Ber 243

Jahrgang 92

Schenkung
OTTO JAAG

30. Juni 1947

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

unter Mitwirkung von
W. BRUNNER, A. U. DÄNIKER, P. FINSLER, H. FISCHER, A. FREY-WYSSLING
H. GUTERSOHN, P. KARRER, B. MILT, P. NIGGLI, P. SCHERRER
H. R. SCHINZ und FR. STÜSSI
herausgegeben von
HANS STEINER

Leg. Dr. J. Hug

Eidg. Anstalt für Wasserversorgung
Abwasserreinigung und Kehrichtbeseitigung

Beiheft Nr. 2

Mitteilungen aus dem Botanischen Museum der Universität Zürich
(CLXXIX)

Phänologische Beobachtungen im Botanischen Garten Zürich in den Jahren 1931–1940

Von
A. U. DÄNIKER

Herausgegeben mit Unterstützung der «Georges und Antoine Claraz-Schenkung»

Serie Botanik Nr. 29

Preis Fr. 5.—

DRUCK UND VERLAG GEBR. FRETZ AG. ZÜRICH

Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

unter Mitwirkung von
W. BRUNNER, A. U. DÄNIKER, P. FINSLER, H. FISCHER, A. FREY-WYSSLING, H. GUTERSOHN, P. KARRER, B. MILT, P. NIGGLI, P. SCHERRER, H. R. SCHINZ und FR. STÜSSI
herausgegeben von
HANS STEINER, ZÜRICH 7
Druck und Verlag: Gebr. Fretz AG., Zürich
Nachdruck auch auszugsweise nur mit Quellenangabe gestattet

Jahrgang 92 BEIHEFT NR. 2 30. Juni 1947

Phänologische Beobachtungen im Botanischen Garten Zürich in den Jahren 1931–1940

Von

A. U. DÄNIKER

Herausgegeben mit Unterstützung der «Georges und Antoine Claraz-Schenkung»
Serie Botanik Nr. 29

Allgemeines

Es gibt in der Biosphäre, aber darüber hinaus auch in der unbelebten Natur, Erscheinungen, die auf uns den Eindruck einheitlichen Geschehens erwecken, bei denen aber, sei es durch Überlegung, sei es durch Beobachtung, sofort erkannt werden kann, dass kein kausales Gefüge in dem Sinne vorhanden ist, wie wir es normalerweise bei einer Einzelerscheinung annehmen oder nachweisen können. Am besten werden solche Erscheinungen mit dem mathematischen Begriff der Enveloppe verglichen.

Ein gutes Beispiel bietet die Baumgrenze in den Alpen. Die verschiedenen Baumarten, jede beherrscht in ihrem Vorkommen durch ihre physiologischen Ansprüche und durch die in einem Gebiet gegebenen Umweltbedingungen, rücken gegen die Höhe vor, bis sie das Maximum ihres Vorkommens finden. Die Linie, welche diese in selbständigem Geschehen ausgebildeten Maxima verbindet, ist die Baumgrenze. Ohne hier auf die Fülle der komplexen Zusammenhänge, welche in das Geschehen eingreifen, einzutreten, können wir sagen, dass für den einzelnen Baum s e i n e Vegetationsdauer ausschlaggebend ist. Sie entscheidet in jedem Jahre, ob ein genügender Zuwachs und genügende Verholzung gebildet werden kann, um einen Pflanzenkörper aufzubauen, der den Schwankungen und gelegentlichen Rückschlägen der Jahre gewachsen ist.

Nicht nur die Länge der Vegetationsperiode, sondern auch die Qualität der bioklimatischen Faktoren sind mitbestimmend, und da letztere und damit auch die individuelle Vegetationsdauer weitgehend von der Exposition und von lokalklimatischen Bedingungen abhängen, ist die Baumgrenze viel weniger eine scharf zu bestimmende Linie als eine Zone. Aus diesen Ursachen folgt auch der Umstand, dass die Baumgrenze und die Waldgrenze nicht parallel verlaufen, sondern dass die Baumgrenze gegen den Alpenrand weniger absinkt.

Das angedeutete Zusammenspiel der Verhältnisse an der Baumgrenze ist anderseits aber auch beeinflusst durch die besonderen Ansprüche der nach Arten, Rassen, Biotypen oder gar nach individuellen Eigentümlichkeiten verschiedenen Pflanzen.

Das jeweils äusserlich sichtbare Resultat ist, auch wenn es scheinbar statischen Charakter besitzt, in seinem Wesen völlig gleich den als «phänologisch» bezeichneten Erscheinungen. Ja, der Spezialfall der Baumgrenze gewährt geradezu besonders gut Einblick in das Zusammenspiel, welches jeder phänologischen Erscheinung zugrunde liegt.

Es braucht nicht noch ausgeführt zu werden, dass irgendein phänologisches Geschehen auch im Tieflande — auch wenn es sich nicht um eine Grenzlinie, sondern um die Verbindungslinie gleichzeitig auftretender Entwicklungserscheinungen handelt — völlig wesensgleich verläuft.

Wenn die Phänologie als biologische Disziplin weiterentwickelt werden soll, so wird es notwendig sein, durch genaues Studium das Zustandekommen einer zeitlichen Erscheinung eingehender zu ergründen, damit die Vergleiche exakter angestellt und repräsentativere Schlüsse gezogen werden können. Es kann sicher nicht von der Hand gewiesen werden, dass das unbeschwerte Vergleichen von in ihrem Wesen verschiedenen Eigenschaften der zeitlichen Entwicklung nicht selten zu bedenklichen Trugschlüssen geführt hat. Bedenklich ist, um nur ein Beispiel zu nennen, besonders der Vergleich der Entwicklungserscheinungen der Kulturpflanzen, wo ja gerade die Züchtung eigentlich darauf ausgeht, sogenannte frühe und späte Sorten herauszubringen, um sie den klimatischen Lokalbedingungen entsprechend anzupflanzen.

Zur Vertiefung der Phänologie ist es daher unerlässlich, neben regional vergleichenden Beobachtungen an einem Material, das heterogen ist, auch vergleichende Beobachtungen durch die Jahre hindurch an ein und denselben Pflanzen anzustellen. Für solche Beobachtungen besonders prädestiniert sind Institute mit Versuchsgärten und insbesondere botanische Gärten.

Im Botanischen Garten der Universität Zürich sind daher auf Veranlassung des Autors seit dem Jahre 1931 an Pflanzen verschiedener ökologischer Gruppen der einheimischen sowie exotischen Floren durch den Obergärtner

B. Fischer systematisch phänologische Beobachtungen angestellt worden und werden noch weitergeführt. Diese Beobachtungen laufen somit schon im zweiten Dezennium, und es ist beabsichtigt, periodisch darüber zu berichten. Die tabellarischen Zusammenstellungen und die Interpretationen wurden ausgeführt durch den Oberassistenten Dr. J. SCHLITTLER.

Wenn die vorliegende Mitteilung über die ersten Jahre erst jetzt publiziert wird, so sind insbesondere die Kriegsereignisse Ursache der Verzögerung.

