechenden klimatologischen Datenreihen. Letzterem wird besonders bei der Untersuchung von Klimaschwankungen Bedeutung beigemessen. Einmal ermöglicht die Betrachtung der zeitlichen Veränderung phänologischer Phasen aus unterschiedlichen Jahreszeiten gewisse Folgerungen auf die Schwankungen des Klimas im Jahresablauf, die wiederum – wie RUDLOFF (1967) für den europäischen Raum und die letzten 300 Jahre darlegt – auf Verschiebungen bei den Witterungsregelfällen bzw. Veränderungen in der allgemeinen Zirkulation zurückzuführen sind. Schließlich ist die Auffindung von Beziehungen zwischen langen Datenreihen meteorologischer Größen und phänologischer Daten auch für die mehr in die Zukunft gerichteten planerischen Aufgaben von Bedeutung. Denn quantitative Angaben über die möglichen Auswirkungen von Schwankungen bestimmter klimatologischer Größen auf die Dauer und den Rhythmus der Vegetationszeit, wie sie z. B. von LAMB (1977) gefunden wurden, sollten ein wichtiges Anliegen eines Weltklimaprogramms sein.

In den Tabellen 1 bis 5 im Anhang sind die Ergebnisse aus der Berechnung der 30jährigen übergreifenden Mittel zusammengestellt. Um die sich daraus ergebenden Resultate besser zu veranschaulichen, wurden die Mittelwertreihen für jede phänologische Phase in den Abbildungen 2 bis 15 in Diagrammform dargestellt. Diese Art der Darstellung ergibt für die an bestimmte Abschnitte des Vegetationsjahres gebundenen Pflanzenentwicklungen ein übersichtliches Bild der durchschnittlichen Änderungen der Phaseintrittszeiten während des gesamten Zeitraums, für den die jeweilige phänologische Beobachtungsreihe aufbereitet wurde.

In den Tabellen und im Text sind die deutschen Pflanzennamen angegeben. Die entsprechenden botanischen Bezeichnungen sind aus der Zusammenstellung der deutschen und botanischen Namen zu ersehen. In den Tabellen und Abbildungen wurden folgende Abkürzungen benutzt:

BO Beginn der Laubentfaltung
b Beginn der Blüte.

4.1 Norfolk

Die Tabelle 1 und die Diagramme zu den phänologischen Beobachtungsreihen von Norfolk (Abb. 2–5) zeigen, welche großen Schwankungen in den Eintrittszeiten der einzelnen Phasen trotz 30jähriger Mittelbildung im Verlauf des 185jährigen Beobachtungszeitraums auftraten. Bei den beiden Phasen des

Weißdorns „Beginn der Laubentfaltung“ (Abb. 3) und „Beginn der Blüte“ (Abb. 5) beträgt die maximale Schwankung zwei Wochen. Die Reihe der Phase „Beginn der Schneeglöckchenblüte“ (Abb. 2), die Anfang des 19. Jahrhunderts einige Zeit unterbrochen war, zeigt zwischen frühesten und spätesten Eintrittsterminen der 30jährigen Mittel sogar einen Unterschied von fast drei Wochen. Geringer ist die Schwankungsbreite dagegen bei den zeitlich dicht beieinanderliegenden und in Abbildung 4 dargestellten Phasen des Beginns der Laubentfaltung bei Roßkastanie und Birke; hier beträgt sie nur 9 bzw. 8 Tage.

Als mögliche Ursachen für dieses unterschiedliche Verhalten der verschiedenen phänologischen Phasen seien erwähnt:

Die Unterschiede im jahreszeitlichen Witterungsgeschehen.

Das erblich bedingte Vermögen, auf gleiche Witterungseinflüsse mit verschieden starken Ausschlägen der Verfrühung oder Verzögerung des Phaseneintritts zu reagieren.

Die Tatsache, daß Pflanzen in der Krautschicht – wie hier das Schneeglöckchen – vor allem auf die Temperaturverhältnisse in der bodennahen Luftschicht und der obersten Bodenschicht reagieren, während sich in der zeitlichen Entwicklung der Bäume die klimatischen Verhältnisse einer mächtigeren Boden- und Luftschicht widerspiegeln.

Die große Schwankungsbreite im Termin des Beginns der Schneeglöckchenblüte im Spätwinter bzw. Vorfrühling ist offensichtlich witterungsbedingt. Bei der geringen Schwankungsbreite der Phasen des Beginns der Laubentfaltung bei Roßkastanie und Birke scheint dagegen mehr die erbliche Anlage, auf äußere Einflüsse, auch des Vorjahres, mit geringeren Ausschlägen zu reagieren, wirksam zu sein. Der Vergleich der Punktfolgen dieser beiden Phasen zeigt sehr deutlich, daß bei zeitlich benachbarten Phasen weitgehend eine gleiche Reaktion auf die wechselnden Witterungseinflüsse besteht, was in dem gleichartigen Verlauf der Punktfolgen zum Ausdruck kommt.

Der Vergleich der Diagramme für diese fünf phänologischen Phasen zeigt noch eine andere interessante Erscheinung. Die zeitliche Verteilung von besonders frühen und späten 30jährigen Mitteln für die Phaseneintrittszeiten bleibt nicht während des ganzen Frühjahrs gleich, sondern ändert sich schon in verhältnismäßig kurzer Zeit. Besonders deutlich wird dies bei einem Vergleich der Punktfolgen der beiden nur etwa zwei Monate auseinanderliegenden Phasen des Beginns der Laubentfaltung und des Beginns der Blüte beim Weißdorn. In dieser kurzen Zeit haben sich die extrem frühen und späten 30jährigen Mittel verlagert. Dort, wo bei der Laubentfaltung mit Daten um die Wende vom Februar zum März die frühesten Termine in der Punktfolge lagen, sind beim Blühbeginn, mit Daten um den 20. Mai, die spätesten Termine festzustellen; d. h. im Zeitraum 1822/1851 bis 1835/1864 benötigte der Weißdorn im Durchschnitt knapp 80 Tage von der Laubentfaltung bis zur Blüte – eine extrem lange Zeit, die für ungünstige Witterung nach der Laubentfaltung spricht. Umgekehrt gehen den charakteristischen frühen, um den 6. Mai liegenden Daten für den Blühbeginn des Weißdorns (1774/1803) ausgesprochen späte Termine zur Laubentfaltung (1771/1800 um den 14. März) voraus. Das bedeutet, daß gegen Ende des 18. Jahrhunderts der Weißdorn sich im Durchschnitt relativ spät belaubte, aber bereits nach nur ca. 53 Tagen, vielleicht infolge überdurchschnittlichen Wärme- bzw. Strahlungsangebots oder starker Trockenheit, zu blühen begann. Es fällt auf, daß der Verlauf der Kurve beim Blühbeginn annähernd ein Spiegelbild derjenigen bei der Laubentfaltung ist.

Eine entsprechende Verschiebung von Jahren mit später zu solchen mit früher Pflanzenentwicklung ist auch bei einem Vergleich der beiden Diagramme für die Schneeglöckchenblüte (Abb. 2) und die Laubentfaltung des Weißdorns (Abb. 3) festzustellen. Diese beträgt, wenn man von markanten Punkten für

späte (etwa 1781/1810 und 1895/1924) und frühe (1835/1864) Termine bei der Schneeglöckchenblüte ausgeht, etwa 10 Jahre. Beim Vergleich der beiden Abbildungen 3 und 5 beträgt die Verschiebung, von den extrem frühen (1825/1854) und extrem späten (1886/1915) Terminen bei der Laubentfaltung vom Weißdorn ausgehend, bis zur Weißdornblüte weitere 50 bis 55 Jahre. Bei einem genaueren Vergleich der auf- und absteigenden Punktfolgen sind die gelegentlichen kurzfristigen Umkehrungen sowohl bei der einen als auch bei der anderen Phase, wenn auch oft verschoben, so doch immer noch in Andeutungen festzustellen.

Zwischen den beiden Weißdorn-Phasen liegen mit einer durchschnittlichen Aufeinanderfolge von weniger als 3 Tagen zeitlich eng benachbart die Phasen der Laubentfaltung von Roßkastanie und Birke (Abb. 4). Sie zeigen eine größere Änderung der Punktfolge nur nach anfänglich durchschnittlich frühen Terminen bis 1820/1849 bei beiden Laubbäumen, und zwar einen steilen Abfall bis 1850/1879 bei der Birke und bis 1873/1902 bei der Roßkastanie. In der Folgezeit bleiben beide Phasen durchschnittlich spät. Auch kleinere Schwankungen zwischen frühen und späten Terminen lassen sich bei einem Vergleich, oft stark verschoben, aber doch mit charakteristischen gleichartigen Wendungen in der Punktfolge, nicht nur bei den beiden Phasen der Roßkastanie und Birke, sondern auch, allerdings meistens stark abgeschwächt, sowohl bei der vorhergehenden Phase der Laubentfaltung des Weißdorns als auch bei der folgenden Phase der Weißdornblüte wiederfinden.

4.2 Paris – Parc St. Maur

Von den zahlreichen phänologischen Beobachtungen, die seit 1876 bzw. 1885 und 1901 im Botanischen Garten (Parc St. Maur) in Paris durchgeführt wurden, konnten von 14 Phasen durchgehende Beobachtungsreihen aufgestellt werden. Die daraus berechneten 30jährigen übergreifenden Mittel sind in Tabelle 2 als Zahlenwerte und in den Abbildungen 6 bis 8 einzeln als Punktfolgen dargestellt. Auch diese Beobachtungsreihen in Paris zeigen im Verlauf der ersten Jahreshälfte von der Schneeglöckchenblüte im Februar bis zur Blüte der Silberlinde Anfang Juli eine deutliche Änderung in der Punktfolge. Bei den 30jährigen Mittelwerten der Termine der Schneeglöckchenblüte erfolgt, von anfangs frühen Daten (1885/1914 bis 1897/1926 um den 11. Februar) ausgehend, eine ständige Verzögerung, die bis 1927/1956 8 Tage beträgt. Bis zur Huflattichblüte Anfang März haben sich die frühesten Termine (1912/1941) bereits um etwa 15 bis 20 Jahre verschoben. Davor liegt ein steiler Anstieg von späten Daten zu Beginn der Beobachtungsperiode und danach wieder ein steiler und schneller Abfall zu späten Daten am Ende der Beobachtungsreihe. Auch hier betragen die maximalen Unterschiede 8 Tage.

Bis zur nächsten phänologischen Phase Schwarzdornblüte Ende März ist noch keine Verschiebung des frühen Gipfels erkennbar, weil diese Beobachtungsreihe erst 1901 beginnt. Der zweigipflige Zeitraum mit frühen Daten (1901/1930 bis 1912/1941) liegt noch an der gleichen Stelle wie bei der Huflattichblüte. Dann erfolgt auch hier ein steiler Abfall der Punktfolge bis zum Ende der Beobachtungsreihe mit einem maximalen Unterschied von fast 10 Tagen. Auch die Blüte der Vogelkirsche in den letzten März- und ersten Apriltagen zeigt vom Anfang der Beobachtung an (1901/1930) eine ständige Verzögerung. Allerdings betragen hier die maximalen Unterschiede nur $4\frac{1}{2}$ Tage.

Die Daten der Sauerkirschenblüte streuen in dem sehr engen Zeitraum vom 13. bis 15. April. Hier deutet sich eine grundsätzliche Änderung in der Punktfolge mit einer leichten Tendenz zur Verfrühung gegen Ende der Beobachtungszeit an. Eine solche Umkehr ist auch bei der Fliederblüte während der fünften April-Pentade mit einer zunehmenden Verfrühung in der entsprechenden Beobachtungszeit festzustellen. Im ersten Teil der Beobachtungszeit, die beim Flieder 1876 beginnt, schwanken die Punkte innerhalb von zwei Tagen, ohne daß sich eine eindeutige Richtung in der

Aufeinanderfolge zeigt. Die nur wenige Tage später in den letzten Apriltagen einsetzende Apfelblüte, deren Beobachtung jedoch erst 1901 begann, zeigt einen eindeutigen Anstieg der Punktfolge von durchschnittlich frühen zu späten Daten mit einem maximalen Unterschied von $5\frac{1}{2}$ Tagen. Das gleiche Bild bietet sich bei der Blüte der Vogelbeere einige Tage später, Ende April/Anfang Mai, ebenfalls mit einem maximalen Unterschied von etwas über 5 Tagen. Die Roßkastanienblüte, die ab 1876 beobachtet wurde und etwa zur gleichen Zeit wie die Apfelblüte eintritt, zeigt in der ersten Hälfte der Beobachtungszeit gegenüber der Fliederblüte eine Tendenz zur Verzögerung des Blühbeginns, d. h. eine Umkehr der Tendenz, wie sie im entsprechenden Zeitraum bei der Huflattichblüte aufgezeigt wurde. Im letzten Teil der Beobachtungszeit der Roßkastanienblüte ab 1911/1940 ist zunächst eine leichte Verfrühung und dann wieder eine kleine Verzögerung festzustellen.

Die Ende Mai beginnende Blüte des Schwarzen Holunders zeigt in den Anfangsjahren der Beobachtung (1876/1905 bis 1893/1922) eine zunehmende Verfrühung, für die man auch bei der Roßkastanienblüte Andeutungen findet. Dann aber schwanken die Werte für den Blühbeginn des Schwarzen Holunders innerhalb von nur $1\frac{1}{2}$ Tagen. Die Phase „Beginn der Robinienblüte“, etwa zur gleichen Zeit wie der Blühbeginn des Schwarzen Holunders, läßt mit Mittelwerten zwischen dem 22. und 25. Mai, nach anfänglicher Verfrühung bis 1893/1922 zunächst wieder eine Verzögerung bis 1915/1944 erkennen, um dann nochmals etwas auf- und abzupendeln. Die Lindenblüte, die 20 Tage später, Mitte Juni, einsetzt, zeigt wieder einen klareren Verlauf der Punktfolge. Beginnend mit frühen Mittelwerten erfolgt zunächst bis 1907/1936 eine ständige Verzögerung bis zu 5 Tagen, die sich dann nach weiteren 6 Jahren wieder in eine zunehmende Verfrühung umkehrt. Der Verlauf der Punktfolge dieser Frühsommerphase ist hier also vollkommen entgegengesetzt zu dem der Frühjahrsphasen „Blühbeginn von Huflattich, Schwarzdorn und Vogelkirsche“.

Schon beim Beginn der Blüte von Apfel und Vogelbeere war im zweiten Teil des Beobachtungszeitraums eine ständige Verfrühung der 30jährigen Mittelwerte festzustellen. Und so bleibt es auch nach der Lindenblüte bei den beiden letzten Phasen, dem Blühbeginn der Weißen Lilie und der Silberlinde, deren durchschnittliche Eintrittsdaten zwischen den 20. und 25. Juni bzw. den 5. und 12. Juli fallen. Die Punktfolge steigt in beiden Fällen von späten Mittelwerten (1903/1932) um $4\frac{1}{2}$ bzw. 7 Tage zu frühen Werten am Ende der Beobachtungszeit (1931/1960) an.

4.3 Rhein-Main-Gebiet. Frankfurt und Umgebung

Für das Rhein-Main-Gebiet standen Beobachtungsreihen von 9 Phasen (Einzelphasen bzw. Mittel von 2 oder 3 zeitlich eng beieinanderliegenden Phasen) für die Zeit vom Februar (Blühbeginn von Schneeglöckchen und Frühlingsknotenblume) bis Juli (Winterroggenernte) zur Verfügung (Tab. 3). Die Punktfolgen aus den 30jährigen übergreifenden Mitteln dieser Reihen (Abb. 9 und 10) zeigen insgesamt weniger ausgeprägte Änderungen als in Norfolk und Paris.

Eine Sonderstellung nimmt im Rhein-Main-Gebiet das Mittel des Blühbeginns von Schneeglöckchen- und Frühlingsknotenblume in dem hier mitgeteilten kürzeren Zeitabschnitt von 1870/1899 bis 1916/1945 ein. Nach einem kurzen Anstieg der Punktfolge von späten zu frühen Daten, der etwa 5 Tage ausmacht, und nach einigen Schwankungen im früheren Bereich erfolgt in den letzten 5 Jahren (bis 1916/1945) wieder ein schnelles Absinken zu späteren Mittelwerten.

Bei den nächsten drei Darstellungen der Punktfolgen bleibt der mittlere Abschnitt der Zeitreihen ohne charakteristische Änderungen. Nur die letzten Jahre zeigen ein verschiedenes Verhalten. Bei der Salweidenblüte (Ende März) erfolgte in den letzten zehn

30jährigen Mittelwerten eine deutliche Verfrühung. Bei den folgenden beiden Darstellungen ist dagegen eine Verfrühung beim Mittel der Laubentfaltung der Roßkastanie, Birke und Sommerlinde zunächst in schwacher Andeutung, dann aber beim Mittel des Blühbeginns von Apfel und Flieder ausgeprägter, bevor zum Schluß, im Gegensatz zur Salweidenblüte, eine Verspätung einsetzt. Der Anfang der Reihe aus den Mittelwerten von Apfel- und Fliederblüte wie auch der folgenden Reihe aus den Mittelwerten des Blühbeginns von Schwarzem Holunder, Winterroggen und Robinie ist mit Durchschnittsdaten um die letzten April- bzw. Maitage zunächst spät. Schon nach wenigen Jahren erfolgt eine deutliche Verfrühung, die bei der ersten dieser beiden Reihen nur etwa für 5 Mittelwerte andauert. Bei der zweiten Reihe setzt sie sich jedoch kontinuierlich fast über die gesamte Beobachtungszeit fort. Erst in den letzten 6 Jahren setzt, wie bei der vorhergehenden Reihe, wieder eine deutliche Verspätung ein.

Die vorletzte Reihe mit dem Mittel des Blühbeginns von Winterlinde und Weißer Lilie zeigt zunächst für längere Zeit späte, um den 24. Juni pendelnde Daten. Erst ab 1882/1911 zeichnet sich eine Verfrühung ab, die aber ab 1931/1960 bis zum Ende der Beobachtungszeit wieder in eine Verspätung übergeht, die fast 4 Tage ausmacht.

Die letzte Beobachtungsreihe aus dem Rhein-Main-Gebiet, die Mitte Juli eintretende Winterroggenernte, zeigt nach anfänglichen kleineren Schwankungen ab 1894/1923 einen kurzen Verspätungstrend, nach dem sich die Punktfolge sehr bald bei einer Verzögerung von nur etwa zwei Tagen einpendelt.

Obleich die Beobachtungsreihen aus dem Rhein-Main-Gebiet keine großen Schwankungen aufweisen, ist auch hier festzustellen, daß gelegentlich deutliche Verfrühungen und Verspätungen der Phasen auftreten und auch schon in kurzer Zeit grundsätzliche Änderungen mit gegensätzlichem Verlauf der Punktfolgen vorkommen.

4.4 Genf – Promenade de la Treille

Von der Promenade de la Treille in Genf, die unmittelbar südlich an den alten Stadtkern angrenzt, liegt eine 1808 beginnende kontinuierliche phänologische Beobachtungsreihe von der Laubentfaltung einer Roßkastanie vor (Tab. 4 links). Diese Beobachtungsreihe zeigt einen markanten Verlauf der Punktfolge (Abb. 11). Von Beginn bis 1849/1878 liegen die 30jährigen Mittelwerte sehr spät, d. h. Anfang April. Die anschließenden 7 Mittelwerte zeigen einen steilen Anstieg der Punktfolge um $4\frac{1}{2}$ Tage. Dann bleiben die Schwankungen bis 1892/1921 wieder in einem engen Bereich von etwa einem Tag mit leichter Tendenz zur Verspätung. Danach steigt die Punktfolge steil an. Diese Verfrühung setzt sich beständig fort bis zum Ende der bisher vorliegenden Beobachtungsreihe 1951/1980 mit einem mittleren Beginn der Laubentfaltung um den 5. März und beträgt während dieses letzten Anstiegs insgesamt 25 Tage. Dieser ungewöhnlich lange anhaltende Anstieg der Punktfolge legt die Vermutung nahe, daß es sich nicht oder nicht nur um einen reinen großklimatischen Einfluß mit ständig ansteigenden Temperaturen handeln kann, sondern daß hier in starkem Maße die durch eine wachsende Stadt verursachte zusätzliche Erwärmung mitwirkt. Diese Frage wurde bereits in einer Arbeit von PRIMAULT (1977) untersucht, der feststellte, daß die Änderungen der phänologischen Daten den in Genf beobachteten Temperaturwerten entsprechen (s. S. 10).

4.5 Basel-Liestal

Aus Basel-Liestal liegt eine phänologische Beobachtungsreihe vom Beginn der Blüte eines Kirschbaumes (Tab. 4, Abb 12 oben) für den Zeitraum von 1894 bis 1960 vor. Vom ersten, für den Zeitraum 1894/1923 berechneten Mittelwert bis 1906/1935 ist eine Verzögerung erkennbar, die $3\frac{1}{2}$ Tage beträgt. Es folgt bis 1931/1960

eine mehrfache Schwankung mit einer Amplitude von 2 Tagen um den 16. April, ohne daß größere Änderungen in der einen oder anderen Richtung hervortreten. Die Beobachtungsreihe von Basel-Liestal verhält sich also grundsätzlich anders als die Beobachtungsreihe von Genf, die für den gleichen Zeitraum eine ständige starke Verfrühung zeigt.

4.6 Brüssel

Phänologische Beobachtungsergebnisse aus Brüssel für die Jahre von 1900 bis 1958 wurden zu einem Mittel der drei Phasen des Blühbeginns von Flieder, Weißdorn und Vogelbeere (Tab. 4, Abb. 12 unten) zusammengefaßt. Diese Reihe zeigt, mit späten Daten (1900/1929) um den 4. Mai beginnend, eine zunehmende Verfrühung bis zum frühesten Mittelwert (1. Mai) für die Periode 1920/1949, um dann wieder in eine leichte Verzögerung umzuschlagen.

4.7 Leningrad, Moskau, Wologda, Sverdlovsk

Längere phänologische Beobachtungsreihen liegen auch von Leningrad (Tab. 5) vor. Die Beobachtungen wurden von 1841 bis 1960 im Park der Forstakademie an vier Phasen, Laubentfaltung der Birke sowie Blühbeginn von Faulbaum, Flieder und Sommerlinde (Abb. 13 und 14), durchgeführt. Alle Phasen zeigen eine Verfrühungstendenz vom Beginn bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes. Der Zeitabschnitt 1849/1878 bis 1860/1889 zeigt sehr späte Daten, die bei der Blattentfaltung der Birke um den 20. und bei der Blüte des Faulbaums um den 30. Mai liegen. Aber auch bei den Folgephasen, beim Blühbeginn des Flieders um den 10. Juni und sogar noch um den 22. Juli beim Blühbeginn der Sommerlinde, finden sich andeutungsweise späte Daten. Die kurze Punktfolge vor dieser Zeit zeigt in allen vier Phasen vom Frühjahr bis zum Sommer eine Umkehr; bei der Blattentfaltung der Birke und dem Blühbeginn des Faulbaums im Mai erkennt man eine deutliche Verspätung, beim Blühbeginn der Sommerlinde im Juli dagegen eine Verfrühung und in der Zwischenzeit beim Blühbeginn des Flieders Anfang Juni als Übergang keine zeitliche Änderung des Phaseneintritts. Nach rascher Verfrühung beginnt ein Zeitraum mit sehr frühen und relativ konstanten Daten bei der Blattentfaltung der Birke und dem Blühbeginn des Faulbaums 1892/1921, der mit fortschreitender Jahreszeit bei den späteren Phasen immer mehr in frühere Zeiträume verschoben ist. Er beginnt bei der Fliederblüte mit Mittelwerten um den 3. Juni bereits 1877/1906 und bei der Sommerlindenblüte mit Daten um den 20. Juli in einem noch früheren Zeitraum (1868/1897). Nach diesem Zwischenabschnitt setzt sich die Tendenz zur Entwicklungsverfrühung sowohl bei der Fliederblüte als auch – besonders stark ausgeprägt – bei der Sommerlindenblüte weiter fort.

Der Beginn der Faulbaumblüte wurde in der UdSSR nach 1881 außer in Leningrad noch in Moskau, Wologda und Sverdlovsk beobachtet (Tab. 5). Der Verlauf der Punktfolgen an diesen drei Orten (linker Teil der Abb. 15) sowie die Punktfolge von Leningrad, die in dieser Abbildung zum Vergleich nochmals mit angegeben wurde, stimmen weitgehend überein; anfangs findet man noch eine Verfrühung (in Wologda fehlen diese ersten Beobachtungsjahre) und dann ein Hin- und Herschwanken der frühen Daten, wobei sich in den weiter östlich liegenden Orten Wologda und Sverdlovsk nach 1911/1940 schon wieder eine geringe durchschnittliche Verspätung zeigt.

4.8 Südfinnland

Ein ähnliches Kurvenbild wie bei den Stationen in der UdSSR lassen die 30jährigen übergreifenden Mittelwerte für Südfinnland erkennen. Die von 1896 bis 1955 bzw. 1960 beobachteten Blühphasen bei Salweide, Traubenkirsche, Apfel und Winterroggen wurden von neun Orten südlich des 63. Breitengrades gemittelt (Tab. 5 rechts und Abb. 15 rechts). Auch hier erfolgt in den Anfangs-

jahren zunächst eine zunehmende Verfrühung des mittleren Blühbeginns, die mit einigen Schwankungen im frühen Bereich ausklingt.

5 Typen des phänologischen Jahresablaufs für Einzeljahre und 30jährige Mittel

In Abbildung 16 werden die verschiedenen Typen des phänologischen Jahresablaufs für die Zeit von Februar bis Juli für das Rhein-Main-Gebiet (Frankfurt und Umgebung) dargestellt, und zwar unter A für markante Einzeljahre und unter B für 30jährige Mittel. Mit den Kleinbuchstaben a bis g wurden die sieben dargestellten phänologischen Phasen und mit den Zahlen 1 bis 7 die sieben verschiedenen Typen im phänologischen Jahresablauf gekennzeichnet. Die verwendete Methode der graphischen Darstellung wurde bei früheren phänologischen Untersuchungen entwickelt (SCHNELLE 1950) und veranschaulicht sehr gut den phänologischen Jahresablauf. Hierbei sind auf der für das betreffende Jahr vorgesehenen horizontalen Linie die phänologischen Daten für Einzeljahre bzw. für 30jährige Mittel aufgetragen. Aus der horizontalen Verschiebung dieser Marken kann abgelesen werden, wann die einzelnen Phasen früher oder später beginnen. In der Vertikalen, d. h. nach oben oder unten, sind die Abweichungen vom mehrjährigen Mittel in Tagen an den betreffenden Phasen-Marken dargestellt. Bei späterem Phasenbeginn erfolgt die Abtragung nach unten, bei früherem Beginn nach oben. Der Verlauf der Verbindungslinien der Endpunkte dieser Abtragungen über oder unter der horizontalen Mittellinie gibt ein Bild von dem früheren oder späteren Beginn der einzelnen Phasen im Vergleich zum mittleren Entwicklungsverlauf.

Beispiele für die folgenden 7 Haupttypen des phänologischen Jahresablaufs zwischen Vorfrühling (Mittel des Blühbeginns von Schneeglöckchen und Frühlingsknotenblume) und Spätsommer (Winterroggenemte) wurden sowohl für Einzeljahre (A) als auch für 30jährige Mittel (B) zusammengestellt.

- 1 Annäherndes Mittel der gesamten Beobachtungszeit
- 2 Die gesamte Zeit früher als das Mittel
- 3 Die gesamte Zeit später als das Mittel
- 4 Zunächst früher, dann später als das Mittel
- 5 Zunächst später, dann früher als das Mittel
- 6 Zuerst später, dann früher und wieder später
- 7 Zuerst früher, dann später und wieder früher.

Es konnten bei den 30jährigen Mitteln die gleichen Typen des phänologischen Jahresablaufs wie in den Einzeljahren festgestellt werden, wobei entweder der gleiche Charakter nur mit Verfrühungen oder nur mit Verspätungen gegenüber dem Mittel oder ein einmaliger oder auch mehrfacher Wechsel von Verfrühungen und Verspätungen eintraten.

Wie also die Typen des phänologischen Jahresablaufs in den Einzeljahren je nach Ablauf der Witterung des betreffenden Jahres als Folge bestimmter Wetterlagen entstanden sind, so muß auch im 30jährigen Mittel in einem kürzeren jahreszeitlichen Abschnitt eine Art von Wetterlagen vorgeherrscht haben, während in anderen jahreszeitlichen Abschnitten vorwiegend andere Wetterlagen in Erscheinung getreten sind, die im langjährigen Mittel zum Vorherrschen anderer Temperaturverhältnisse und damit auch zu bestimmtem phänologischem Verhalten der Pflanzen führten.

6 Ergebnisse

Wenn man die beschriebenen und verschiedenen langen phänologischen Mittelwertreihen überblickt, sind zwei Hauptergebnisse festzustellen, die bei allen Reihen in West-, Mittel- und Ost-europa mehr oder weniger deutlich in Erscheinung treten. Die Reihen der 30jährigen übergreifenden Mittelwerte für die Eintrittszeiten von phänologischen Phasen aus verschiedenen Abschnitten des Vegetationsjahres zeigen große Änderungen mit ausgeprägten

Tendenzen zur Verfrühung und Verspätung. Besonders groß sind diese Änderungen in Norfolk in England und in Leningrad. Markante Änderungen des Phasenbeginns sind oft kontinuierlich über längere Perioden hinweg mit verhältnismäßig großen Sprüngen von einem 30jährigen Mittel zum anderen zu verfolgen. Nach geraumer Zeit tritt meistens ein Stillstand mit geringeren Schwankungen ein, dem schließlich eine Änderung in umgekehrter Richtung folgt.

Aufgrund dieser sich über größere Zeiträume erstreckenden Schwankungen des Mittelwerts ist zu folgern, daß mit kurzen, z. B. 15- oder 20jährigen Beobachtungsreihen, keine Mittel errechnet werden können, die für längere Zeiträume Gültigkeit haben sollen.

Weiterhin wurde festgestellt, daß sich der zeitliche Wendepunkt von einer Tendenz zur Verfrühung in eine Tendenz zur Verspätung – oder auch umgekehrt – mit fortschreitender Jahreszeit verschieben kann. In einem Zeitraum, für den z. B. aufgrund von Phaseneintrittsdaten im März oder April im 30jährigen Durchschnitt eine Verfrühung zu erkennen war, kann verhältnismäßig kurze Zeit später, z. B. mit anderen, in die ersten Maitage fallenden Pflanzenentwicklungen, wieder eine deutliche Verspätung erkennbar sein.

Bei dem weitgehenden Ausgleich der Jahresschwankungen durch 30jährige übergreifende Mittelbildung war eigentlich kein so großes und z. T. auch markantes Schwanken der phänologischen Mittelwerte zu erwarten. Wenn aber trotzdem über lange Zeiträume große Änderungen mit auffällender Verfrühung oder Verspätung in den Eintrittsdaten bestimmter Phasen auftreten, so ist anzunehmen, daß dies Auswirkungen von Klimaschwankungen sind, die sich z. B. in anhaltenden Temperatur- oder Strahlungsänderungen bemerkbar machen. Die gleichzeitige Betrachtung von über 30 Jahre gemittelten phänologischen und klimatologischen Datenreihen zeigt, daß eine zunehmende Verfrühung der Pflanzenentwicklung im zeitigen Frühjahr, die mit einer Erwärmung einhergeht, oft im Jahresablauf nur kurze Zeit anhält und schon ein oder zwei Monate später als Folge einer allgemeinen Abkühlung in eine Verspätung der phänologischen Eintrittszeiten umschlägt. Dies entspricht auch der Erfahrung, daß Klimaschwankungen sich in verschiedenen Jahreszeiten unabhängig voneinander verhalten können; daß z. B. die Winter im Durchschnitt eines längeren Zeitabschnitts wärmer und die Sommer im gleichen Zeitraum kühler sein können (LAMB 1977) (RUDLOFF 1967) (SCHÖNWIESE 1977). Wie in den einzelnen Vegetationsjahren die Vielfältigkeit im Wechsel von Entwicklungsverfrühungen bzw. -verzögerungen durch Witterungsabschnitte von unterschiedlicher Länge verursacht wird, so scheinen die langjährigen Reihen von Mittelwerten phänologischer Phasen für die einzelnen Jahreszeiten Veränderungen in markanten Singularitäten der Großzirkulation widerzuspiegeln. Da derartige Zirkulationsanomalien nicht in allen Teilen Europas die gleichen Auswirkungen zeigen, ist verständlich, daß Tendenz und Stärke der gefundenen langjährigen phänologischen Datenschwankungen für die einzelnen Orte variieren.

Aus diesem Grunde ist das dargebotene phänologische Datenmaterial nicht nur als Beitrag zur historischen Phänologie, sondern auch zum Gesamtkomplex der Klimaschwankungen sowie deren Ursachen und Auswirkungen zu verstehen.

7 Literaturverzeichnis

- BROTHERUS, V. F.
Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1903–1917. Finlands Natur och Folk. Helsingfors. H. 64 (1907), 66 (1908), 71 (1911), 76 (1913), 77 (1915), 78 (1918), 80 (1928).
- DAWITAJA, F. F.
Die Prognose der Wärmesummen und einige Probleme der jahreszeitlichen Entwicklung der Natur. (Orig. russ.) Moskau: Hydrometeo-Verlag 1964. 132 S.
- LAMB, H. H.
Climate – Present, Past and Future. Vol. 2. Climatic history and the future. London: Methuen; New York: Barnes and Noble Books 1977. 835 S.
- MARGARY, I. D.
The marsham phenological record in Norfolk 1736–1925, and some others. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 52 (1926) S. 27–54.
- MIEGE, J.; HAINARD, P.
Un témoin genevois de l'évolution climatique récente. Arch. des Sci., Genève, 20 (1967) S. 109–121.
- PARC ST. MAUR
Im Umdruck veröffentlichte phänologische Beobachtungen aus dem Botanischen Garten, Paris. 1875–1960.
- PIPPING, M.
Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1918–1923. Finlands Natur och Folk. Helsingfors. H. 80 (1928).
- PRIMAULT, B.
De deux particularités phénologiques. Arb.-Ber. d. Schweiz. Meteorol. Zent.-Anst. Nr. 75 (1977) 13 S.
- REUTER, M.
Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland. Finlands Natur och Folk. Helsingfors. H. 80 (1928), 85 (1937), 87 (1941), 92 (1948, 1952).
- RUDLOFF, H. v.
Die Schwankungen und Pendelungen des Klimas in Europa seit dem Beginn der regelmäßigen Instrumenten-Beobachtungen (1670). Braunschweig: Vieweg 1967. 370 S. = Die Wissenschaft. Bd. 122.
- SCHNELLE, F.
Hundert Jahre phänologische Beobachtungen im Rhein-Main-Gebiet 1841–1859, 1867–1947. Meteorol. Rdsch. 3 (1950) Nr. 7/8, S. 150–156.
- SCHNELLE, F.
Pflanzen-Phänologie. Leipzig: Akad. Verlagsges. Geest & Portig 1955. 299 S.
- SCHÖNWIESE, C. D.
Klimaschwankungen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1979. 181 S. = Verständliche Wissenschaft Bd. 115.
- Nach Vorlage des Manuskripts bei der Redaktion erschienen:
- LAUSCHER, A.; LAUSCHER, F.
Vom Einfluß der Temperatur auf die Belaubung der Roßkastanie nach den Beobachtungen in Genf seit 1808. Wetter u. Leben 33 (1981) Nr. 2, S. 103–112.
- KEIL, K.; SCHNELLE, F.
Phänologische Beobachtungen und Klimaschwankungen. Meteorol. Rdsch. 34 (1981) Nr. 6, S. 180–181.