Unter Beobachtung stehen die folgenden Pflanzen:

Kryptophyten

Limnokryptophyten (Wasserpflanzen)

Alisma Plantago aquatica
Typha angustifolia

Geophyten (Zwiebel- und Knollenpflanzen)

Eranthis hiemalis
Galanthus nivalis
Leucoïum vernum

Rhizomgeophyten (perennierende Kräuter)

Aconitum Lycoctonum
Agrimonia Eupatoria
Chaerophyllum aureum

Hemikryptophyten

Campanula cochleariifolia
Cystopteris Filix fragilis
Dryopteris Filix mas
Hippocrepis comosa
Primula vulgaris

Chamaephyten

Dryas octopetala
Hedera Helix

Phanerophyten

Nannophanerophyten (Reiser)

Coronilla Emerus
Cotoneaster integerrima
Erica carnea
Rhododendron hirsutum
Vaccinium Myrtillus

Frutices

Berberis vulgaris
Citrus trifoliata
Cornus mas
Corylus Avellana
Cydonia japonica
Daphne Mezereum
Evonymus europaeus
Forsythia viridissima
Frangula Alnus
Laburnum anagyroides
Meratia praecox
Mespilus germanica
Ribes alpinum

Scandentes

Humulus Lupulus

Arbores

Sempervirentes Gymnospermae

Cryptomeria japonica
Picea excelsa
Pinus nigra
Taxus baccata

Sempervirentes Angiospermae

Buxus sempervirens
Ilex Aquifolium

Deciduatae

Acer Negundo
Betula papyrifera
Cercis Siliquastrum
Liriodendron tulipifera
Magnolia acuminata
Magnolia precia
Pirus communis
Robinia Pseudacacia
Salix caprea
Sambucus nigra
Ulmus scabra

Das Beobachtungsmaterial über diese Pflanzen ist mit der Zeit so angeschwollen, dass nur im Auszug darüber berichtet werden kann.

Erklärung zu den Tabellen

(Dr. J. SCHLITTLER)

Die Tabellen zerfallen in zwei Gruppen:

In Nr. 1—6 wird je eine Art so dargestellt, dass ihr jährlicher Entwicklungsgang parallel zu den klimatischen Erscheinungen des betreffenden Jahres für ein Jahrzehnt (1931—1940) herausgelesen werden kann.

Tabellen Nr. 7—16 zeigen für je 1 Jahr, von 1931 weg bis und mit 1940, den jährlichen Entwicklungsgang von 14 Arten vergleichend zum klimatischen Verlauf des betreffenden Jahres.

Die senkrechten Kolonnen der Tabellen sind die Monate. Jeder Monat ist unterteilt in die entsprechende Anzahl seiner Tage. Einzig für den Februar der Schaltjahre 1932, 1936 und 1940 ist der 29. des Monats weggelassen. Um das Ablesen zu erleichtern, sind in den Tabellen 7—16 Hilfskolonnen zu je 5 Tagen in die Monatskolonne eingeschaltet. Durch diese Unterteilung ist es möglich, für jeden einzelnen Tag des Jahres die wichtigsten klimatischen und phänologischen Daten aus den Tabellen herauszulesen.

I. Die Auswahl der zur Darstellung gelangten Arten:

Die 16 Tabellen verfolgen den Zweck, eine vergleichend-graphische Darstellung des jährlichen Entwicklungsverlaufes einiger Arten im Zusammenhang mit den klimatischen Erscheinungen zu geben.

Zur Darstellung gelangten nachstehende Spezies: *Galanthus nivalis* L., *Eranthis hiemalis* (L.) *Salisb.*, *Berberis vulgaris* L., *Corylus Avellana* L., *Citrus trifoliata* L., *Magnolia precia* Corr., *Sambucus nigra* L., *Forsythia viridissima* Lindl., *Cercis Siliquastrum* L., *Cornus mas* L., *Hedera Helix* L., *Ulmus scabra* Miller, *Robinia Pseudacacia* L., *Larix decidua* Miller.

Die vorstehend erwähnten Arten stellen nur eine Auslese aus einer Vielzahl von im hiesigen Garten beobachteten Arten dar.

Für die Eignung zur graphischen Darstellung ihrer Phänologie waren folgende Überlegungen massgebend:

1. mussten durch alle 10 Jahre möglichst vollständige Beobachtungen über die einzelnen zur Darstellung gelangenden Entwicklungsphasen der Pflanze zur Verfügung stehen. Es durften während dieser Zeit an der Pflanze keine wesentlichen Störungen durch Umpflanzen, Zurückschneiden oder durch Krankheiten bewirkt worden sein;

2. wurden solche Arten ausgewählt, bei denen die zur Darstellung gelangten Entwicklungsphasen gut ausgeprägt sind und deshalb leicht beobachtet und genau festgehalten werden konnten;

3. mussten die Arten während jedem der 10 Beobachtungsjahre möglichst regelmässig alle Stadien, vor allem das Blüten- und Früchtestadium, durchlaufen haben;

4. sollte die Darstellung möglichst verschiedene Typen der krautigen, strauch- und baumartigen Gewächse der einheimischen (wildwachsenden) und fremden (Zier-) Pflanzen umfassen;

5. wurde darauf geachtet, dass nebst einheimischen, an unser Klima angeglichene Arten auch solche zur Darstellung gelangten, die, wie *Citrus trifoliata* L., *Cercis Siliquastrum* L., in unsern Gegenden gerade noch ausharren, infolgedessen aber auch auf feine klimatische Veränderungen besonders stark reagieren;

6. waren zu berücksichtigen die Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Winterblüher; ferner Arten, die sich durch die verschiedene Aufeinanderfolge der einzelnen Stadien möglichst voneinander unterscheiden, z. B. so, dass die Blütezeit dem Laubausbruch vorangeht (Hasel) oder dass die Belaubung lange vor der Blüte auftritt (Holunder).

Nebst diesen 6 Punkten waren noch etliche andere zu berücksichtigen, welche durch die gewählte Darstellungsart und den begrenzten Umfang der Mitteilung sowie durch die der Ausführung zugrunde liegenden Aufzeichnungen gegeben waren.

II. Darstellungsart:

a) Die Darstellung der phänologischen Begebenheiten.

Als Grundlage dienten die seit 1930 durch B. Fischer, Obergärtner am Botanischen Garten, regelmässig gemachten phänologischen Aufzeichnungen. Diese erstreckten sich besonders auf folgende Phasen des jährlichen Entwicklungszyklus der Pflanzen:

1. Das Austreiben: Darunter wird für die beiden krautigen Gewächse *(Galanthus* und *Eranthis)* der Moment verstanden, in welchem die Triebspitze aus dem Erdboden an die Oberfläche dringt. Für Sträucher und Bäume mit Überwinterungsknospen ist es der Zeitpunkt, in welchem die Knospenschuppen auseinanderspreizen und die noch zusammengelegten Blatt- und Blütenorgane zwischen ihnen sichtbar werden. In der Tabelle ist diese Erscheinung durch einen Pfeil nach oben (↑) festgehalten.