Anhang

Abb. 1

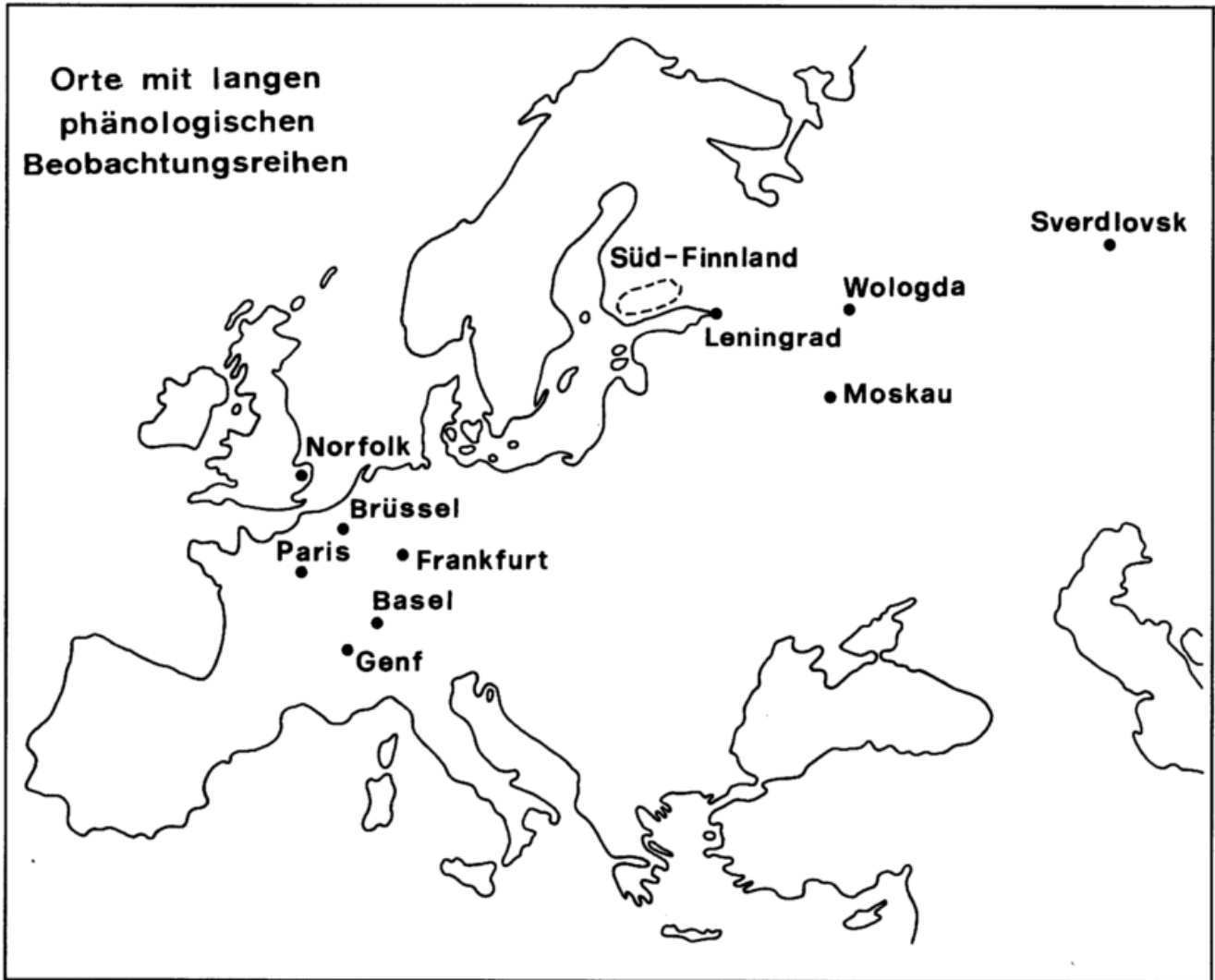


Abb. 2

Norfolk (England)

Schneeglöckchen b
30jährige übergreifende Mittel

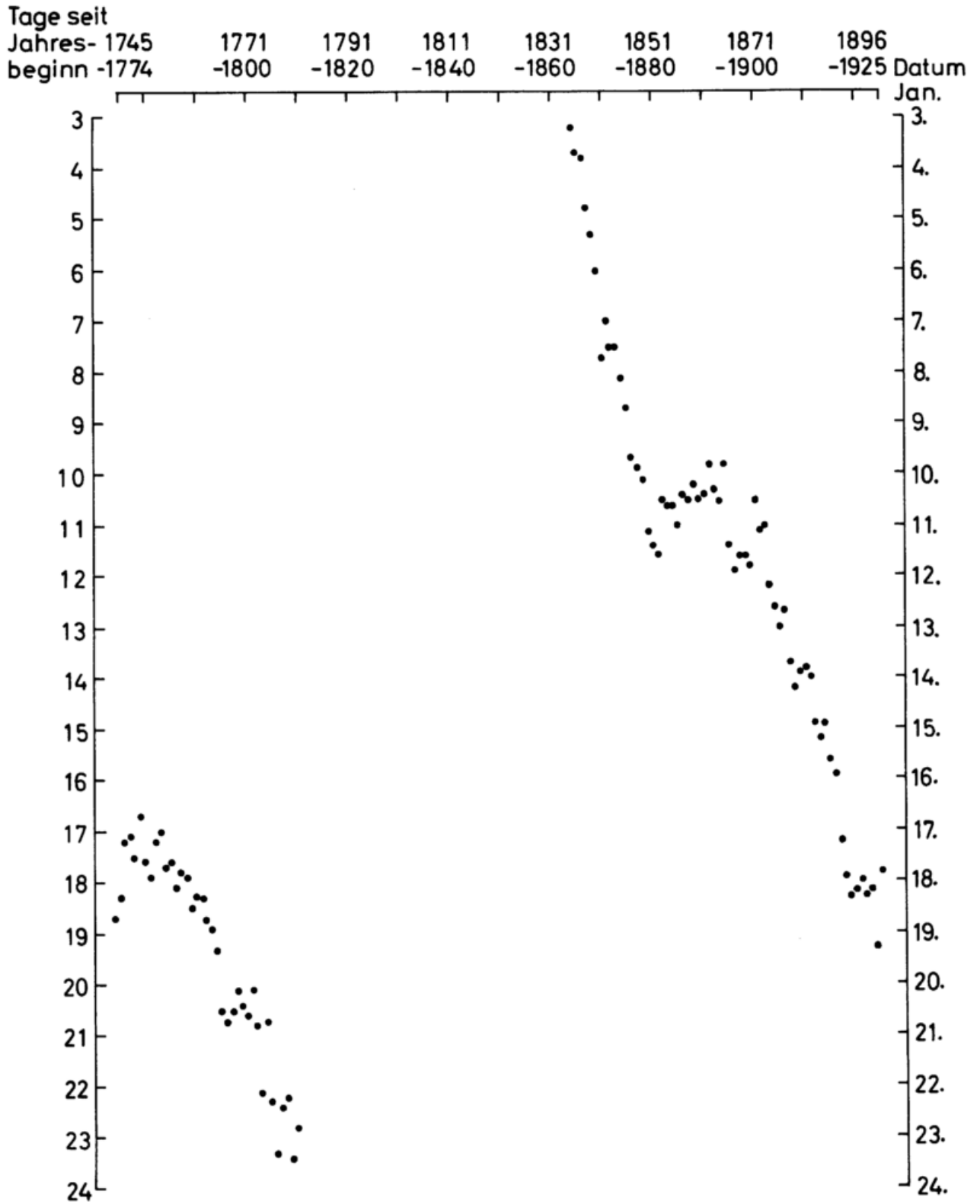
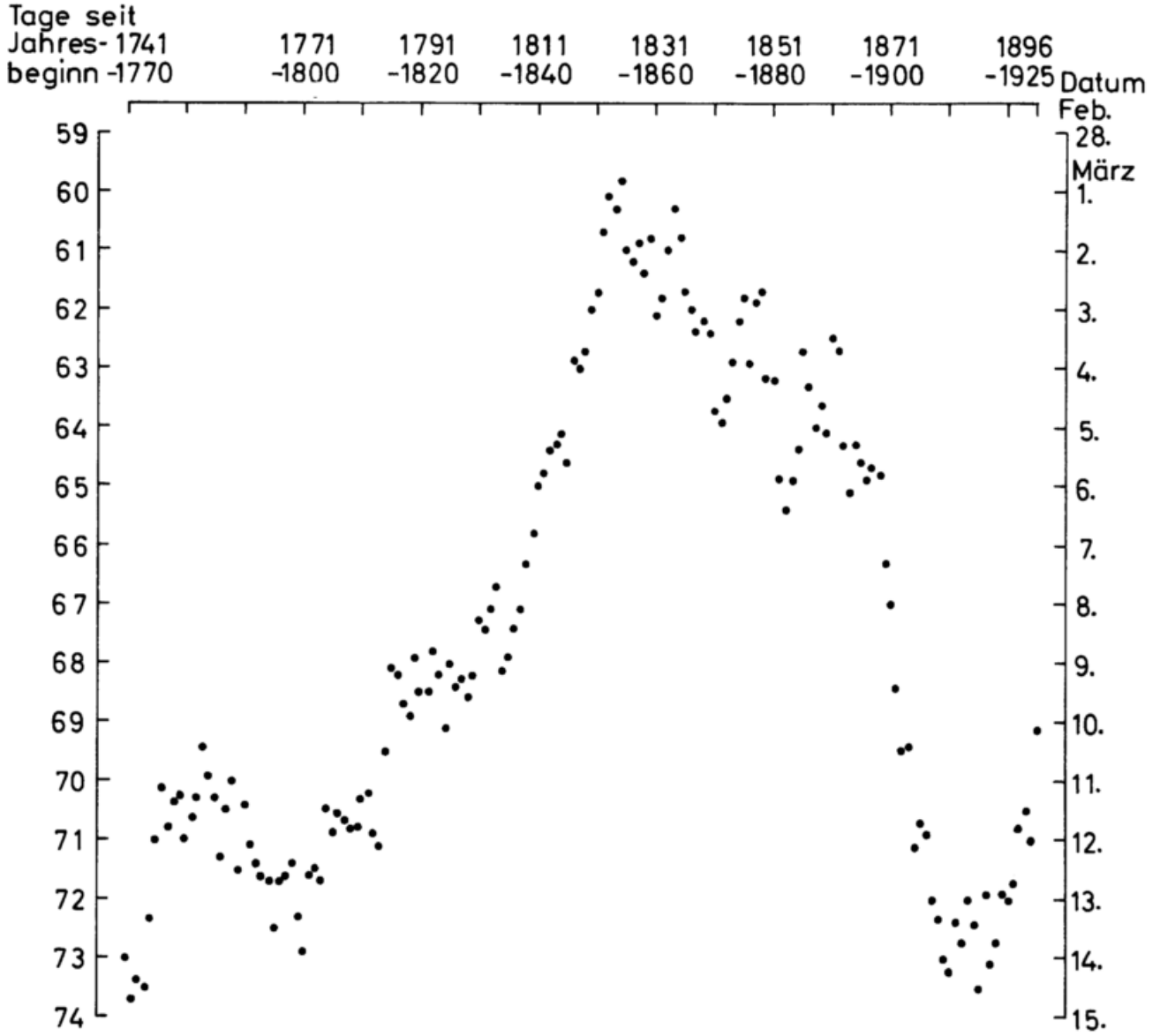


Abb.3

Norfolk (England)

Weißdorn BO

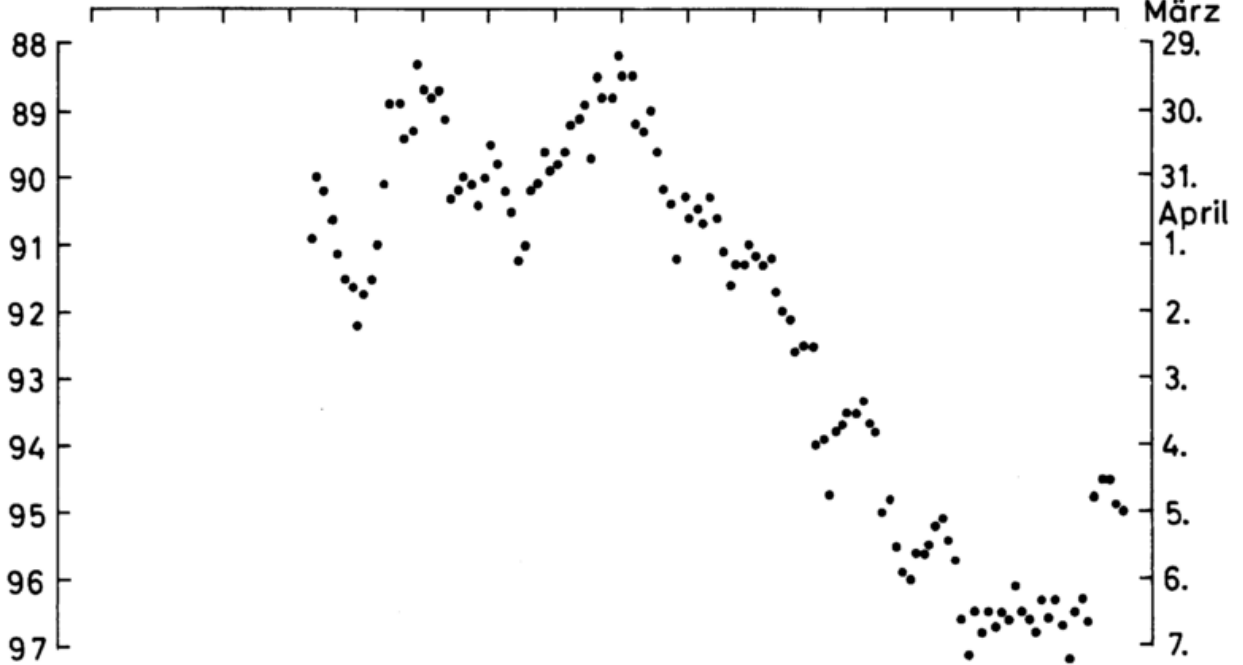
30jährige übergreifende Mittel



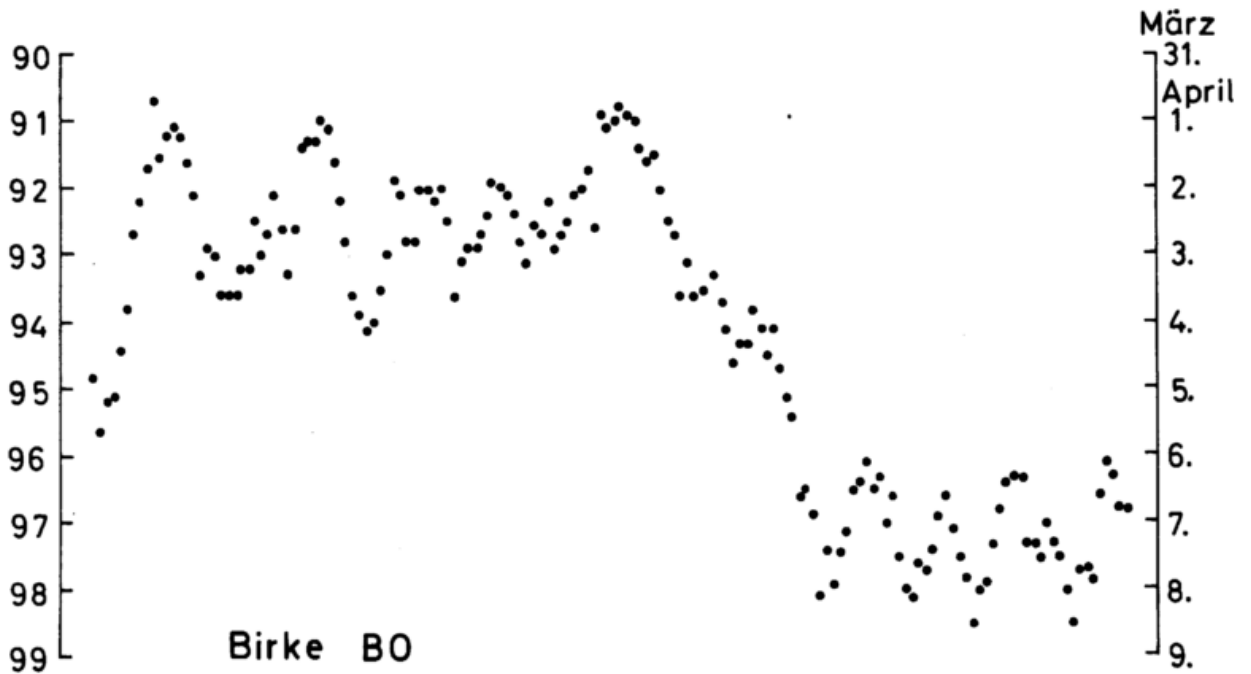
Norfolk (England)

30jährige übergreifende Mittel

Tage seit Jahres- 1741 1771 1791 1811 1831 1851 1871 1896
beginn -1770 -1800 -1820 -1840 -1860 -1880 -1900 -1925 Datum



Roßkastanie BO

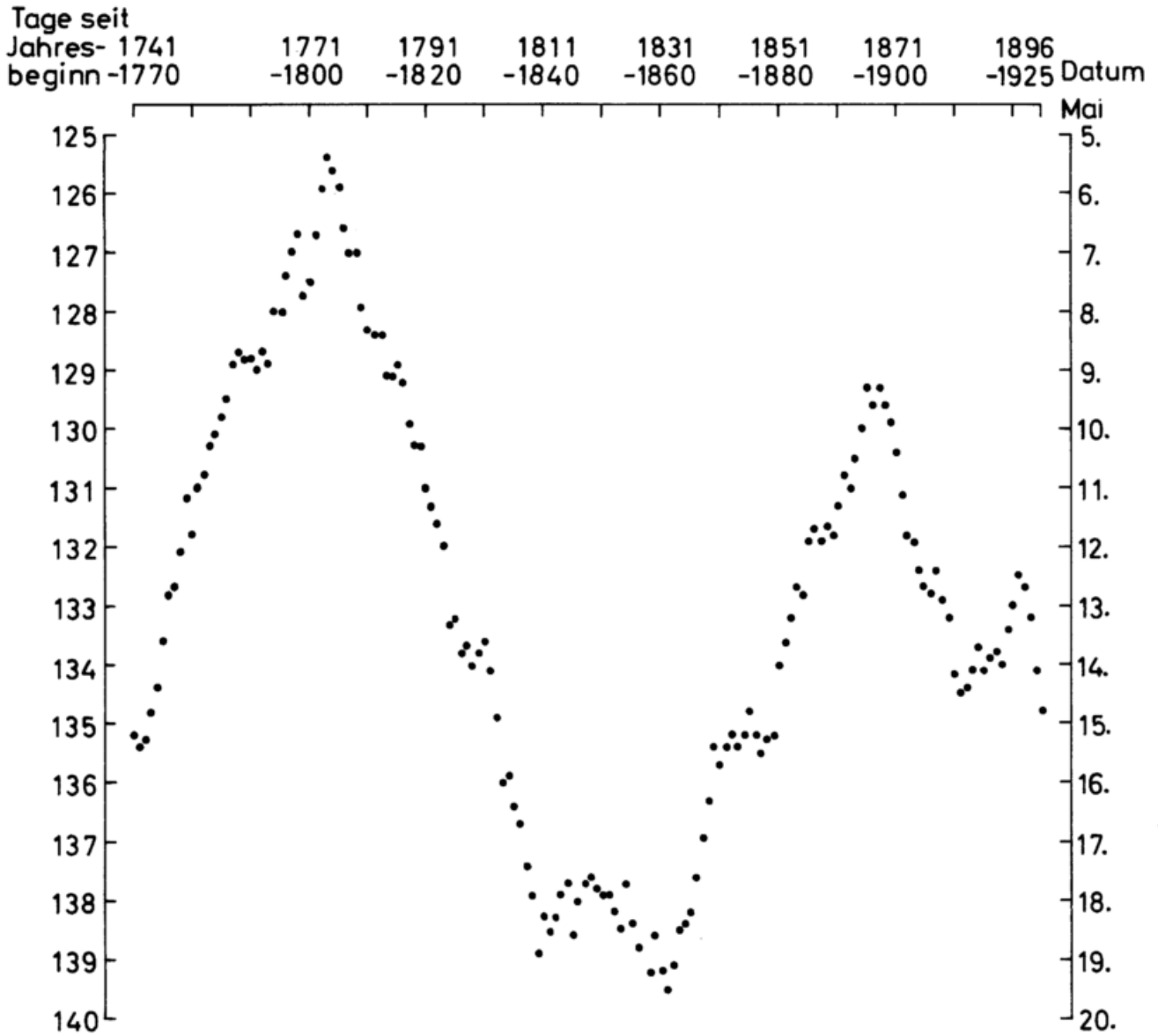


Birke BO

Norfolk (England)

Weißdorn b

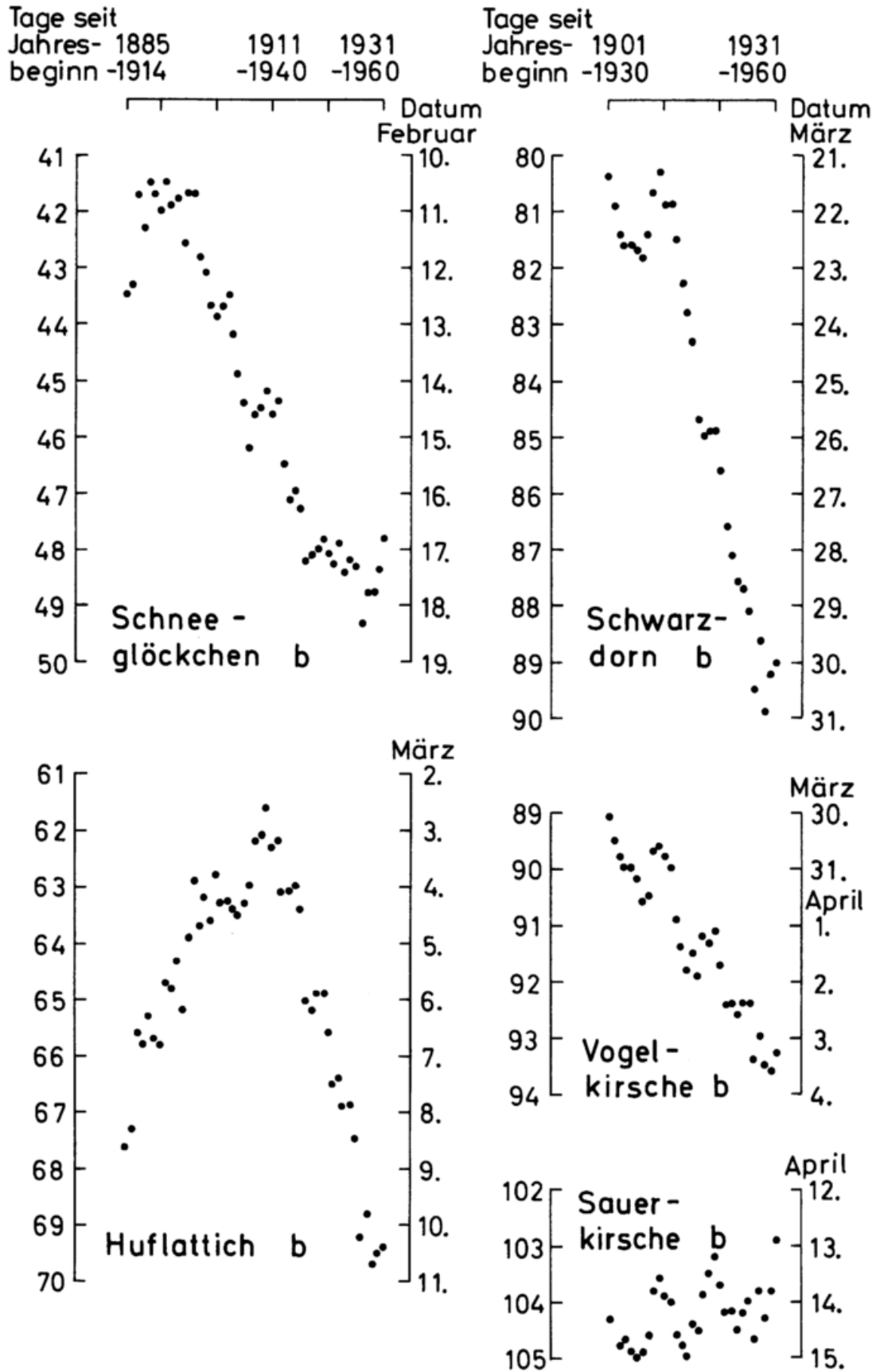
30jährige übergreifende Mittel



Paris

Parc St. Maur (Botanischer Garten)

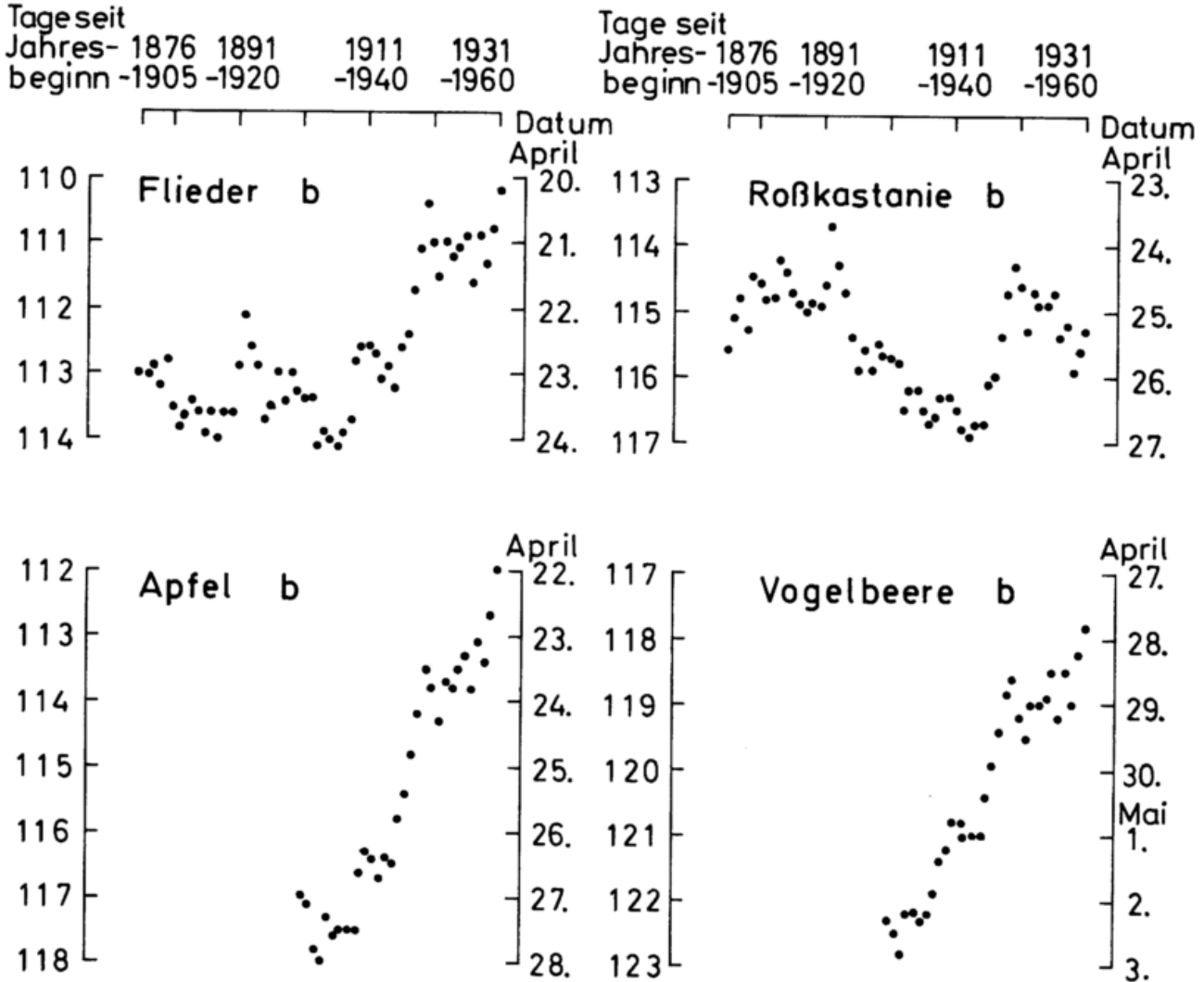
30jährige übergreifende Mittel



Paris

Parc St.Maur (Botanischer Garten)

30jährige übergreifende Mittel



Paris

Parc St.Maur (Botanischer Garten)

30jährige übergreifende Mittel

Tage seit
Jahres-
beginn

1876 1891 1911 1931
-1905 -1920 -1940 -1960

Tage seit
Jahres-
beginn

1901 1931
-1930 -1960

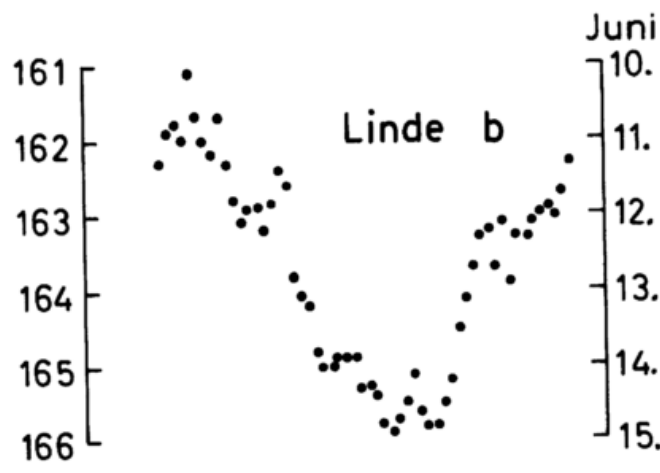
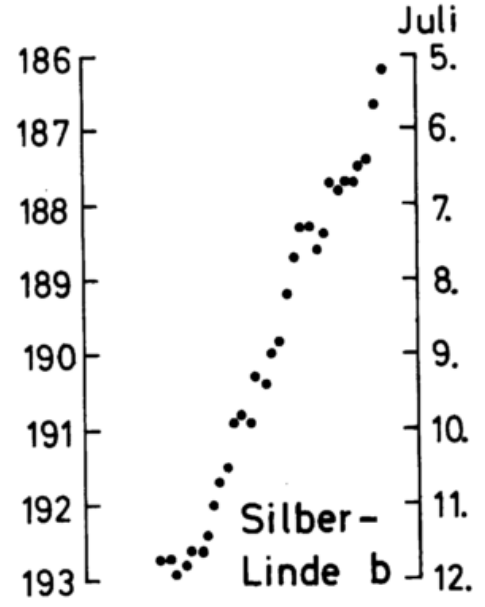
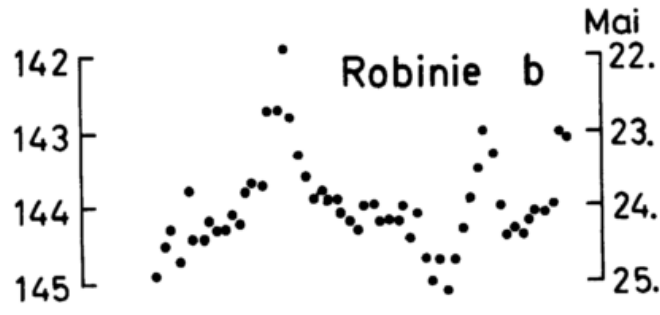
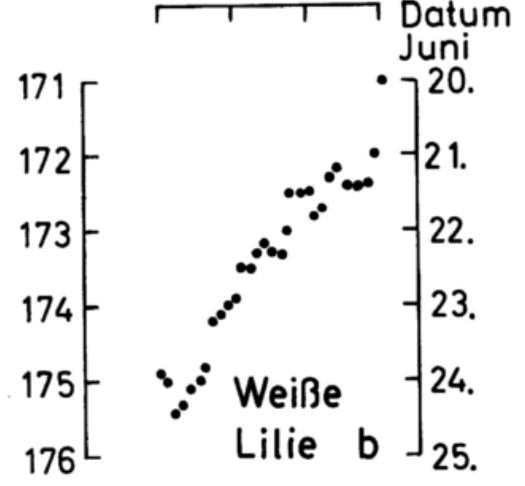
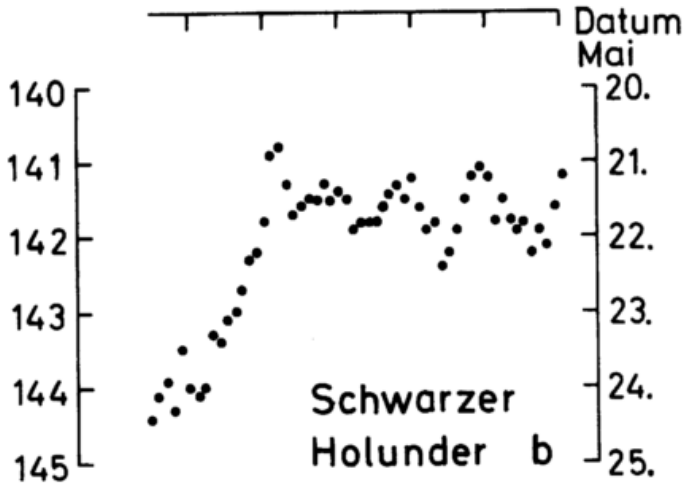