2. Das Entfalten: Es bezieht sich auf die Blattorgane und hält den Zeitpunkt fest, in dem die Blattfläche als solche sichtbar wird, sei es, dass ein gerolltes Blatt sich entrollt oder ein gefaltetes Blatt sich ausbreitet. Es wird dargestellt durch einen nach oben offenen Winkel (∨).

3. Die Blütezeit: Sie wird mit Kreisen dargestellt (o). Innerhalb der Blütezeit sind drei Stadien festgehalten.

a) Das erste Erblühen: Bei den strauchigen und baumförmigen Arten ist dabei je ein einziges Individuum an einem bestimmten Standort zur Beobachtung gelangt. Als sein erstes Erblühen wurde der Moment angesehen, in welchem an seinen Zweigen sich die ersten Blüten öffneten. Bei

Eranthis und *Galanthus* wurde eine Herde von Individuen an ein und demselben Standort beobachtet. Als Moment des ersten Erblühens wurde der Zeitpunkt angesehen, in welchem einzelne Exemplare dieser Herde ihre Blüten öffneten. Bezeichnet wird der Beginn der ersten Blüte in der Tabelle durch kleine Kreise, die zunehmend grösser werden.

β) Die Vollblüte bezeichnet das Stadium, in dem an der Einzelpflanze oder in der Herde alle Blüten offenstehen. Sie erstreckt sich meist über mehrere Tage. Doch werden praktisch vorerst neben vielen offenen Blüten stets noch Knospen da sein und später nebst vielen offenen auch schon welke und entblätterte Blüten sich vorfinden. Als Stichtag der Vollblüte (mit ♁ bezeichnet) galt nun der, an dem am meisten offene Blüten und sowohl weniger Knospen als auch welke Blüten vorhanden waren.

γ) Das Ende der Blütezeit bezeichnet den Tag, an dem die letzten Blüten welken. Der Verlauf von der Vollblüte bis zum Ende der Blütezeit wird mit kleiner werdenen Kreisen wiedergegeben.

4. Die Fruchtzeit: Sie ist mit schwarz gefüllten Kreisen (●) dargestellt und beginnt, mit kleinen Kreisen (•) bezeichnet, sobald sich an den Pflanzen die ersten reifen Früchte zeigen; sie endet, sobald alle Früchte das Stadium der Reife erreicht haben. Im An- (und Ab-)schwellen der Kreise und bezüglich des Maximums erfolgt die Darstellung analog derjenigen des Blühens.

5. Das Längenwachstum: Es lässt sich in der Entwicklung der Langtriebe gut verfolgen. Wenn sich eine Triebknospe öffnet, so sind vorerst die Internodien zwischen den einzelnen Blattorganen noch kurz. Bald aber beginnen sich die Zwischenglieder zu strecken. Dieser Zeitpunkt stellt den Beginn des Längenwachstums dar und ist in den Tabellen mit einem aufsteigenden Bogen (⌒) vermerkt. Das Ende des Längenwachstums findet seinen Abschluss, sobald der Trieb zu erstarken und zu verholzen beginnt. Es ist durch einen absteigenden Bogen (⌒) festgehalten. In den Tabellen ist das Längenwachstum nur für die strauch- und krautartigen Gewächse angegeben, weil es dort leichter und exakter beobachtet werden konnte als bei Galanthus und Eranthis, wo zudem verschiedene Streckungsperioden des Blütenstengels vor und nach der Blütezeit auftreten.

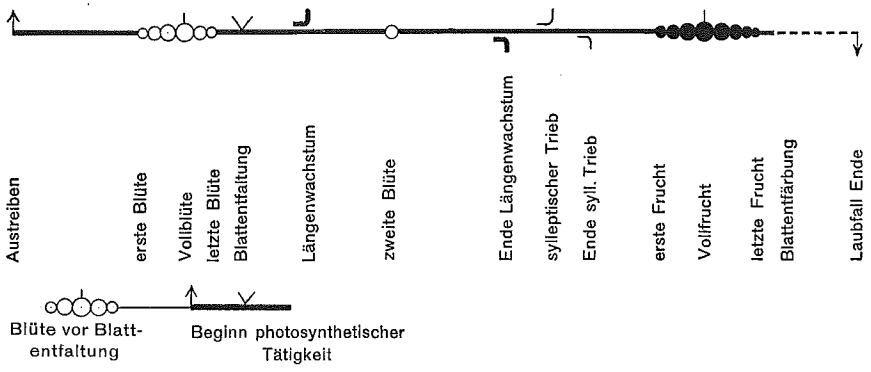
Die Verfärbung: Sie setzt im Laubwerk der Pflanzen gegen Ende der Vegetationsperiode ein. Dieses auffällige und für den Haushalt sehr bezeichnende Phänomen wurde in den vorliegenden Tabellen deshalb nicht wiedergegeben, weil die Beobachtungen darüber zu unvollständig waren.

Der Laubfall bedeutet für die sommergrünen Arten meist den Schluss der Vegetationsperiode. Er ist, entgegengesetzt dem Austreiben, mit einem abwärtsgerichteten Pfeil (↓) festgehalten.

Die dicke Gerade, welche die einzelnen Zeichen verbindet, stellt die Vegetationsperiode der Pflanzen dar, wenigstens in dem Sinne, wie sich letztere äusserlich zu erkennen gibt. Die Vegetationszeit ist aber schwierig zu begrenzen, indem sie mit der schon früher einsetzenden Wurzeltätigkeit und

dem Saftfliessen zu einer Zeit eintritt, in der ein äusserlich zwar noch nicht wahrnehmbarer, auf Temperaturrückschläge aber besonders empfindlicher Zustand vorhanden ist. Bei Immergrünen, wie z.B. *Hedera*, kann sie nach den gegenwärtig vorliegenden Kenntnissen überhaupt nicht sicher festgestellt werden.

Die phänologischen Signaturen sind so gewählt worden, dass sie übersichtlich und ohne weiteres verständlich sind. Ebenso ist Wert darauf gelegt worden, dass Beginn, zunehmende Intensivierung, Maximum und Abflauen einer Erscheinung nebeneinander leicht dargestellt werden können, so wie es ihrer Natur entspricht. Zudem sollen die Zeichen leicht und klar reproduziert und im Bedarfsfall erweitert werden können und es erlauben, zum Vergleich zu mehreren parallel nebeneinander gesetzt zu werden.



b) Die Darstellung der klimatischen Begebenheiten.

Unter den klimatischen Erscheinungen wurden besonders zwei berücksichtigt, von denen zum vorneherein anzunehmen war, dass sie auf den jährlichen Entwicklungsgang der Pflanzen direkt sichtbar einwirken. Das sind die Temperatur und die Niederschläge. Im Zusammenspiel bewirken sie Frost- und Wärmeperioden mit Trockenheit oder Nässe, mit kühlen und warmen Winden (Föhn), mit sonnigen und regenreichen Tagen, mit starkem Tau (frische Morgen), mit Reifbildung oder Schneedecke. Nebel blieb in der Darstellung unberücksichtigt. Alle diese Erscheinungen wurden in den Tabellen nach Möglichkeit mit den international gebräuchlichen meteorologischen Zeichen[1]) festgehalten.

Es bedeuten in der Tabelle somit:

(•) = Tage mit Regen. Dabei wurde, um eine Komplikation der Tabellen zu verhindern, nicht unterschieden, wie gross die tägliche Regenmenge war. Als Regentage sind somit solche verzeichnet, an denen es entweder den ganzen

[1]) Vgl. Annalen d. Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt.

Tag regnete, oder auch solche, wo nur leichte Regen fielen, oder wo Gewitter eintraten (starke Gewitter sind mit ⌈↘ vermerkt). Wir sind uns wohlbewusst, dass für eingehendere Untersuchung gerade die tägliche Niederschlagsmenge ihre besondere Berücksichtigung finden müsste. Im vorliegenden Falle handelt es sich aber zunächst um orientierende Untersuchungen, für die eine nähere Angabe der Niederschlagsmenge deshalb nicht gerechtfertigt wäre, weil die parallelisierten phänologischen Beobachtungen nicht so eingehend waren, als dass sie damit koordiniert werden könnten.

(*) = Tage mit Schneefall.

(⊡) = Tage mit Schneedecke.

(⌣) = Tage mit Reif am Morgen.

Tage mit Reif wurden für die Monate November, Dezember, Januar und Februar nicht vermerkt, weil sie zur Zeit der Vegetationsruhe weniger von Bedeutung sind.[2])

(⌓) = Tage mit starkem, weißschimmerndem Tau, sogenannte «frische Morgen». Sie wurden für den Juni und Juli nicht eingetragen, spielen dagegen besonders im April und Mai, während des Austreibens, eine wichtige Rolle, ebenso im Nachsommer und Frühherbst während der beginnenden Laubverfärbung (Wechselwirkung von warm [tagsüber] und kalt [nachts]).

(∽) = Tage mit warmen, südlichen und südwestlichen Winden, bei gleichzeitigem Temperaturanstieg. Den Ausdruck «Föhn» haben wir vermieden. Nicht nur ist nicht immer einwandfrei zu unterscheiden, ob einfache Südwind- oder wirklich Föhnsituation vorgelegen hat, sondern es kommt im hier betrachteten Rahmen nur darauf an, ob wärmende oder kältende Winde herrschten.

Die Temperatur: Für die Monate Dezember, Januar und Februar ist der Temperaturverlauf nur generell angegeben: (———) bedeutet, die durchschnittliche Tagestemperatur liegt unter 0° C, (∩∩∩∩∩) bedeutet, die durchschnittliche Tagestemperatur ist etwas über 0° C. Sobald höhere Temperaturen auftreten, die sich im Entwicklungsgang bemerkbar machen, werden die mittleren Tagestemperaturen in ° C angegeben, so bis und mit dem Monat Mai. Während der Sommer- und Herbstmonate ist die Temperatur für die einzelnen Tage nicht vermerkt.

Für alle Monate sind in Zahlen die absoluten Temperaturextreme aufgezeichnet sowie auch die Monatsmittel.

---

[2]) Es ist selbstverständlich jederzeit möglich, alle weitern klimatologischen Angaben eines einzelnen Tages den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt zu entnehmen. Die Distanz dieses Institutes vom Botanischen Garten beträgt 1,6 km. Es ist immerhin für gewisse Daten zu berücksichtigen, dass der Botanische Garten in der ungefähren Mittellinie des Limmattalbodens liegt, wogegen die MZA eine W-exponierte Hanglage aufweist. Meereshöhe des Botanischen Gartens ist 410 m, der MZA 493 m.

Diskussion der Tabellen

Vorausgeschickt sei, dass es des Raumes halber nicht möglich ist, auf alle Details der Tabellen einzugehen. Allfällige genauer vergleichende oder spezielle Studien kann der Interessent an Hand der Tabellen selber anstellen.

Im Nachfolgenden sind nur einige der wesentlichsten Ergebnisse herausgegriffen und einige wenige Probleme, die für den Ausbau der phänologischen Beobachtungen von Bedeutung sind, näher besprochen.

Wenn wir die Tabellen 7—16 betrachten, wo 14 Arten in einem jährlichen Entwicklungsgang übereinander dargestellt sind, so fällt auf, dass Typen, die sich phänologisch ganz verschieden verhalten, zu unterscheiden sind. Bevor man mit den phänologischen Studien in die Tiefe dringt, ist eine Kenntnis dieser Typen unerlässlich.

Greift man, um bei einem einfachen Beispiel zu bleiben, die Blütezeit zur Typisierung heraus, so ergeben sich vier grosse Typen, nämlich Frühblüher: *Galanthus*, *Eranthis* (Kräuter); *Corylus* und *Cornus* (Sträucher); *Ulmus* (Baum); Sommerblüher: *Sambucus* (Strauch); *Robinia* (Baum); Herbstblüher: *Hedera* (Wurzelkletterer) und Winterblüher: *Helleborus niger* (Kraut, nicht in der Tabelle). Sobald wir die Blütezeit aber nur etwas genauer studieren, so erkennen wir innerhalb eines jeden Typus eine Vielzahl spezieller Formen. Ganz verschieden ist einmal die Zeitdauer der Blüte. Da gibt es Langblüher (*Galanthus*, *Magnolia precia*), bei denen sich die Blüte über Wochen hinzieht, und Kurzblüher *(Ulmus)*, bei denen die Blütezeit nur einige Tage, eventuell 1—2 Wochen dauert. Als Beispiele für extreme Blütezeiten kann man Arten erwähnen, die das ganze Jahr mehr oder weniger blühen, Dauerblüher *(Bellis perennis)* und solche, die nur wenige Stunden blühen.

Für diese Unterschiede in der Blütezeit sind deutlich drei Ursachen verantwortlich.

Erstens werden die Blütezeit und -dauer einer Art bestimmt durch die erbliche Veranlagung.

Zweitens werden die Blütezeit und -dauer variiert durch die von aussen kommenden Einflüsse der Witterung. Das Einsetzen der Blütezeit hängt ab vom vorangehenden Witterungsverlauf. Die Blütedauer ist unabhängig von den Verhältnissen während der Blütezeit. Die Variation macht sich bei Frühblühern in der Blütezeit und -dauer am stärksten bemerkbar. Das ist damit zu begründen, dass bei Frühblühern die zum gleichmässigen Blüteverlauf nötigen klimatischen Bedingungen noch sehr schwankende sind. Hierbei ist nicht ausser acht zu lassen, dass die florengeschichtliche Herkunft, bzw. bei eingeführten Pflanzen das Stammland, eine Rolle spielt.