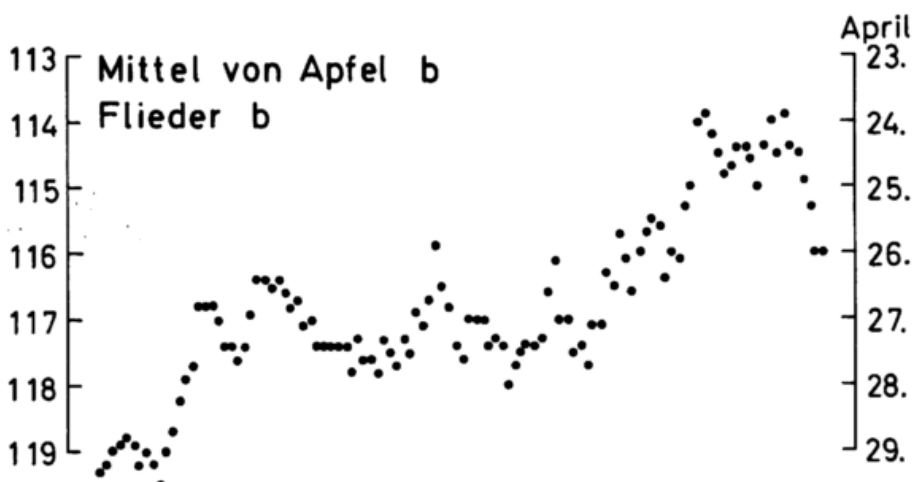
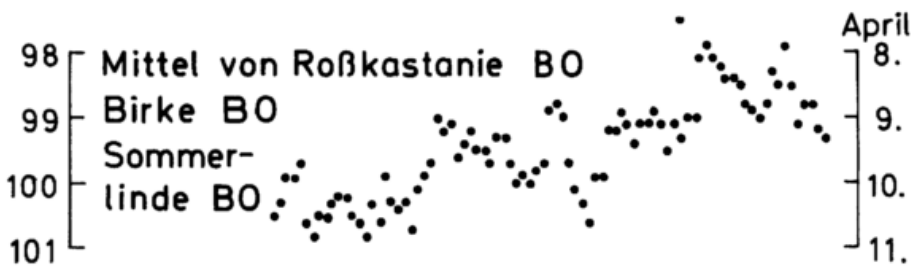
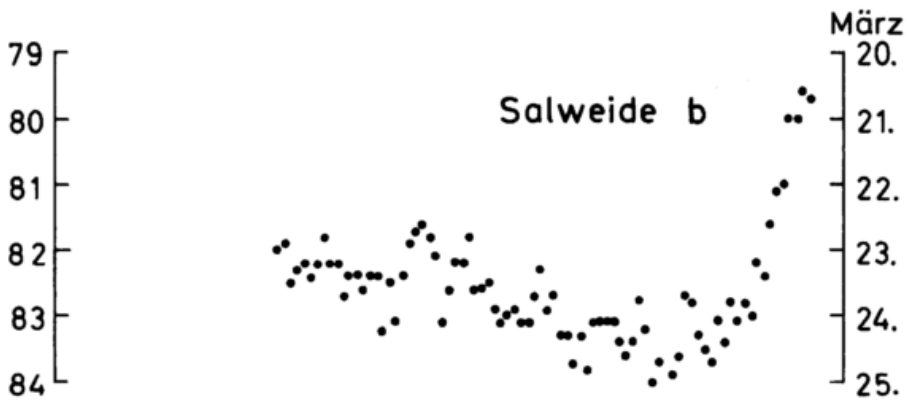
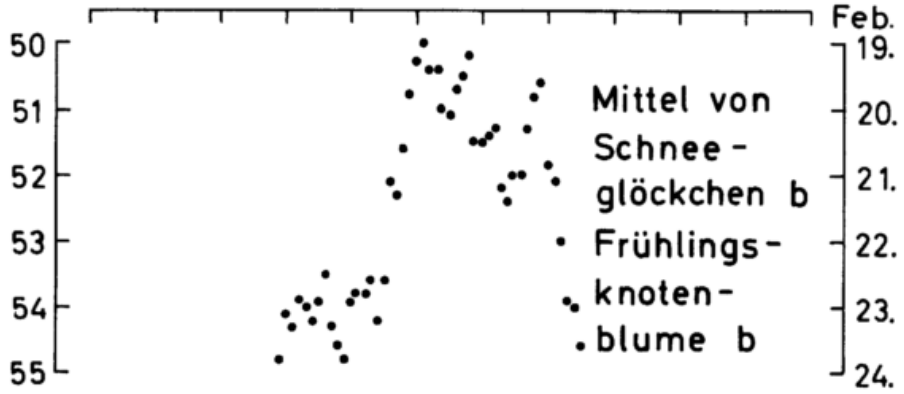
Abb.9

Frankfurt

30jährige übergreifende Mittel

Tage seit
 Jahres- 1841
 beginn -1870

1871 1891 1911 1931 1951
 -1900 -1920 -1940 -1960 -1980 Datum



Frankfurt

30jährige übergreifende Mittel

Tage seit
 Jahres- 1841
 beginn -1870

1871
 -1900

1891
 -1920

1911
 -1940

1931
 -1960

1951
 -1980 Datum

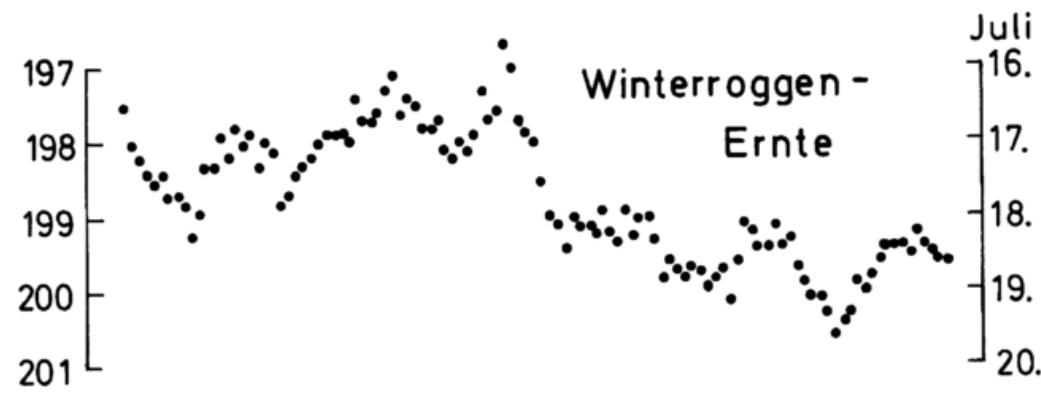
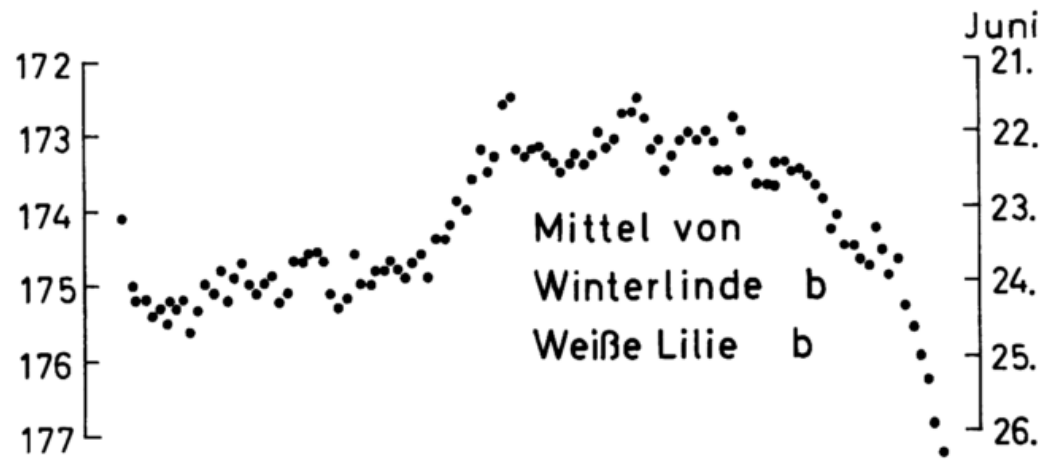
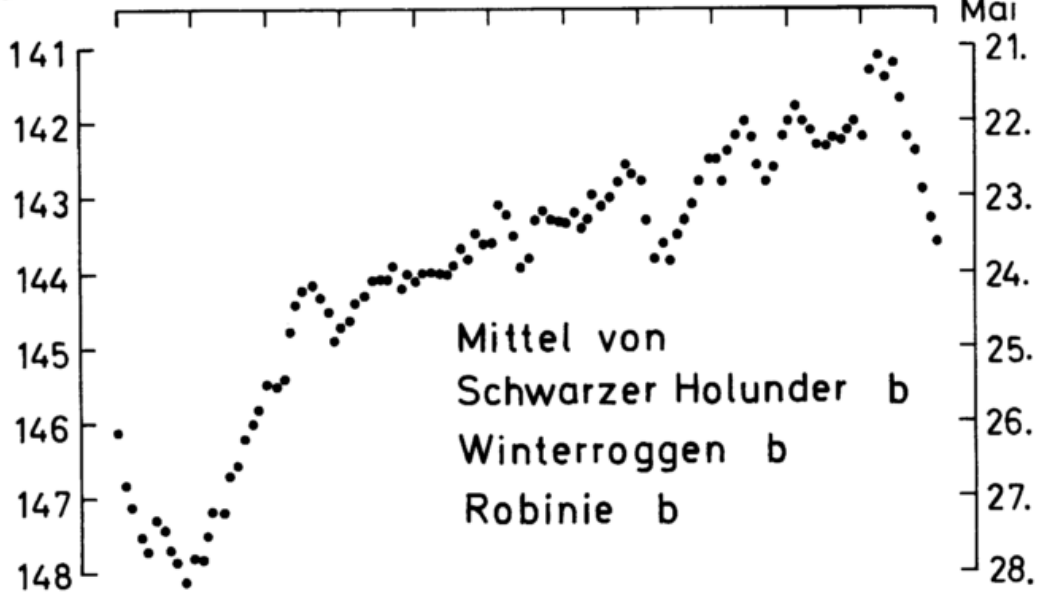
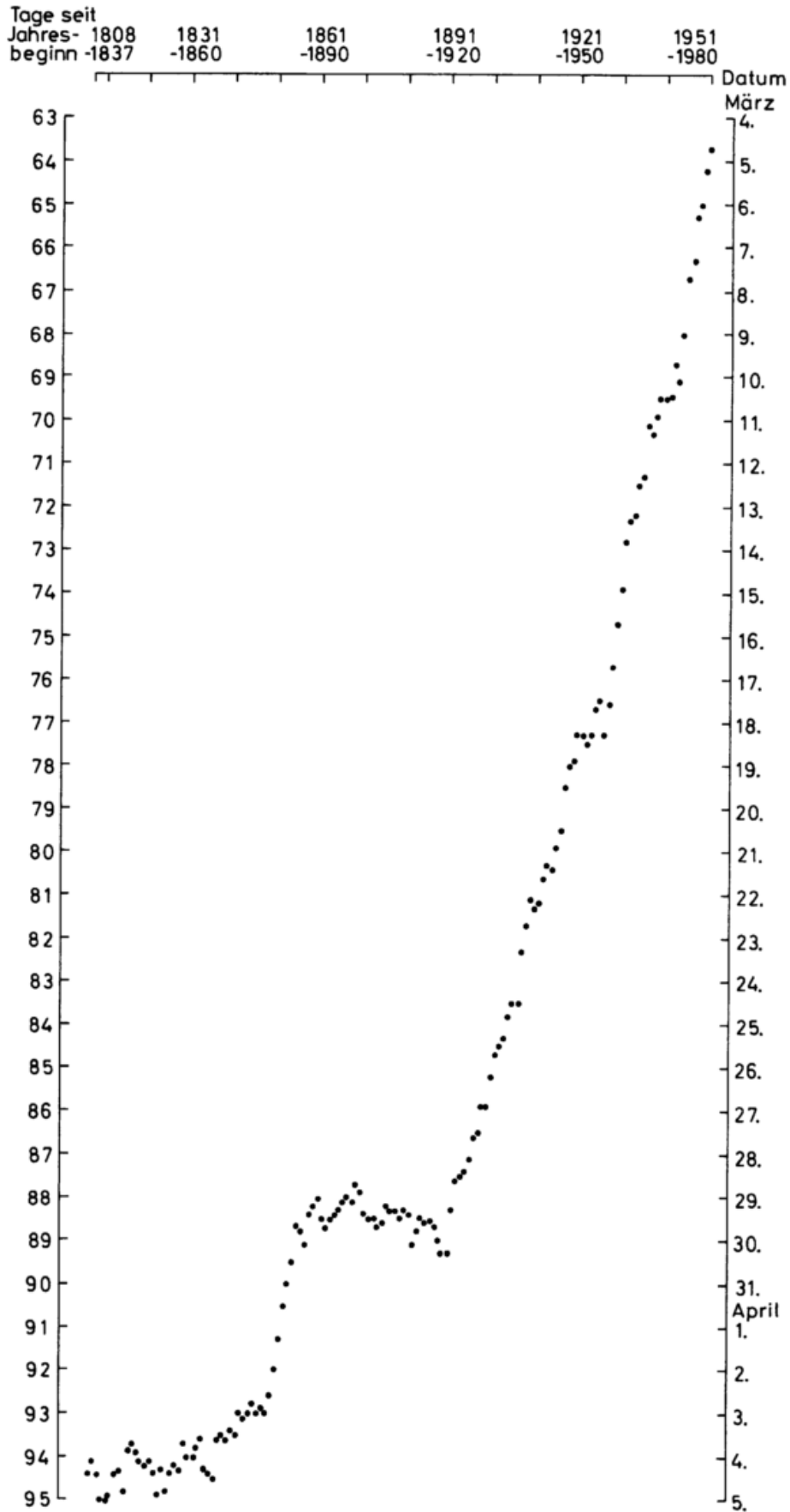


Abb.11

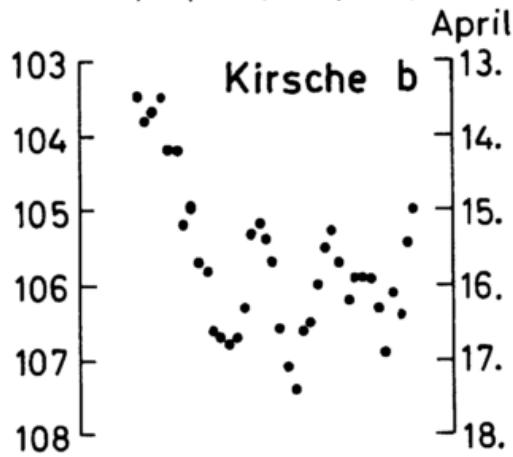
Genf - Sur la Treille
Roßkastanie BO
30jährige übergreifende Mittel