Eine starke Variationsbreite im Blühen kann daher bei Arten auftreten, die in unserem Klima gerade noch fortkommen, aber infolge der mässigen Bedingungen erst spät im Sommer zum Blühen gelangen. Bei der Variation der Blütedauer durch die klimatischen Einflüsse müssen wir unterscheiden zwi-

schen der Verschleppung, wie sie bewirkt wird durch kühle, trübe Tage, kalte Regen etc. und der Raffung, wie sie durch hohe Temperaturen (Föhn), sonniges Wetter etc. verursacht wird. In den Tabellen wird bei vielen Frühblühern die Beeinflussung der Blütedauer durch solche Temperatur- und Feuchtigkeitseinwirkungen sehr schön belegt. Warmwindperioden forcieren das Erblühen, bewirken aber durch die gleichzeitige Lufttrockenheit ein ebenso rasches Welken.

Eine ebensolche Wirkung sehen wir bei der Frühlingsflora im Gebirge, wo ein und dieselben Arten an früh ausapernden Stellen, infolge der noch kühlen Witterung, grössere Blütedauer aufweisen als an spät schneefrei werdenden Lokalitäten, wo sich ihre Blütezeit, der schon höheren Temperatur wegen, viel rascher abwickelt.

Grosse Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen, z. B. kühle, taureiche Nächte im Wechsel mit sonnigen föhnigen Tagen, wie solche im Nachsommer und Herbst auftreten, fördern das Gilben und Absterben des Laubes.

Drittens ist die Blütedauer von der Grösse und dem Alter einer Pflanze abhängig. Eine grössere, kräftigere Pflanze bringt im allgemeinen mehr Blüten hervor als eine jüngere oder schwächere. Das hat aber gleich zur Folge, dass eine grössere Streuung im Erscheinen der Blüten auftritt, indem von den vielen Blüten einzelne sehr früh, andere sehr spät erscheinen. Die Blütedauer wird also durch die vermehrte Blütezahl verlängert. Anderseits wird bei einem jungen Exemplar derselben Art, das beispielsweise das erste Mal blüht und nur drei Blüten (statt wie im ausgewachsenen Zustand Hunderte) entwickelt, die Blütedauer eine viel kürzere sein.

Solche Verschiedenheiten müssen für vergleichende phänologische Beobachtungen unbedingt berücksichtigt werden.

Schliesslich muss auch noch darauf verwiesen werden, dass die Beobachtung aller dieser Vorgänge oft erhebliche Schwierigkeiten bietet. Vor allem bei klein- und reichblütigen Bäumen ist das Einsetzen und Enden der Blütezeit nicht leicht festzustellen. Leichter ist es natürlich bei grossblütigen Arten, wie *Magnolia* u. a., wo die Einzelblüte durch ihre Grösse auffällt. Jedenfalls müssen für solche Beobachtungen die Versuchsobjekte sorgfältig ausgewählt werden und leicht zugänglich sein.

Bei der Typisierung muss aber auch berücksichtigt werden, wann das Blütenstadium der Pflanze im jährlichen Entwicklungsverlauf überhaupt auftritt. Die Tabellen 7—16 zeigen, dass es bezüglich des Ablaufes der Stadien, der Aufeinanderfolge der verschiedenen jährlichen Entwicklungsphasen wiederum eine grosse Mannigfaltigkeit gibt. Während z. B. *Corylus* und *Cornus* ganz eindeutig den jährlichen Entwicklungsgang mit der Blütezeit beginnen, lässt z. B. *Sambucus nigra* der Blütezeit ein langes Laub-(Assimilations-)stadium vorausgehen. Andere Arten, z. B. *Forsythia, Magniola,* müssen bezüglich der Blüte als «vorzeitig» angesehen werden, doch setzt bei ihnen sehr bald das Austreiben der Blattknospen und das Entfalten der Blattorgane ein. Letztere Erscheinungen werden aber aspektmässig bei diesen Arten durch den meist

vorhandenen Blütenreichtum überdeckt. Wohl bei allen Arten ist die Blütezeit irgendwie mit der Laubphase, evtl. derjenigen des Vorjahres, verknüpft.

Eine weitere Erscheinung, die sich aus den Tabellen ergibt, ist die, dass wir Arten berücksichtigen müssen, bei denen das Stadium der Vollblüte sehr früh erreicht wird, das Aufblühen also sehr rasch vor sich geht, während das Abblühen langsamer erfolgt. Das ist sehr deutlich ausgeprägt bei *Magnolia precia*. Bei andern Arten fällt die Vollblüte etwa in die Mitte der Blütezeit.

Wenn tatsächlich auch solche Unterschiede in der Abwicklung der Blüte, einerseits aus inneren Ursachen heraus, bedingt werden, so zeigt uns *Cornus mas* sehr deutlich, wie stark andererseits das Auftreten der Vollblüte von dem Witterungsverlauf abhängig ist. Immer, wenn im Anfang der Blütezeit von *Cornus* Morgenfröste oder Schneefälle eintreten, sehen wir eine Verlagerung der Vollblüte an den Schluss der Blütezeit, z. B. 1932, 1933, 1935, 1938, 1939. In andern Jahren, wo in den Anfang der Blütezeit Warmwindphasen fallen, wie 1937, 1940, sehen wir eine deutliche Verlagerung der Vollblüte nach vorn.

Der Ablauf der Blütezeit und die Blütedauer werden aber noch in anderer Weise beeinflusst, indem während der Blüte oft schon andere Stadien ihren Anfang nehmen. Bei *Magnolia* und *Forsythia* erfolgt meist während der Blütezeit das Entfalten des Laubes, und gleichzeitig setzt das Längenwachstum der Triebe ein. Bei *Sambucus* gehen diese Erscheinungen der Blütezeit voraus, bei *Ulmus* folgen sie der Blüte nach.

Wichtig für das Auftreten der Blütezeit im jährlichen Entwicklungsgang ist auch die Vorentwicklung der Blüten im vorausgehenden Jahr. Diese Anlage der Organe kann sehr verschieden weit gehen; auch sind an ein und derselben Pflanze nicht alle Organe gleich weit vorgebildet. Viele entstehen sogar erst während der Vegetationsperiode (z. B. beim Holunder die Blüten). Immer aber sind es die vorentwickelten Organe, die beim Erwachen der Pflanze aus der absoluten Ruhe als erste auf die Ausseneinflüsse reagieren. Gesetzmässige Abhängigkeiten zwischen vorentwickelten Organen und deren Reaktion auf klimatische Einflüsse werden uns in den nachfolgenden Ausführungen beschäftigen.

Es liessen sich für die Blütezeit und alle andern Phasen des jährlichen Entwicklungsverlaufes noch zahlreiche Komplikationen und vor allem Überschneidungen der Phasen nachweisen. Doch soll obiges genügen, um wenigstens zu zeigen, dass das Eintreten einer jeden Phase von vielen Faktoren, die teils von innen, teils von aussen auf deren Verlauf einwirken, bedingt wird.

Wenn nun im folgenden einzelne dieser Phasen, wie das Austreiben, das Entfalten, das Längenwachstum, die Blüte, die Fruchtzeit und der Laubfall etwas näher betrachtet werden, so wird dabei stets nur die Einwirkung eines (oder weniger) Aussenfaktors (Temperatur, Feuchtigkeit) in Betracht gezogen.

Die Abhängigkeit der phänologischen Erscheinungen von den klimatischen Bedingungen

I. Die Abhängigkeit des Austreibens

a) *Sambucus nigra* L.:

Der schwarze Holunder stellt einen Typ dar, bei dem das Austreiben der Laubknospen sehr früh, noch zur Zeit der Fröste und gelegentlicher Schneefälle, erfolgt. Das Blühen tritt recht spät und die Fruchtreife sehr früh ein. Das Intervall zwischen Austreiben und Erblühen ist durchschnittlich zwei Monate, im Vergleich zu dem vieler anderer Arten sehr lang, während die Fruchtreife im Vergleich zu der anderer Pflanzen beim Holunder recht wenig (nur ca. zwei Monate) von der Blütezeit entfernt ist.

Wie lange die absolute Ruhezeit von *Sambucus nigra* dauert, wann sie endet und wovon ihre Beendigung abhängt, können wir ohne experimentelle Untersuchung nicht sagen.

Das ganze Verhalten der Art, vor allem das frühe Austreiben (meist März), deutet jedoch darauf hin, dass die absolute Ruhe verhältnismässig früh zu Ende geht und wohl schon vom Januar ab die Pflanze im reaktionsfähigen Zustand ist, d. h. wenn in dieser Zeitspanne, vor dem ersten Austreiben, milde Tage eintreten, so reagieren die Überdauerungsorgane, wenn auch äusserlich nicht wahrnehmbar, doch schon positiv darauf. Treten im Januar, Februar beispielsweise Gruppen von ein, zwei, drei oder mehr milden Tagen in gehäuftem Masse auf, so haben diese auf das Austreiben eine vorbereitende Wirkung, und der Moment des Austreibens wird durch sie oft beträchtlich vorverlegt. Meist genügen dann einige Warmwindtage oder ein milder Regen, um das Austreiben zu bewirken. Zwar erfolgt dieses nicht immer genau während des günstigen Intervalls, sondern oft mit einer kleinen Verzögerung, ein bis zwei Tage darauf. Nicht selten fällt es auf einen Tag, den man als ungünstig bezeichnen muss, weil z. B. am Morgen Reif lag und die Durchschnittstemperatur wesentlich tiefer liegt als an den Vortagen oder sogar Regen, vermischt mit Schnee, fällt.

Trotzdem geht immer sehr deutlich hervor, dass entweder die erhöhte Temperatur oder die vermehrte Feuchtigkeit oder beides zusammen als auslösenden Faktoren in Betracht kommen.

Betrachten wir z. B. das Austreiben von *Sambucus* in den Jahren 1935 und 1936.

Im Frühjahr 1935 trieb der Holunder sehr spät, erst am 10. April aus. In diesem Jahre trat ein wärmeres Temperaturintervall, verbunden mit Niederschlag, erstmals Mitte März auf. Dieses vermochte die Triebspitzen so weit zu fördern, dass das zweite warmfeuchte Intervall, das etwa am 6. April einsetzte, die Pflanze am 10. April zum Austreiben brachte.

Im Jahre 1936 treibt derselbe Holunderstrauch schon am 24. Februar, also 1½ Monate früher als 1935, aus. Die Ursache wird durch einen Vergleich der

Monate Januar 1935 und Januar 1936 aufgedeckt. 1935 ist der Januar kalt und schneereich, der Februar muss zwar als mild bezeichnet werden, wird aber von einem kalten Märzanfang abgelöst. 1936 herrscht ein sehr milder, fast schneefreier Januar, der Februar ist ebenfalls mild. Beide Monate sind klimatisch so, dass eine Förderung der Entwicklung eintritt. Das bewirkt dann auch, dass gleich beim ersten feuchtwarmen Temperaturintervall, das um den 20. Februar einsetzt, die Pflanze am 24. zu treiben beginnt.

Betrachten wir den Verlauf der Winter 1934/35 und 1935/36, so fällt auf, dass wir im ersteren einen sehr milden Dezember mit + 4,6° C haben, im zweiten einen sehr milden Januar mit + 4,2° C. Das heisst, man könnte vermuten, dass auf diese milden Winterperioden in beiden Fällen ein recht frühes Austreiben des Holunders eintreten sollte. Dieses frühe Austreiben erfolgte aber nur auf den Winter 1935/36, und zwar deshalb, weil in diesem Winter die milde Periode schon in die reaktionsfähige Zeit des Holunders fiel, während im Winter 1934/35 die Dezember-Wärmeperiode noch in die absolute Ruhezeit des Holunders zu liegen kam, in der die Pflanze auf Aussenein flüsse überhaupt nicht reagierte.

Ähnlich, nur weniger ausgeprägt, zeigen das die Jahre 1938 und 1939. Das Jahr 1938 muss bezüglich des Austreibens eher als ein frühes, das Jahr 1939 eher als ein spätes bezeichnet werden. Der Dezember des Winters 1937/38 muss mit — 1,5° C Durchschnittstemperatur als kalt gelten, während der Januar mit + 1,6° C ziemlich mild ist, so dass trotz des eher kalten Februars (+ 0,9° C Durchschnittstemperatur) schon in der ersten Regen- und Wärmeperiode des März am 8. des Monats das Austreiben verursacht wird. Im Winter 1938/39 sind der Dezember und Januar ziemlich mild, der Februar sogar sehr mild (+ 3,2° C), dagegen folgt nun ein kalter März mit viel Schnee und tiefen Temperaturen. Daher folgt das Austreiben erst während den milderen, wenn auch ungünstigen Tagen um den 27. März.

Wie verhält sich das Austreiben bei einigen andern beobachteten Arten?

b) *Corylus Avellana* L.:

Corylus Avellana ist ein Typ, bei dem die Blüten vorzeitig, d. h. vor den Blättern, erscheinen. Sie werden schon im Herbst des Vorjahres so stark entwickelt, dass es nur eines geringen Anstosses bedarf, um sie zur Entfaltung zu bringen.

Bei einem Vergleich der beiden Jahre 1935 und 1936 mit allen anderen des betrachteten Dezenniums fällt auf, dass *Corylus* in diesen beiden Jahren weitaus früher als in den andern ausgetrieben hat. Beide Jahre verhalten sich aber auch bezüglich des Winterverlaufes anders als die übrigen. Wie schon oben erwähnt, haben wir in beiden Wintern je einen Monat mit relativ hohen Temperaturen, im Winter 1934/35 ist es der Dezember mit + 4,6° C, im Winter 1935/36 ist es der Januar mit + 4,2° C. Solch hohe Wintermonatsmittel fehlen allen andern Jahren. Sie sind deshalb zweifelsohne die Ursache des frühen Austreibens, das in beiden Jahren schon am 25. Januar stattfindet.