Basel-Liestal

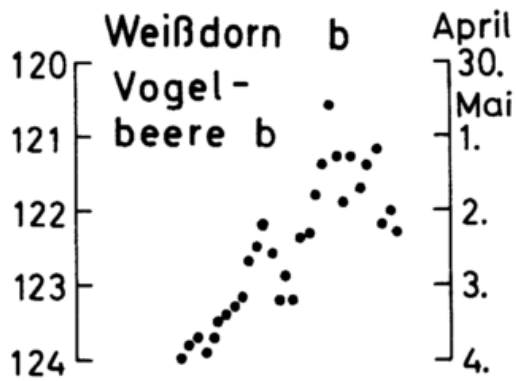
30jährige übergreifende Mittel

Tage seit
 Jahres- 1894 1911 1931
 Beginn 1923 -1940 1960 Datum



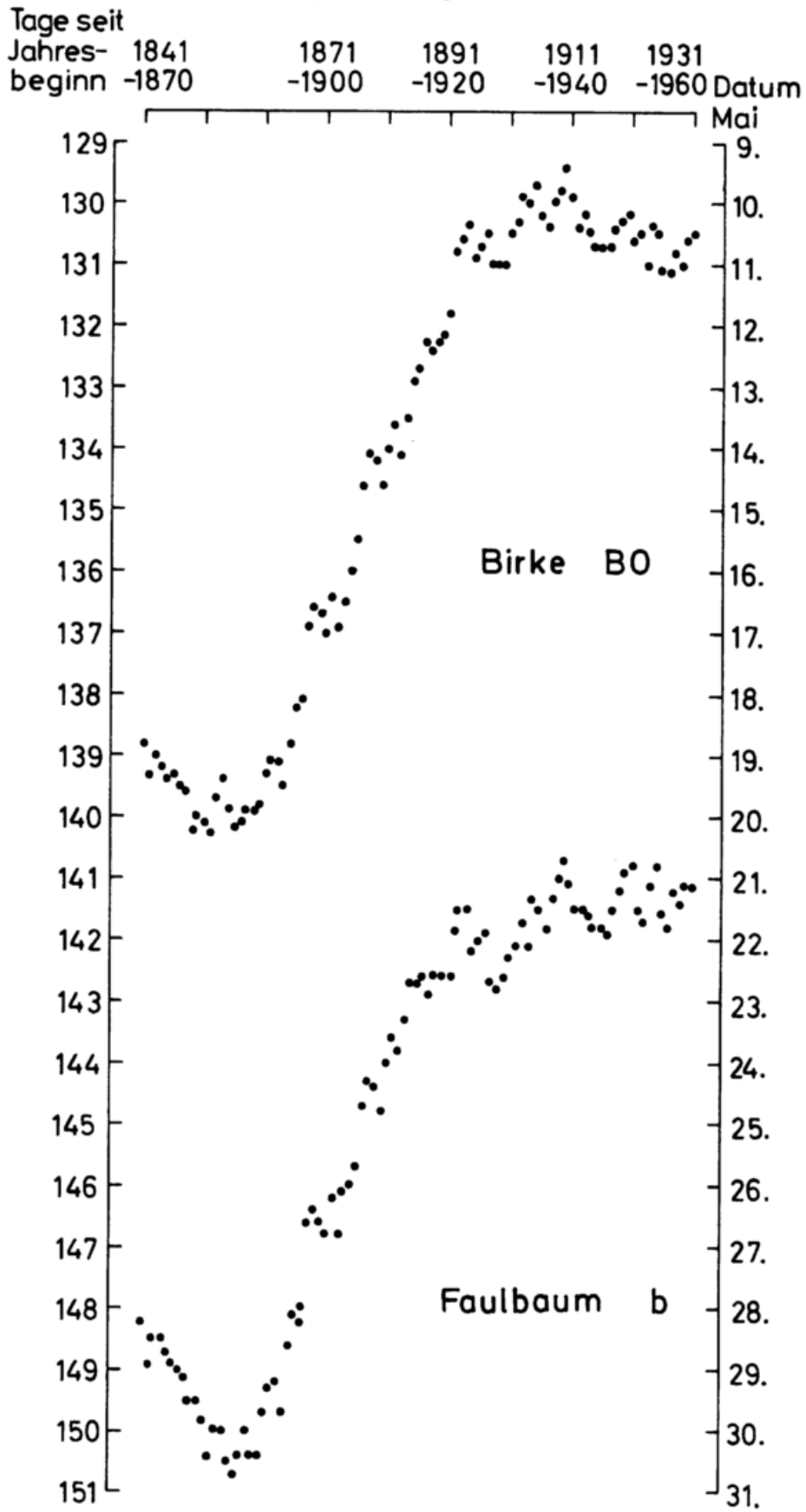
Brüssel

Mittel vom Flieder b



Leningrad

Park der Forstakademie
30jährige übergreifende Mittel

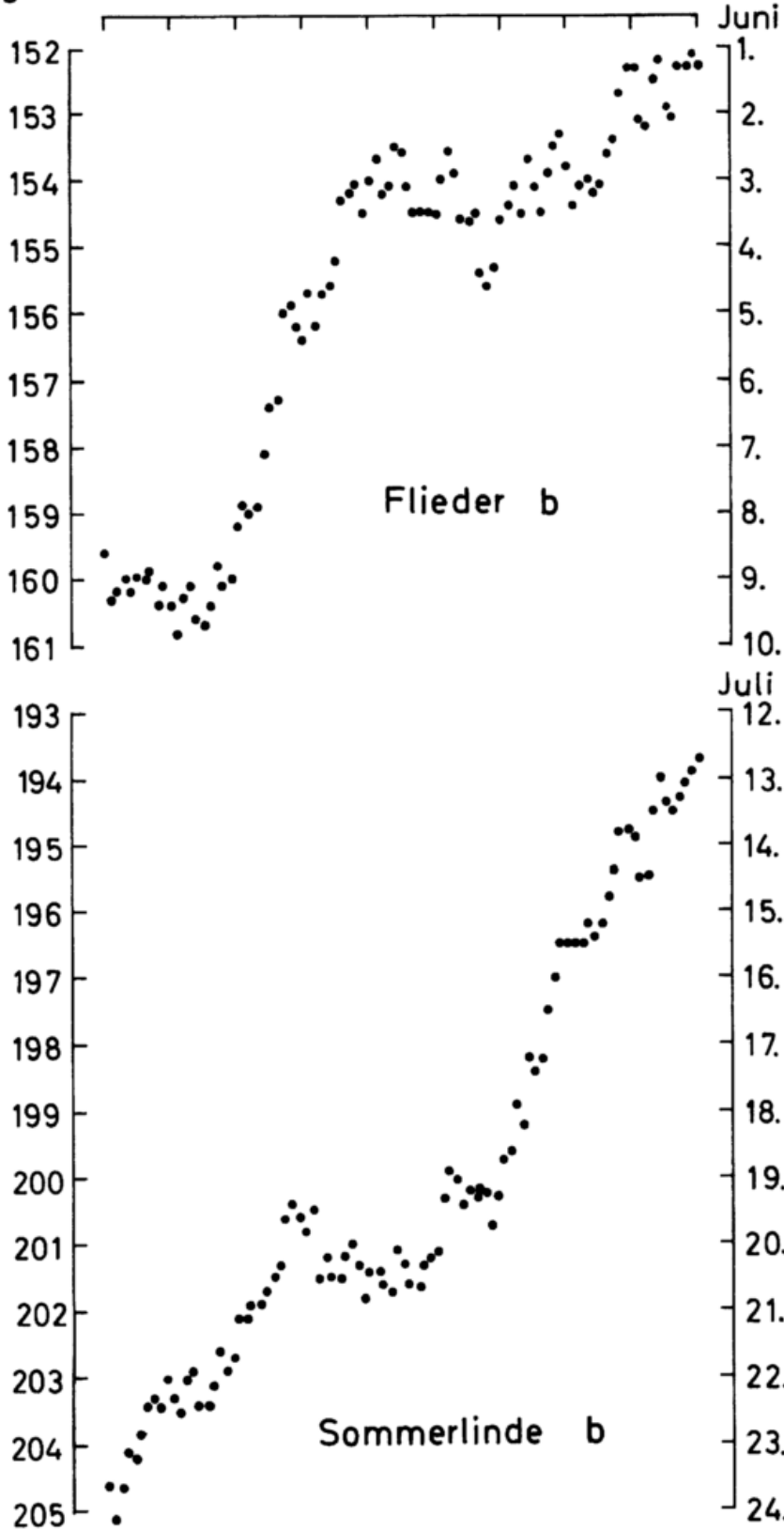


Leningrad

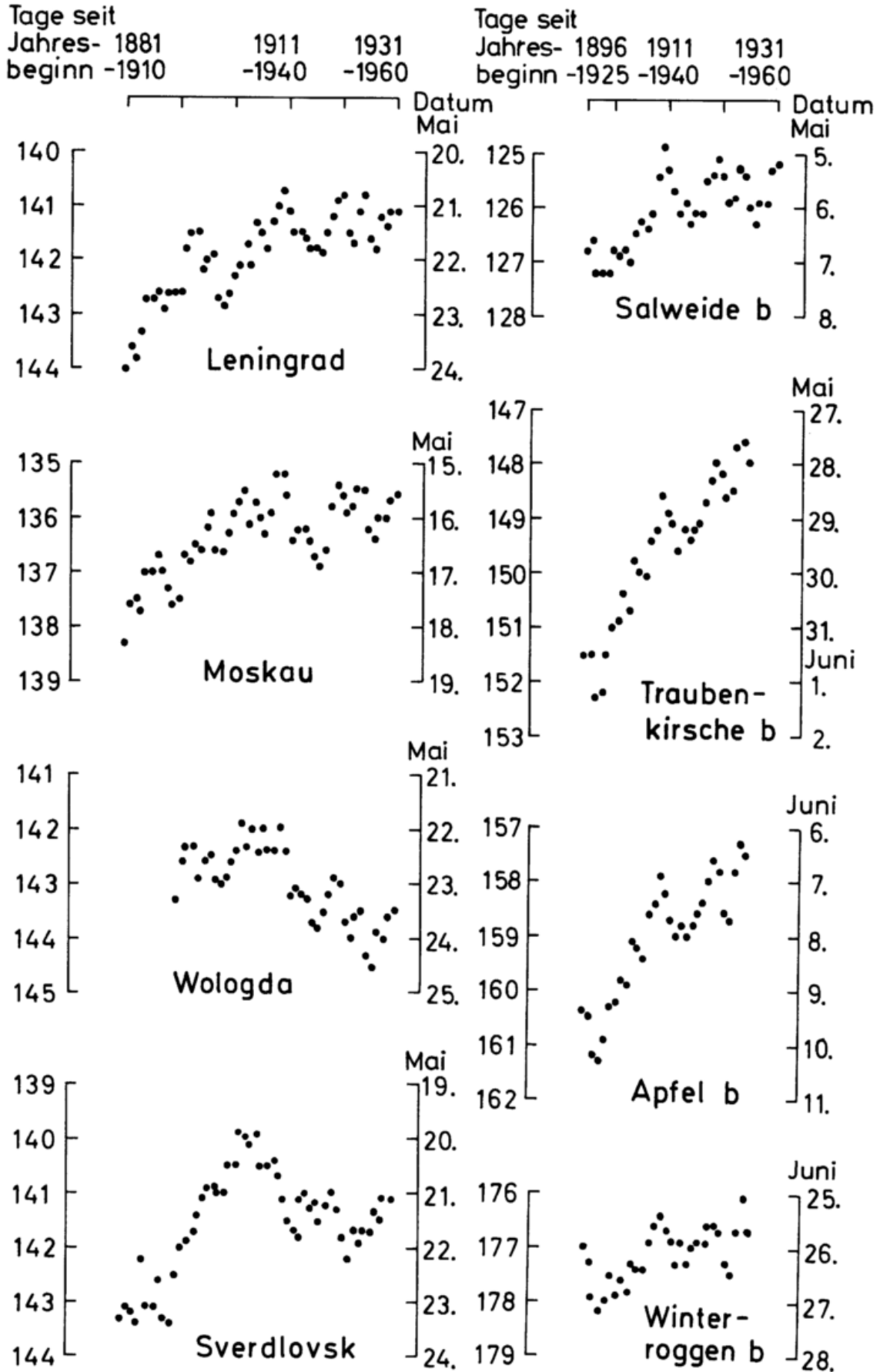
Park der Forstakademie

30jährige übergreifende Mittel

Tage seit
Jahres- 1841 1871 1891 1911 1931
beginn -1870 -1900 -1920 -1940 -1960 Datum



Faulbaum b Süd-Finnland 30jährige übergreifende Mittel



Phänologischer Jahresablauf

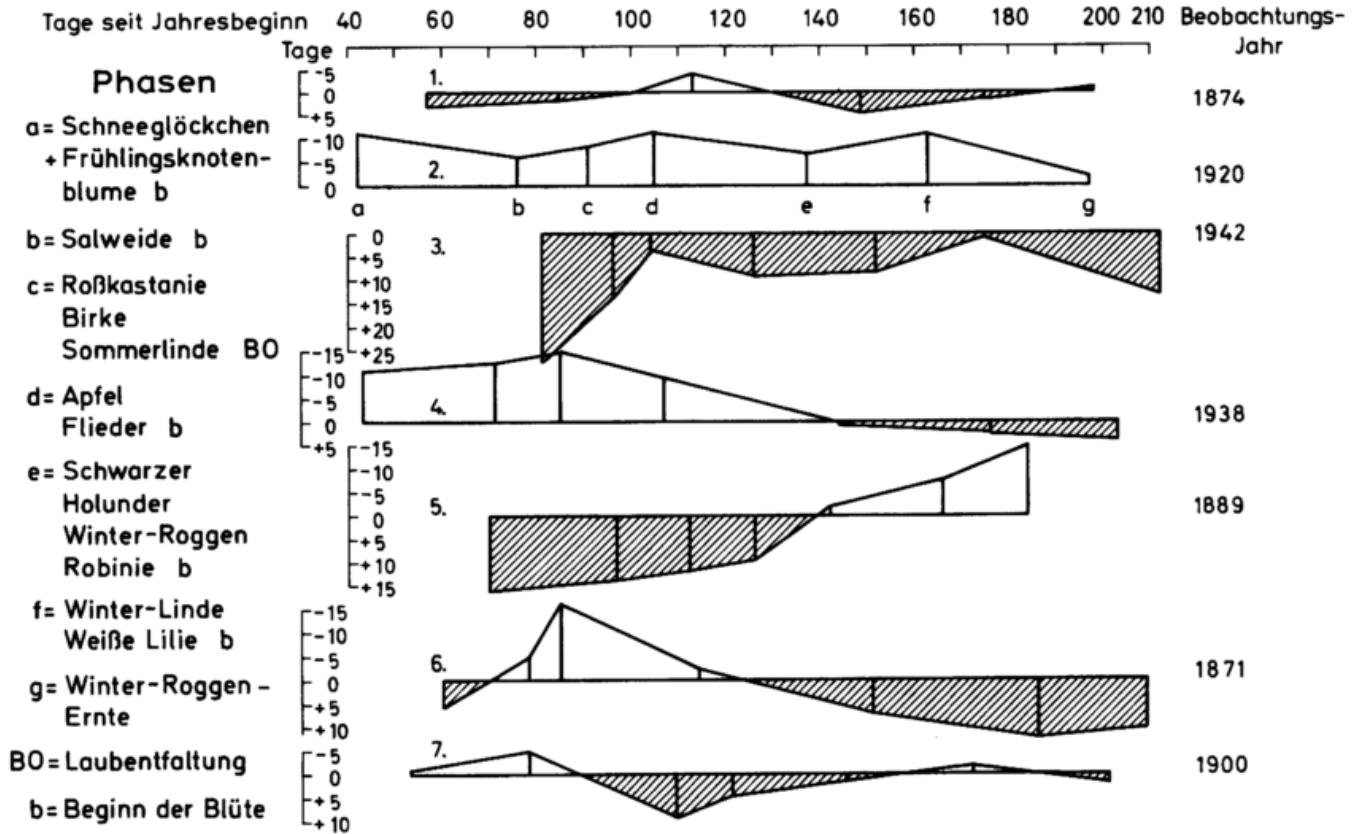
(Beispiele für die Haupttypen)

im Rhein-Main-Gebiet-Frankfurt-Umgebung

A in Einzeljahren

Abweichungen der Phasen vom Mittel in Tagen

(- = vor dem Mittel, weiß; += nach dem Mittel, schraffiert)



Phänologischer Jahresablauf

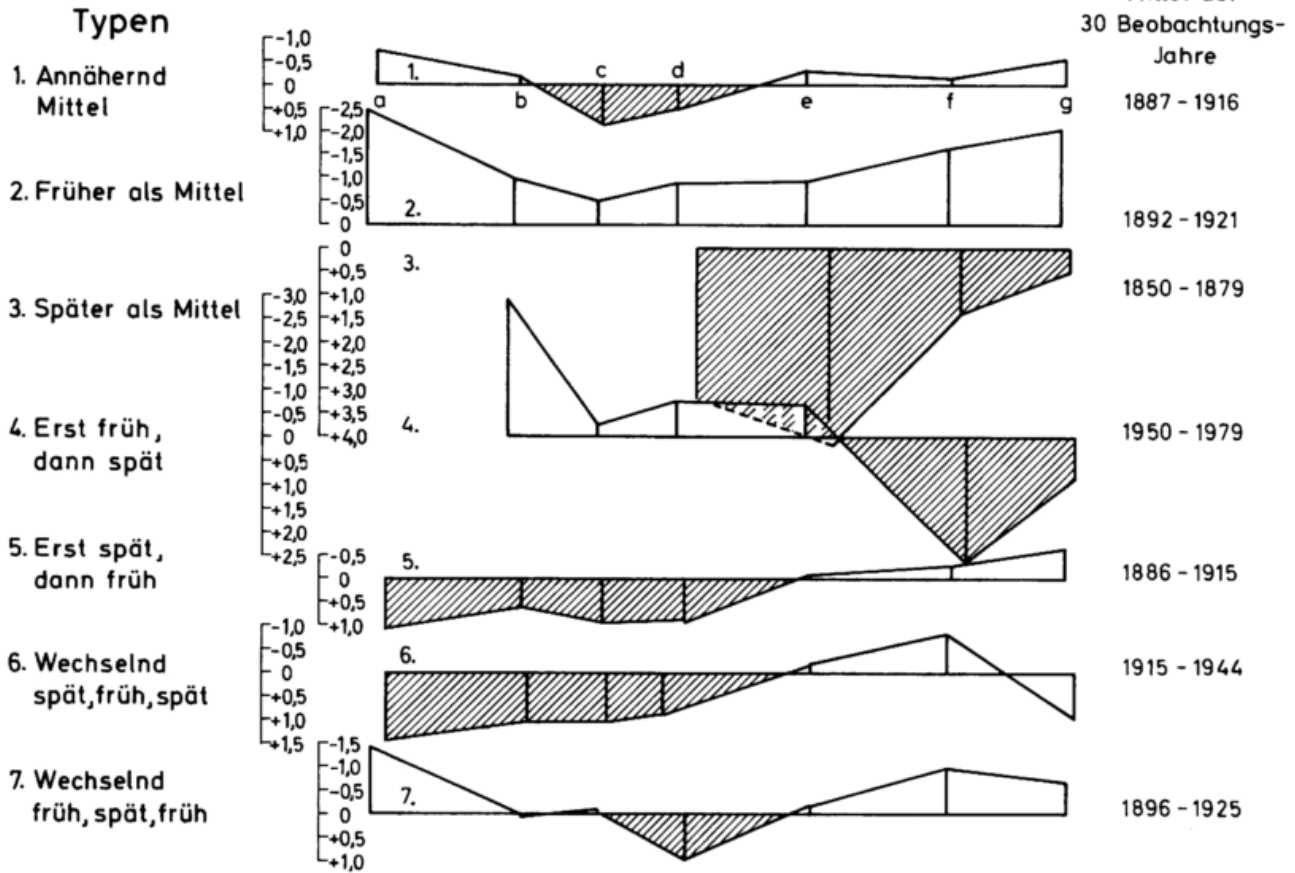
(Beispiele für die Haupttypen)

im Rhein - Main - Gebiet - Frankfurt - Umgebung

B im Mittel von 30 Jahren

Abweichungen der Phasen vom Mittel in Tagen
 (- = vor dem Mittel, weiß; + = nach dem Mittel, schraffiert)