Im Vergleich zu *Sambucus nigra* bemerken wir einen Unterschied darin, dass hier auch die hohe Dezembertemperatur auf die angelegten Blüten wirksam gewesen sein muss. Das heisst mit andern Worten, *Corylus* muss schon im Dezember in reaktionsfähigem Zustand gewesen sein und die absolute Ruheperiode hinter sich gehabt haben.

Die Frühjahre 1938 und 1939 geben vergleichend betrachtet für *Corylus* fast genau dasselbe Bild wie für *Sambucus nigra*. Es wird damit neuerdings bestätigt, dass die momentanen Witterungsverhältnisse für die Erscheinungen an der Pflanze sehr bedeutend sind. Auffällige Spätjahre bezüglich des Austreibens sind bei *Corylus* die Jahre 1932 und 1940. 1932 geht die retardierende Wirkung zurück auf die sehr tiefen Februartemperaturen und den sehr kalten März mit Minimaltemperaturen von — 9° C, während der Januar und Dezember dieses Winters nur mässig kalt sind. Im Winter 1940 sind umgekehrt der Dezember und Januar sehr kalt, der Februar ist mässig und der März sogar warm. Die Ursachen der gleichen Wirkung liegen einander in den Wintern 1931/32 und 1939/40 diametral gegenüber. Im ersten fällt der hemmende Faktor in die zweite Hälfte der Reaktionszeit, im zweiten Winter dagegen in deren erste Hälfte.

c) *Berberis vulgaris* L.:

Berberis vulgaris nimmt bezüglich des Austreibens eine Mittelstellung zwischen Früh- und Spättreibern ein.

Betrachten wir wiederum das Austreiben je im Frühling der beiden Jahre 1935 und 1936 und vergleichen wir es mit dem Austreiben von *Sambucus* und *Corylus*, so fällt auf, dass bei *Berberis* das Austreiben in beiden Jahren trotz gleichen Gesamtverlaufs der Winterwitterung um einen vollen Monat differiert. Dieses Verhalten zeigt erstens einmal deutlich, dass die Dezember-Wärmeperiode des Winters 1934/35 ohne Einfluss auf *Berberis* gewesen ist, weil die Pflanze zu dieser Zeit noch im absoluten Ruhezustand verharrte. Der Januar 1935 war normal, der Februar eher mild, dagegen der März kühl mit viel Schnee, Reif und tiefen Temperaturen, was zur Folge hatte, dass das Austreiben bis zum 7. April verzögert wurde.

Gerade umgekehrt ist es im Jahre 1936, da tritt im Januar mit zunehmender Lichtintensität auch eine Wärmeperiode auf, die durch einen mässigen Februar unterbrochen wird und in einen fast abnorm warmen März (mit + 7° C Mitteltemperatur) überleitet. Die relativ hohen Temperaturen, wie sie um den 20. Februar und wieder anfangs März und um den 10. März auftreten (also 3 Wärmeintervalle), veranlassen den Strauch zum Austreiben.

1938 treibt *Berberis* bei etwa gleichen Märzanfangstemperaturen wie 1936 um 5 Tage später aus. Die Ursache ist wohl nur in der etwas kühlern Durchschnittswitterung des Januars und Februars zu suchen.

Die Laubknospen von *Berberis* treiben erst aus, wenn mittlere Tagestemperaturen oder mehrtägige Temperaturintervalle von 10 und mehr Grad vorausgegangen sind.

Ausgesprochene Spätjahre sind nebst 1935 auch noch 1932 und 1939. Bei

beiden ist die Ursache im kalten, schnee- und frostreichen März zu suchen. Deutlich tritt also auch hier wieder die Auswirkung der momentan herrschenden Witterung zutage.

d) *Magnolia precia* Corr.:

Bei *Magnolia precia* erfolgen das Erblühen und das Aufbrechen (nicht Entfalten) der Laubknospen etwa gleichzeitig. Eher geht das Erblühen etwas voraus. Jedenfalls wird das Austreiben der Laubknospen durch die mächtige Blütenentwicklung stets überdeckt, so dass wir den Eindruck erhalten, *Magnolia precia* sei stark vorzeitig.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass *Magnolia precia* mit ziemlicher Konstanz während allen 10 Jahren in der ersten Hälfte des April austreibt und zugleich in die Blüte tritt, ganz gleichgültig wie der klimatische Verlauf des Winters war. Die zum Austreiben nötigen Monatsmitteltemperaturen liegen zwischen +8° C und +10° C.

Auch nach den Wintern 1934/35 und 1935/36 mit abnorm warmen Temperaturperioden im Dezember resp. Januar erfolgt das Erblühen nicht oder nur unwesentlich früher als in den Jahren mit kältern Wintern. Daraus ist zu schliessen, dass *Magnolia* erst recht spät, etwa im Februar, aus der absoluten Ruhe tritt.

Einzig das Jahr 1938 macht eine Ausnahme. Im Frühling 1938 treibt die Magnolie schon am 10. März aus und beginnt am 22. d. M. zu blühen. Die Ursache ist ganz eindeutig im abnorm warmen März, dem wärmsten des ganzen Dezenniums, zu suchen, der ziemlich anhaltend Tagesmitteltemperaturen von + 7° C bis + 10° C aufweist. Darin liegt ein Beweis, dass für *Magnolia precia*, wenn einmal die stabile absolute Ruhe beendet ist, vor allem die momentanen Witterungsverhältnisse von Bedeutung sind. Diese Ansicht ist auch durch den Vergleich des Treibens im Frühling 1935 und 1936 bestätigt. In beiden Jahren ist der Witterungscharakter während des Winters ungefähr gleich mild, aber 1936 trat ein sehr warmer März (+ 7° C Mitteltemperatur) auf, der fördernd auf die Knospen wirkte, während der März 1935 (mit nur + 4° C Mitteltemperatur) starke Retardierung zur Folge hatte.

e) *Citrus trifoliata* L.:

Citrus trifoliata ist ein Spättreiber und Spätblüher. Während der 10 Beobachtungsjahre hat er nie vor dem 10. April ausgetrieben. Das Austreiben erfolgt erst, wenn Intervalle von Tagen mit über 10—12° C vorausgegangen sind.

Relativ hohe Wintermonatsmitteltemperaturen von + 4° C, wie wir sie in den Wintern 1934/35 und 1935/36 hatten, zeitigen das Austreiben nicht, sondern dieses ist lediglich abhängig von den März- und Apriltemperaturen. Ein warmer März, wie das z. B. für 1933 mit + 6° C, 1936 mit + 7° C und 1938 mit + 8° C zutrifft, vermag deutlich das Austreiben etwas nach vorn zu verschieben. Dagegen scheinen relativ hohe Februartemperaturen, wie wir sie in der Tabelle 1935 und 1939 sehen, wirkungslos zu sein; denn in beiden Fällen treibt *Citrus trifoliata* recht spät aus.