Mittel der
 30 Beobachtungs-
 Jahre



Tab. 1: 30jährige Übergreifende Mittel in Norfolk

Zeitraum	b					Zeitraum	b					Zeitraum	b				
	Schneeglöckchen	Weißdorn	Rodkastanie	Birke	Weißdorn		Schneeglöckchen	Weißdorn	Rodkastanie	Birke	Weißdorn		Schneeglöckchen	Weißdorn	Rodkastanie	Birke	Weißdorn
1741-1770		73,0		94,8	135,2												
1742-1771		73,7		95,6	135,4	1802-1831	67,4	89,8	92,0	134,1	1862-1891	9,8	62,7	95,5	97,5	130,8	
1743-1772		73,4		95,2	135,3	1803-1832	67,1	90,2	92,1	134,9	1863-1892	10,3	64,3	95,9	98,0	131,0	
1744-1773		73,5		95,1	134,8	1804-1833	66,7	90,5	92,4	136,0	1864-1893	10,5	65,1	96,0	98,1	130,5	
1745-1774	18,7	72,3		94,4	134,4	1805-1834	68,1	91,2	92,8	135,9	1865-1894	9,8	64,3	95,6	97,6	130,0	
1746-1775	18,3	71,0		93,8	133,6	1806-1835	67,9	91,0	93,1	136,4	1866-1895	11,4	64,6	95,6	97,1	129,3	
1747-1776	17,2	70,1		92,7	132,8	1807-1836	67,4	90,2	92,6	136,7	1867-1896	11,9	64,9	95,5	97,4	129,6	
1748-1777	17,1	70,8		92,2	132,7	1808-1837	67,1	90,1	92,7	137,4	1868-1897	11,6	64,7	95,2	96,9	129,3	
1749-1778	17,5	70,4		91,7	132,1	1809-1838	66,3	89,6	92,2	137,9	1869-1898	11,6	64,8	95,1	96,6	129,6	
1750-1779	16,7	70,3		90,7	131,2	1810-1839	65,8	89,9	92,9	138,9	1870-1899	11,8	66,3	95,4	97,1	129,9	
1751-1780	17,6	71,0		91,5	131,8	1811-1840	65,0	89,8	92,7	138,3	1871-1900	10,5	67,0	95,7	97,5	130,4	
1752-1781	17,9	70,6		91,2	131,0	1812-1841	64,8	89,6	92,5	138,5	1872-1901	11,1	68,4	96,6	97,8	131,1	
1753-1782	17,2	70,3		91,1	130,8	1813-1842	64,4	89,2	92,1	138,3	1873-1902	11,0	69,5	97,1	98,5	131,8	
1754-1783	17,0	69,4		91,2	130,3	1814-1843	64,3	89,1	92,0	137,9	1874-1903	12,2	69,4	96,5	98,0	131,9	
1755-1784	17,7	69,9		91,6	130,1	1815-1844	64,1	88,9	91,7	137,7	1875-1904	12,6	71,1	96,8	97,9	132,4	
1756-1785	17,6	70,3		92,1	129,8	1816-1845	64,6	89,7	92,6	138,6	1876-1905	13,0	70,7	96,5	97,3	132,7	
1757-1786	18,1	71,3		93,3	129,5	1817-1846	62,9	88,5	90,9	138,0	1877-1906	12,7	70,9	96,7	96,8	132,8	
1758-1787	17,8	70,5		92,9	128,9	1818-1847	63,0	88,8	91,1	137,7	1878-1907	13,7	72,0	96,5	96,4	132,4	
1759-1788	17,9	70,0		93,0	128,7	1819-1848	62,7	88,8	91,0	137,6	1879-1908	14,2	72,3	96,6	96,3	132,9	
1760-1789	18,5	71,5		93,6	128,8	1820-1849	62,0	88,2	90,8	137,8	1880-1909	13,9	73,0	96,1	96,3	133,2	
1761-1790	18,3	70,4		93,6	128,8	1821-1850	61,7	88,5	90,9	137,9	1881-1910	13,8	73,2	96,5	97,3	134,2	
1762-1791	18,3	71,1		93,6	129,0	1822-1851	60,7	88,5	91,0	137,9	1882-1911	14,0	72,4	96,6	97,3	134,5	
1763-1792	18,7	71,4		93,2	128,7	1823-1852	60,1	89,2	91,4	138,2	1883-1912	14,9	72,7	96,8	97,5	134,4	
1764-1793	18,9	71,6		93,2	128,9	1824-1853	60,3	89,3	91,6	138,5	1884-1913	15,2	72,0	96,3	97,0	134,1	
1765-1794	19,3	71,7		92,5	128,0	1825-1854	59,8	89,0	91,5	137,7	1885-1914	14,9	72,4	96,6	97,3	133,7	
1766-1795	20,5	72,5		93,0	128,0	1826-1855	61,0	89,6	92,0	138,4	1886-1915	15,6	73,5	96,3	97,5	134,1	
1767-1796	20,7	71,7		92,7	127,4	1827-1856	61,2	90,2	92,5	138,8	1887-1916	15,9	71,9	96,7	98,0	133,9	
1768-1797	20,5	71,6		92,1	127,0	1828-1857	60,9	90,4	92,7	138,8	1888-1917	17,2	73,1	97,2	98,5	133,8	
1769-1798	20,1	71,4		92,6	126,7	1829-1858	61,4	91,2	93,6	139,2	1889-1918	17,9	72,7	96,5	97,7	134,0	
1770-1799	20,4	72,3		93,3	127,7	1830-1859	60,8	90,3	93,1	138,6	1890-1919	18,3	71,9	96,3	97,7	133,4	
1771-1800	20,6	72,9		92,6	127,5	1831-1860	62,1	90,6	93,6	139,2	1891-1920	18,2	72,0	96,6	97,8	133,0	
1772-1801	20,1	71,6		91,4	126,7	1832-1861	61,8	90,5	93,5	139,5	1892-1921	18,0	71,7	94,8	96,6	132,5	
1773-1802	20,8	71,5		91,3	125,9	1833-1862	61,0	90,7	93,5	139,1	1893-1922	18,3	70,8	94,5	96,1	132,7	
1774-1803	22,1	71,7	90,9	91,3	125,4	1834-1863	60,3	90,3	93,3	138,5	1894-1923	18,2	70,5	94,5	96,3	133,2	
1775-1804	20,7	70,5	90,0	91,0	125,6	1835-1864	3,2	60,8	90,6	93,7	138,4	1895-1924	19,3	71,0	94,9	96,8	134,1
1776-1805	22,3	70,9	90,2	91,1	125,9	1836-1865	3,7	61,7	91,1	94,1	138,2	1896-1925	17,8	69,1	95,0	96,8	134,8
1777-1806	23,3	70,6	90,6	91,6	126,6	1837-1866	3,8	62,0	91,6	94,6	137,6						
1778-1807	22,4	70,7	91,1	92,2	127,0	1838-1867	4,8	62,4	91,3	94,3	136,9						
1779-1808	22,2	70,8	91,5	92,8	127,0	1839-1868	5,3	62,2	91,3	94,3	136,3						
1780-1809	23,4	70,8	91,6	93,6	127,9	1840-1869	6,0	62,4	91,0	93,8	135,4						
1781-1810	22,8	70,3	92,2	93,9	128,3	1841-1870	7,7	63,7	91,2	94,1	135,7						
1782-1811		70,2	91,7	94,1	128,4	1842-1871	7,0	63,9	91,3	94,5	135,4						
1783-1812		70,9	91,5	94,0	128,4	1843-1872	7,5	63,5	91,2	94,1	135,2						
1784-1813		71,1	91,0	93,5	129,1	1844-1873	7,5	62,9	91,7	94,7	135,4						
1785-1814		69,5	90,1	93,0	129,1	1845-1874	8,1	62,2	92,0	95,1	135,2						
1786-1815		68,1	88,9	91,9	128,9	1846-1875	8,7	61,8	92,1	95,4	134,8						
1787-1816		68,2	88,9	92,1	129,2	1847-1876	9,7	62,9	92,6	96,6	135,2						
1788-1817		68,7	89,4	92,8	129,9	1848-1877	9,9	61,9	92,5	96,5	135,5						
1789-1818		68,9	89,3	92,8	130,3	1849-1878	10,1	61,7	92,5	96,9	135,3						
1790-1819		67,9	88,3	92,0	130,3	1850-1879	11,1	63,2	94,0	98,1	135,2						
1791-1820		68,5	88,7	92,0	131,0	1851-1880	11,4	63,2	93,9	97,4	134,0						
1792-1821		68,5	88,8	92,2	131,3	1852-1881	11,6	64,9	94,7	97,9	133,6						
1793-1822		67,8	88,7	92,0	131,6	1853-1882	10,5	65,4	93,8	97,4	133,2						
1794-1823		68,2	89,1	92,5	132,0	1854-1883	10,6	64,9	93,7	97,1	132,7						
1795-1824		69,1	90,3	93,6	133,3	1855-1884	10,6	64,4	93,5	96,5	132,8						
1796-1825		68,0	90,2	93,1	133,2	1856-1885	11,0	62,7	93,5	96,4	131,9						
1797-1826		68,4	90,0	92,9	133,8	1857-1886	10,4	63,3	93,3	96,1	131,7						
1798-1827		68,3	90,1	92,9	133,7	1858-1887	10,5	64,0	93,7	96,5	131,9						
1799-1828		68,6	90,4	92,7	134,0	1859-1888	10,2	63,6	93,8	96,3	131,7						
1800-1829		68,2	90,0	92,4	133,8	1860-1889	10,5	64,1	95,0	97,0	131,8						
1801-1830		67,3	89,5	91,9	133,6	1861-1890	10,4	62,5	94,8	96,6	131,3						

Tab. 2: 30jährige Übergreifende Mittel in Paris - Parc St. Maurice

Zeitraum	Schneeglöckchen b	Hufblätlich b	Schwarzdorn b	Vogelkirsche b	Sauerkirsche b	Fliegender b	Apfel b	Roßkastanie b	Vogelbeere, Eberesche b	Schwarzer Holunder b	Robinie b	Linde b	Weißer Lilie b	Silberlinde b
1876-1905						113,0	115,6			144,4	144,9	162,3		
1877-1906						113,0	115,1			144,1	144,5	161,9		
1878-1907						112,9	114,8			143,9	144,3	161,8		
1879-1908						113,2	115,3			144,3	144,7	162,0		
1880-1909						112,8	114,5			143,5	143,8	161,1		
1881-1910						113,5	114,6			144,0	144,4	161,7		
1882-1911						113,8	114,8			144,1	144,4	162,0		
1883-1912						113,6	114,8			144,0	144,2	162,2		
1884-1913						113,4	114,2			143,3	143,3	161,7		
1885-1914	43,5	67,6				113,6	114,4			143,4	144,3	162,3		
1886-1915	43,3	67,3				113,9	114,7			143,1	144,1	162,8		
1887-1916	41,7	65,6				113,6	114,9			143,0	144,2	163,1		
1888-1917	42,3	65,8				114,0	115,0			142,7	143,8	162,9		
1889-1918	41,5	65,3				113,6	114,9			142,3	143,7	162,9		
1890-1919	41,7	65,7				113,6	114,9			142,2	143,7	163,2		
1891-1920	42,0	65,8				112,9	114,6			141,8	142,7	162,8		
1892-1921	41,5	64,7				112,1	113,7			140,9	142,7	162,4		
1893-1922	41,9	64,8				112,6	114,3			140,8	141,9	162,6		
1894-1923	41,8	64,3				112,9	114,7			141,3	142,8	163,8		
1895-1924	42,6	65,2				113,7	115,4			141,7	143,3	164,1		
1896-1925	41,7	63,9				113,5	115,9			141,6	143,6	164,2		
1897-1926	41,7	62,9				113,0	115,6			141,5	143,9	164,8		
1898-1927	42,8	63,7				113,4	115,9			141,5	143,8	165,0		
1899-1928	43,1	63,2				113,0	115,5			141,3	143,9	165,0		
1900-1929	43,7	63,6				113,3	115,7			141,5	143,9	164,9		
1901-1930	43,9	62,8	80,4	89,1	104,3	113,4	117,0	115,7	122,3	141,4	144,1	164,9	174,9	192,7
1902-1931	43,7	63,3	80,9	89,5	104,3	113,4	117,1	115,8	122,5	141,5	144,2	164,9	175,0	192,7
1903-1932	43,5	63,3	81,4	89,8	104,8	114,1	117,8	116,5	122,8	141,9	144,3	165,3	175,4	192,9
1904-1933	44,2	63,4	81,6	90,0	104,7	113,9	118,0	116,2	122,2	141,8	144,0	165,3	175,3	192,8
1905-1934	44,9	63,5	81,7	90,0	104,9	114,0	117,3	116,2	122,2	141,8	144,0	165,4	175,1	192,6
1906-1935	45,4	63,3	81,7	90,2	105,0	114,1	117,6	116,5	122,3	141,8	144,2	165,8	175,0	192,6
1907-1936	46,2	63,0	81,8	90,6	104,9	113,9	117,5	116,7	122,2	141,6	144,2	165,9	174,8	192,4
1908-1937	45,6	62,2	81,4	90,5	104,6	113,7	117,5	116,6	121,9	141,4	144,2	165,7	174,2	192,0
1909-1938	45,5	62,1	80,7	89,7	103,8	112,8	117,5	116,3	121,4	141,3	144,0	165,5	174,1	191,7
1910-1939	45,2	61,6	80,3	89,6	103,6	112,6	116,6	116,3	121,2	141,5	144,4	165,1	174,0	191,5
1911-1940	45,6	62,3	80,9	89,8	103,9	112,6	116,3	116,5	120,8	141,2	144,1	165,6	173,9	190,9
1912-1941	45,4	62,2	80,9	90,0	104,0	112,7	116,4	116,8	120,8	141,6	144,7	165,8	173,5	190,8
1913-1942	46,5	63,1	81,5	90,9	104,6	113,1	116,7	116,9	121,0	141,9	145,0	165,8	173,5	190,9
1914-1943	47,1	63,1	82,3	91,4	104,8	112,9	116,4	116,7	121,0	141,8	144,7	165,5	173,3	190,3
1915-1944	47,0	63,0	82,8	91,8	105,0	113,2	116,5	116,7	121,0	142,4	145,1	165,2	173,2	190,4
1916-1945	47,3	63,4	83,3	91,5	104,4	112,6	115,8	116,1	120,4	142,2	144,7	164,5	173,3	190,0
1917-1946	48,2	65,0	84,7	91,9	104,5	112,4	115,4	116,0	119,9	141,9	144,3	164,1	173,3	189,8
1918-1947	48,1	65,2	85,0	91,2	103,9	111,7	114,8	115,4	119,4	141,5	143,9	163,7	173,0	189,2
1919-1948	48,0	64,9	84,9	91,3	103,5	111,1	114,2	114,7	118,8	141,2	143,5	163,3	172,5	188,7
1920-1949	47,8	64,9	84,9	91,1	103,2	110,4	113,5	114,3	118,6	141,1	143,0	163,2	172,5	188,3
1921-1950	48,1	65,6	85,6	91,7	103,7	111,0	113,8	114,6	119,2	141,2	143,3	163,7	172,5	188,3
1922-1951	48,3	66,5	86,6	92,4	104,2	111,5	114,3	115,3	119,5	141,8	144,0	163,1	172,8	188,6
1923-1952	47,9	66,4	87,1	92,4	104,2	111,0	113,7	114,7	119,0	141,5	144,4	163,9	172,7	188,4
1924-1953	48,4	66,9	87,6	92,6	104,5	111,2	113,8	114,9	119,0	141,8	144,3	163,3	172,3	187,7
1925-1954	48,2	66,9	87,7	92,4	104,2	111,1	113,5	114,9	118,9	141,9	144,4	163,3	172,2	187,8
1926-1955	48,3	67,5	88,1	92,4	104,0	110,9	113,3	114,7	118,5	141,8	144,2	163,1	172,4	187,7
1927-1956	49,3	69,2	89,5	93,4	104,7	111,6	113,8	115,4	119,2	142,2	144,1	163,0	172,4	187,7
1928-1957	48,8	68,8	88,6	93,0	103,8	110,9	113,1	115,2	118,5	141,9	144,1	162,9	172,4	187,5
1929-1958	48,8	69,7	89,9	93,5	104,3	111,3	113,4	115,9	119,0	142,1	144,0	163,0	172,4	187,4
1930-1959	48,4	69,5	89,2	93,6	103,8	110,8	112,7	115,6	118,2	141,6	143,0	162,7	172,0	186,7
1931-1960	47,8	69,4	89,0	93,3	102,9	110,2	112,0	115,3	117,8	141,2	143,1	162,3	171,0	186,2

Tab. 3: 30jährige Übergreifende Mittel im Rhein-Main-Gebiet, Frankfurt und Umgebung

Zeitraum	Schneeglöckchen b Frühlingknotenblume b				Zeitraum	Schneeglöckchen b Frühlingknotenblume b									
	Salweide b	Rogkastanie BO Birke BO Sommerlinde BO	Apfel b Flieder b	Schwarzer Holunder b Winterroggen b Robinie b		Salweide b	Rogkastanie BO Birke BO Sommerlinde BO	Apfel b Flieder b	Schwarzer Holunder b Winterroggen b Robinie b						
1841-1870			119,3	146,1	174,1	197,5									
1842-1871			119,2	146,8	175,0	198,0	1897-1926	50,7	82,2	99,2	117,0	143,3	173,2	198,5	
1843-1872			119,0	147,1	175,2	198,2	1898-1927	50,5	82,2	99,5	117,0	143,2	173,3	199,0	
1844-1873			118,9	147,5	175,2	198,4	1899-1928	50,2	81,8	99,5	117,0	143,3	173,4	199,1	
1845-1874			118,8	147,7	175,4	198,5	1900-1929	51,5	82,6	99,7	117,4	143,3	173,5	199,4	
1846-1875			118,9	147,3	175,3	198,4	1901-1930	51,5	82,6	99,3	117,3	143,3	173,4	199,0	
1847-1876			119,2	147,4	175,5	198,7	1902-1931	51,4	82,5	99,3	117,4	143,2	173,3	199,1	
1848-1877			119,0	147,7	175,3	198,7	1903-1932	51,3	82,9	99,7	118,0	143,4	173,4	199,1	
1849-1878			119,2	147,8	175,2	198,8	1904-1933	52,2	83,1	100,0	117,7	143,3	173,3	199,2	
1850-1879			119,5	148,1	175,6	199,2	1905-1934	52,4	83,0	99,9	117,5	143,0	173,0	198,9	
1851-1880			119,0	147,8	175,3	198,9	1906-1935	52,0	82,9	100,0	117,4	143,1	173,2	199,2	
1852-1881			118,7	147,8	175,0	198,3	1907-1936	52,0	83,1	99,8	117,4	143,0	173,1	199,3	
1853-1882			118,2	147,5	175,1	198,3	1908-1937	51,3	83,1	99,7	117,3	142,8	172,7	198,9	
1854-1883			117,9	147,2	174,8	197,9	1909-1938	50,8	82,7	98,9	116,6	142,6	172,7	199,3	
1855-1884			117,7	147,2	175,2	198,2	1910-1939	50,6	82,3	98,8	116,1	142,7	172,5	199,0	
1856-1885			116,8	146,7	174,9	197,8	1911-1940	51,8	82,9	99,0	117,0	142,8	172,8	199,0	
1857-1886			116,8	146,6	174,7	198,0	1912-1941	52,1	82,7	99,7	117,0	143,3	173,2	199,3	
1858-1887			116,8	146,2	175,0	197,9	1913-1942	53,0	83,3	100,1	117,5	143,8	173,1	199,8	
1859-1888			117,0	146,0	175,1	198,3	1914-1943	53,9	83,3	100,3	117,4	143,6	173,5	199,6	
1860-1889			117,4	145,8	175,0	198,0	1915-1944	54,0	83,7	100,6	117,7	143,8	173,3	199,7	
1861-1890			117,4	145,5	174,9	198,1	1916-1945	54,6	83,3	99,9	117,1	143,5	173,1	199,8	
1862-1891			117,6	145,5	175,2	198,8	1917-1946		83,8	99,9	117,1	143,3	173,0	199,7	
1863-1892			117,4	145,4	175,1	198,7	1918-1947		83,1	99,2	116,3	143,1	173,1	199,7	
1864-1893			116,9	144,8	174,7	198,4	1919-1948		83,1	99,2	116,5	142,8	172,9	199,9	
1865-1894			116,4	144,4	174,7	198,3	1920-1949		83,1	98,9	115,7	142,5	173,1	199,8	
1866-1895			116,4	144,2	174,6	198,2	1921-1950		83,1	99,1	116,1	142,5	173,5	199,7	
1867-1896		100,5	116,5	144,2	174,6	198,0	1922-1951		83,4	99,4	116,6	142,8	173,5	200,1	
1868-1897		100,3	116,4	144,3	174,7	197,9	1923-1952		83,6	99,1	116,0	142,4	172,8	199,6	
1869-1898		99,9	116,6	144,5	175,1	197,9	1924-1953		83,4	99,1	115,7	142,2	173,0	199,1	
1870-1899	54,8	82,0	99,9	116,8	144,9	175,8	197,9	1925-1954		82,8	99,0	115,5	142,0	173,4	199,2
1871-1900	54,1	81,9	99,7	116,7	144,7	175,2	198,8	1926-1955		83,2	99,1	115,6	142,2	173,7	199,4
1872-1901	54,3	82,5	100,6	117,1	144,6	174,6	197,4	1927-1956		84,0	99,5	116,4	142,6	173,7	199,4
1873-1902	53,9	82,3	100,8	117,0	144,4	175,0	197,7	1928-1957		88,7	99,1	116,0	142,8	173,7	199,1
1874-1903	54,0	82,2	100,5	117,4	144,3	175,0	197,7	1929-1958		84,5	99,3	116,1	142,6	173,4	199,4
1875-1904	54,2	82,4	100,5	117,4	144,1	174,5	197,6	1930-1959		83,9	99,0	115,3	142,2	173,4	199,3
1876-1905	53,9	82,2	100,3	117,4	144,1	174,8	197,3	1931-1960		83,6	99,0	115,0	142,0	173,5	199,7
1877-1906	53,5	81,8	100,2	117,4	144,1	174,7	197,1	1932-1961		82,7	98,1	114,0	141,8	173,5	199,9
1878-1907	54,3	82,2	100,2	117,4	143,9	174,8	197,6	1933-1962		82,8	97,9	113,9	142,0	173,6	200,1
1879-1908	54,6	82,2	100,5	117,8	144,2	174,9	197,4	1934-1963		83,3	98,1	114,2	142,1	173,7	200,1
1880-1909	54,8	82,7	100,6	117,3	144,0	174,7	197,5	1935-1964		83,5	98,2	114,5	142,3	173,9	200,3
1881-1910	53,9	82,4	100,8	117,6	144,1	174,0	197,8	1936-1965		83,7	98,4	114,8	142,3	174,3	200,6
1882-1911	53,8	82,4	100,2	117,6	144,0	174,9	197,8	1937-1966		83,1	98,4	114,7	142,2	174,1	200,4
1883-1912	53,8	82,6	100,6	117,8	144,0	174,4	197,7	1938-1967		83,4	98,5	114,4	142,2	174,5	200,3
1884-1913	53,6	82,4	99,9	117,3	144,0	174,4	198,1	1939-1968		82,8	98,8	114,4	142,1	174,5	199,9
1885-1914	54,2	82,4	100,3	117,5	144,0	174,2	198,2	1940-1969		83,1	98,9	114,6	142,0	174,7	200,0
1886-1915	53,6	83,2	100,4	117,7	143,9	173,9	198,0	1941-1970		82,8	99,0	115,0	142,2	174,8	199,8
1887-1916	52,1	82,5	100,3	117,3	143,7	174,0	198,1	1942-1971		83,0	98,8	114,4	141,3	174,3	199,6
1888-1917	52,3	83,1	100,7	117,5	143,8	173,6	197,9	1943-1972		82,2	98,3	114,0	141,1	174,6	199,4
1889-1918	51,6	82,4	100,1	116,9	143,5	173,2	197,3	1944-1973		82,4	98,5	114,5	141,4	174,9	199,4
1890-1919	50,8	81,9	99,9	117,1	143,6	173,5	197,7	1945-1974		81,6	97,9	113,9	141,2	174,7	199,4
1891-1920	50,3	81,7	99,7	116,7	143,6	173,3	197,6	1946-1975		81,1	98,5	114,4	141,7	175,3	199,5
1892-1921	50,0	81,6	99,0	115,9	143,1	172,6	196,7	1947-1976		81,0	99,1	114,5	142,2	175,6	199,2
1893-1922	50,4	81,8	99,2	116,5	143,2	172,5	197,0	1948-1977		80,0	98,8	114,9	142,9	176,0	199,4
1894-1923	50,4	82,1	99,1	116,8	143,5	173,2	197,7	1949-1978		80,0	98,8	115,3	142,9	176,3	199,5
1895-1924	51,0	83,1	99,6	117,4	143,9	173,3	197,9	1950-1979		79,6	99,2	116,0	143,3	176,9	199,6
1896-1925	51,1	82,6	99,4	117,7	143,8	173,2	198,0	1951-1980		79,7	99,3	116,0	143,6	177,3	199,6

Tab. 4: 30jährige Übergreifende Mittel in Genf - Promenade de la Treille, Basel-Liestal und Brüssel

		Genf - Promenade de la Treille				Basel - Liestal		Brüssel		
Zeitraum	Roßkastanie BO	Zeitraum	Roßkastanie BO	Zeitraum	Roßkastanie BO	Zeitraum	Roßkastanie BO	Kirsche b	Flieder b Weißdorn b Vogelbeere b	
		1832-1861	94,0	1872-1901	88,4	1912-1941	81,2			
		1833-1862	93,8	1873-1902	88,5	1913-1942	80,6			
		1834-1863	93,6	1874-1903	88,5	1914-1943	80,3	1894-1923	103,5	
		1835-1864	94,3	1875-1904	88,7	1915-1944	80,4	1895-1924	103,8	
		1836-1865	94,4	1876-1905	88,6	1916-1945	79,9	1896-1925	103,7	
		1837-1866	94,5	1877-1906	88,2	1917-1946	79,5	1897-1926	103,5	
		1838-1867	93,6	1878-1907	88,3	1918-1947	78,5	1898-1927	104,2	
		1839-1868	93,5	1879-1908	88,3	1919-1948	78,0	1899-1928	104,2	
		1840-1869	93,6	1880-1909	88,5	1920-1949	77,9	1900-1929	105,2	124,0
		1841-1870	93,4	1881-1910	88,3	1921-1950	77,3	1901-1930	105,0	123,8
		1842-1871	93,5	1882-1911	88,4	1922-1951	77,3	1902-1931	105,7	123,7
		1843-1872	93,0	1883-1912	89,1	1923-1952	77,5	1903-1932	105,8	123,9
		1844-1873	93,1	1884-1913	88,8	1924-1953	77,3	1904-1933	106,6	123,7
		1845-1874	93,0	1885-1914	88,5	1925-1954	76,7	1905-1934	106,7	123,5
		1846-1875	92,8	1886-1915	88,6	1926-1955	76,5	1906-1935	106,8	123,4
		1847-1876	93,0	1887-1916	88,6	1927-1956	77,3	1907-1936	106,7	123,3
1808-1837	94,4	1848-1877	92,9	1888-1917	88,7	1928-1957	76,6	1908-1937	106,3	123,2
1809-1838	94,1	1849-1878	93,0	1889-1918	89,0	1929-1958	75,7	1909-1938	105,3	122,7
1810-1839	94,4	1850-1879	92,6	1890-1919	89,3	1930-1959	74,7	1910-1939	105,2	122,5
1811-1840	95,0	1851-1880	92,0	1891-1920	89,3	1931-1960	73,9	1911-1940	105,4	122,2
1812-1841	95,0	1852-1881	91,3	1892-1921	88,3	1932-1961	72,8	1912-1941	105,7	122,6
1813-1842	94,9	1853-1882	90,5	1893-1922	87,6	1933-1962	72,3	1913-1942	106,6	123,2
1814-1843	94,4	1854-1883	90,0	1894-1923	87,5	1934-1963	72,2	1914-1943	107,1	122,9
1815-1844	94,3	1855-1884	89,5	1895-1924	87,4	1935-1964	71,5	1915-1944	107,4	123,2
1816-1845	94,8	1856-1885	88,7	1896-1925	87,1	1936-1965	71,3	1916-1945	106,6	122,4
1817-1846	93,8	1857-1886	88,8	1897-1926	86,6	1937-1966	70,1	1917-1946	106,5	122,3
1818-1847	93,7	1858-1887	89,1	1898-1927	86,5	1938-1967	70,3	1918-1947	106,0	121,8
1819-1848	93,9	1859-1888	88,4	1899-1928	85,9	1939-1968	69,9	1919-1948	105,5	121,4
1820-1849	94,1	1860-1889	88,2	1900-1929	85,9	1940-1969	69,5	1920-1949	105,3	120,6
1821-1850	94,2	1861-1890	88,0	1901-1930	85,2	1941-1970	69,5	1921-1950	105,7	121,3
1822-1851	94,1	1862-1891	88,5	1902-1931	84,7	1942-1971	69,5	1922-1951	106,2	121,9
1823-1852	94,4	1863-1892	88,7	1903-1932	84,5	1943-1972	68,7	1923-1952	105,9	121,3
1824-1853	94,9	1864-1893	88,5	1904-1933	84,3	1944-1973	69,1	1924-1953	105,9	121,7
1825-1854	94,3	1865-1894	88,4	1905-1934	83,8	1945-1974	68,0	1925-1954	105,9	121,4
1826-1855	94,8	1866-1895	88,3	1906-1935	83,5	1946-1975	66,7	1926-1955	106,3	121,2
1827-1856	94,4	1867-1896	88,1	1907-1936	83,5	1947-1976	66,3	1927-1956	106,9	122,2
1828-1857	94,2	1868-1897	88,0	1908-1937	82,3	1948-1977	65,3	1928-1957	106,1	122,0
1829-1858	94,3	1869-1898	88,1	1909-1938	81,7	1949-1978	65,0	1929-1958	106,4	122,3
1830-1859	93,7	1870-1899	87,7	1910-1939	81,1	1950-1979	64,2	1930-1959	105,4	
1831-1860	94,0	1871-1900	87,9	1911-1940	81,3	1951-1980	63,7	1931-1960	105,0	

Tab. 5: 30jährige Übergreifende Mittel in Leningrad - Park der Forstakademie, Moskau, Wologda, Sverdlovsk und Südfinnland

Zeitraum	Leningrad				Zeitraum	Leningrad				Moskau	Wologda	Sverdlovsk	Südfinnland					
	Birke B0	Faulbaum b	Flleder b	Sommerlinde b		Birke B0	Faulbaum b	Flleder b	Sommerlinde b				Faulbaum b	Faulbaum b	Faulbaum b	Salweide b	Traubenkirsche b	Apfel b
					1881-1910	134,0	144,0	154,0	201,4	138,3		143,3						
					1882-1911	133,6	143,6	153,7	201,4	137,6		143,1						
					1883-1912	134,1	143,8	154,2	201,6	137,5		143,2						
					1884-1913	133,5	143,3	154,1	201,7	137,7		143,4						
					1885-1914	132,9	142,7	153,5	201,1	137,0		142,2						
					1886-1915	132,7	142,7	153,6	201,3	137,0		143,1						
					1887-1916	132,3	142,6	154,1	201,6	136,7		143,1						
					1888-1917	132,4	142,9	154,5	201,8	137,0		142,6						
					1889-1918	132,3	142,6	154,5	201,3	137,3		143,3						
					1890-1919	132,2	142,6	154,5	201,2	137,6		143,4						
1841-1870	138,8	148,2	159,6	204,6	1891-1920	131,8	142,6	154,5	201,1	137,5	143,3	142,5						
1842-1871	139,3	148,9	160,3	205,1	1892-1921	130,8	141,8	154,0	200,3	136,7	142,6	142,0						
1843-1872	139,0	148,5	160,2	204,6	1893-1922	130,6	141,5	153,6	199,9	136,8	142,3	141,9						
1844-1873	139,2	148,5	160,0	204,1	1894-1923	130,4	141,5	153,9	200,0	136,5	142,3	141,7						
1845-1874	139,4	148,7	160,2	204,2	1895-1924	130,9	142,2	154,6	200,4	136,6	142,9	141,4						
1846-1875	139,3	148,9	160,0	203,8	1896-1925	130,7	142,0	154,6	200,2	136,2	142,6	141,1	126,8	151,5	160,4	170,0		
1847-1876	139,5	149,0	160,0	203,4	1897-1926	130,5	141,9	154,5	200,2	135,9	142,5	140,9	126,6	151,5	160,5	177,3		
1848-1877	139,6	149,1	159,9	203,3	1898-1927	131,0	142,7	155,4	200,2	136,6	142,9	140,9	127,2	152,3	161,2	177,9		
1849-1878	140,2	149,5	160,4	203,4	1899-1928	131,0	142,8	155,6	200,7	136,6	143,0	141,0	127,2	152,2	161,3	178,2		
1850-1879	140,0	149,5	160,1	203,0	1900-1929	131,0	142,6	155,3	200,3	136,3	142,9	141,0	127,2	151,5	160,9	178,0		
1851-1880	140,1	149,8	160,4	203,3	1901-1930	130,5	142,3	154,6	199,7	135,9	142,6	140,5	126,8	151,0	160,3	177,5		
1852-1881	140,3	150,4	160,8	203,5	1902-1931	130,3	142,1	154,4	199,6	135,7	142,4	140,5	126,9	150,9	160,2	177,9		
1853-1882	139,7	150,0	160,3	203,0	1903-1932	129,9	141,7	154,1	198,9	135,5	141,9	139,9	126,8	150,4	159,8	177,6		
1854-1883	139,4	150,0	160,1	202,9	1904-1933	130,0	142,1	154,5	199,2	136,1	142,3	140,0	127,0	150,7	159,9	177,8		
1855-1884	139,9	150,5	160,6	203,4	1905-1934	129,7	141,3	153,7	198,2	135,7	142,0	140,1	126,5	149,8	159,1	177,3		
1856-1885	140,2	150,7	160,7	203,4	1906-1935	130,2	141,5	154,1	198,4	136,0	142,4	139,9	126,3	150,0	159,2	177,4		
1857-1886	140,1	150,4	160,4	203,1	1907-1936	130,4	141,8	154,5	198,2	136,3	142,0	140,5	126,4	150,1	159,4	177,4		
1858-1887	139,9	150,0	159,8	202,6	1908-1937	130,0	141,3	153,9	197,5	135,9	142,4	140,5	126,1	149,4	158,6	176,9		
1859-1888	139,9	150,4	160,1	202,9	1909-1938	129,8	141,0	153,5	197,0	135,2	142,4	140,4	125,4	149,2	158,4	176,6		
1860-1889	139,8	150,4	160,2	202,7	1910-1939	129,4	140,7	153,3	196,5	135,2	142,0	140,7	124,9	148,6	157,9	176,4		
1861-1890	139,3	149,7	159,2	202,1	1911-1940	129,9	141,1	153,8	196,5	135,6	142,4	141,1	125,3	148,9	158,2	176,7		
1862-1891	139,1	149,3	158,9	202,1	1912-1941	130,4	141,5	154,4	196,5	136,4	143,2	141,5	125,7	149,1	158,7	176,9		
1863-1892	139,1	149,2	159,0	201,9	1913-1942	130,2	141,5	154,1	196,5	136,2	143,1	141,7	126,1	149,6	159,0	177,3		
1864-1893	139,5	149,7	158,9	201,9	1914-1943	130,5	141,6	154,0	196,2	136,2	143,2	141,1	125,9	149,2	158,8	176,9		
1865-1894	138,8	148,6	158,1	201,7	1915-1944	130,7	141,8	154,2	196,4	136,4	143,3	141,0	126,3	149,4	159,0	177,3		
1866-1895	138,2	148,1	157,4	201,5	1916-1945	130,7	141,8	154,1	196,2	136,7	143,7	141,3	126,1	149,2	158,8	177,0		
1867-1896	138,1	148,0	157,3	201,3	1917-1946	130,7	141,9	153,6	195,8	136,9	143,8	141,2	126,1	149,1	158,6	176,9		
1868-1897	136,9	146,6	156,0	200,6	1918-1947	130,4	141,5	153,4	195,4	136,6	143,5	141,5	125,5	148,7	158,4	176,9		
1869-1898	136,6	146,4	155,9	200,4	1919-1948	130,3	141,2	152,7	194,8	135,8	143,2	141,2	125,4	148,3	158,0	176,6		
1870-1899	136,7	146,6	156,2	200,6	1920-1949	130,2	140,9	152,3	194,8	135,4	142,9	141,0	125,1	148,0	157,6	176,6		
1871-1900	137,0	146,8	156,4	200,8	1921-1950	130,6	140,8	152,3	194,9	135,6	143,0	141,3	125,4	148,2	157,8	176,7		
1872-1901	136,4	146,2	155,7	200,5	1922-1951	130,5	141,5	153,1	195,5	135,9	143,7	141,8	125,9	148,6	158,6	177,3		
1873-1902	136,9	146,8	156,2	201,5	1923-1952	131,0	141,7	153,2	195,5	135,8	144,0	142,2	125,8	148,5	158,7	177,5		
1874-1903	136,5	146,1	155,7	201,2	1924-1953	130,4	141,1	152,5	194,5	135,5	143,6	141,7	125,3	147,7	157,8	176,7		
1875-1904	136,0	146,0	155,6	201,5	1925-1954	130,5	140,8	152,2	194,0	135,5	143,5	141,9	125,4	147,6	157,3	176,1		
1876-1905	135,5	145,7	155,2	201,5	1926-1955	131,1	141,6	152,9	194,4	136,2	144,3	141,7	126,0	148,0	157,5	176,7		
1877-1906	134,6	144,7	154,3	201,2	1927-1956	131,1	141,8	153,1	194,5	136,4	144,5	141,7	126,3					
1878-1907	134,1	144,3	154,2	201,0	1928-1957	130,8	141,2	152,3	194,3	136,0	143,9	141,4	125,9					
1879-1908	134,2	144,4	154,1	201,3	1929-1958	131,0	141,4	152,3	194,1	136,0	144,0	141,5	125,9					
1880-1909	134,6	144,8	154,5	201,8	1930-1959	130,6	141,1	152,1	193,9	135,7	143,6	141,1	125,3					
					1931-1960	130,5	141,1	152,3	193,7	135,6	143,5	141,1	125,2					

Tab. 6: Umrechnung von Kalenderdaten in Tage seit Jahresbeginn (Jahrestagszahlen)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Tage
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
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	59	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