Citrus trifoliata, der Herkunft nach eine Art des warmen, gemässigten Ostasiens, reagiert auf Temperaturgrade von + 3° C bis + 5° C äusserlich überhaupt nicht.

Deutlich ergibt sich da ein Gesetz: Jede Art spricht erst an, wenn eine bestimmte Temperaturgrösse, ein Schwellenwert, erreicht ist, oder mit andern Worten, sie erwacht aus ihrer absoluten Ruhe, wenn gewisse klimatische Vorbedingungen erfüllt sind.

Man kann daher keineswegs, wie es in der Phänologie geschehen ist, einfach die Temperaturen über 0° oder überhaupt für verschiedene Pflanzenarten eine Temperatur angeben, von welcher an auf eine Vegetationsfähigkeit geschlossen werden kann.

Die weckende Temperaturgrösse ist für *Crocus albiflorus*, *Leucojum vernum* und alle die Frühlingsblüher viel geringer als für *Citrus trifoliata* und für andere Arten einer mehr südlich temperierten Zone. Dagegen beanspruchen viele dieser Frühlingspflanzen hohe Bodenfeuchtigkeit.

f) *Ulmus scabra* Miller:

Die Bergulme verhält sich bezüglich Austreiben und Erblühen ähnlich wie *Magnolia precia*, nur geschehen alle diese Lebensäusserungen zeitlich früher, und *Ulmus* reagiert als Typ der gemässigten Zone schon auf etwas tiefere Temperaturintervalle.

Auch scheint es, wenn wir das Jahr 1936 betrachten, dass relativ hohe Januartemperaturen das Erblühen stark nach vorn zu schieben vermögen. Eben das bestätigt der relativ milde Winter 1937/38. Dagegen erblüht *Ulmus scabra* 1939 erst recht spät, trotz eines milden Februars, weil ein rauher März folgt. Die Temperaturen von + 1° C bis + 3° C im Februar sind für *Ulmus* noch zu tief, um die Blütenknospen zum Austreiben zu veranlassen. *Ulmus* macht Anspruch auf Temperaturintervalle mit + 7° C bis + 10° C.

Das Jahr 1940 bestätigt auch für *Ulmus*, dass durch plötzlich einsetzende Wärme vorangehende Verzögerungen aufgeholt werden können.

Denn auf den sehr kalten Winter 1939/40 folgt ein recht warmer März mit + 5,1° C Durchschnittstemperatur. Dieser März bewirkt ein frühes Erblühen.

II. Abhängigkeit des Entfaltens von den klimatischen Bedingungen:

a) *Sambucus nigra:*

Das Entfalten der jungen Blätter erfolgt beim Holunder im Mittel etwa 10 Tage nach dem Austreiben.

Mehr als 10 Tage beträgt die Differenz zwischen Austreiben und Entfalten bei sehr frühem Austreiben. Das bestätigen die Jahre 1936, 1937 und 1938. Als Ursachen für diese grössere Distanzierung kann man die zu dieser Zeit noch zahlreichen Fröste, Schneefälle und tiefen Temperaturen ansehen. Zweifellos geht davon eine bremsende Wirkung aus. Wir sehen aber zu-

gleich, dass auch in vielen Jahren mit spätem Austreiben noch Fröste in die Zeit des Treibens fallen, wie aber trotzdem das Entfalten rasch darauf erfolgt. Das scheint eine Bestätigung dafür zu sein, dass für das Entfalten wie auch für viele andere Vorgänge an der Pflanze der Bereitschaftsgrad und das plötzlich starke Überschreiten des Schwellenwertes eine ausschlaggebende Rolle spielen. Bei sehr frühem Austreiben ist die Bereitschaft der Pflanze, die im Safttrieb des Holzes zu suchen ist, noch kleiner. Bei spätem Austreiben, das durch vorangehende ungünstige Witterung verursacht wurde (wie etwa 1931 und 1939 durch lange Schneeperioden im März), ist der Bereitschaftsgrad so weit gestiegen, dass dann Austreiben und Entfalten fast plötzlich und rasch aufeinander folgten, sogar dann, wenn die Bedingungen (wie 1939) als recht mässig bewertet werden müssen.

Ein Beispiel im grossen, wo dieser Bereitschaftsgrad durch lange Schneedecke maximal gesteigert wird und durch das Schmelzen des Schnees die Klimabedingungen fast plötzlich weit über den Schwellenwert zu liegen kommen, so dass ein explosionsartiges Spriessen und Ergrünen einsetzt, sehen wir in der alpinen Vegetation der Schneemulden.

b) *Corylus:*

Bei Corylus folgt das Entfalten in ziemlich regelmässigem Abstand auf das Austreiben der Blattknospen. Diese Regelmässigkeit wird bedingt, weil das Austreiben der Blattknospen relativ spät, erst Ende März, anfangs April erfolgt, also in einer Zeit, wo der Bereitschaftsgrad der Pflanze grösser und die Temperaturrückschläge noch kleiner und seltener sind. Auch hier macht sich aber eine deutliche Verschleppung geltend (z. B. Jahr 1937), sobald Schneefall und Frost in die Zwischenzeit treten.

Analoge Korrelationen, wie wir sie beim Holunder zwischen Austreiben der Knospen und Entfalten der Blattorgane haben, treffen wir bei *Corylus* zwischen Erblühen der Kätzchen und Austreiben der Blattknospen. Je früher das Erblühen erfolgt (1935, 1936), um so grösser ist die Distanz bis zum Tag des Austreibens. Je später die Blüte (1932, 1940), um so rascher erfolgt das Austreiben und Entfalten.

Auch hier sieht man, dass die Vorfrühlingswitterung sich nur auf die stark vorentwickelten, schon in Bereitschaft stehenden Organe auswirkt, während die noch weniger vorgebildeten Blattknospen von diesen Witterungseinflüssen fast unberührt bleiben.

Die Organe ein und derselben Pflanze treten also zu verschiedenen Zeiten in den reaktionsfähigen Zustand.

Bei jeder Art kann man konstatieren, dass sie einen ihr eigenen, genau festgelegten jährlichen Entwicklungslauf hat. Durch besonders günstige oder schlechte Witterungsbedingungen kann eine Phase der Entwicklung aus dem Geleise geworfen werden, d. h. die Pflanze treibt oder blüht zu früh oder zu spät. Diese Schwankungen in den einzelnen Phasen sind gross bei Arten mit starker Vorentwicklung gewisser Organe im vorausgehenden Herbst, allgemein bei Frühtreibern und Frühblühern. Viel kleiner sind sie bei Arten

mit geringer Vorentwicklung, d. h. geringen Reservestofflagern, allgemein bei Spättreibern und Spätblühern.

Man kann aber auch feststellen, wie bei jeder Art, deren Entwicklung aus dem Geleise geworfen wurde, sofort eine Tendenz auftritt, wieder in den allgemeinen Rhythmus einzulenken. Bei zu frühem Erscheinen irgendeines Stadiums (wie bei *Corylus* z. B. die Blüte), geschieht dieses Einlenken dadurch, dass Organe, deren Entwicklung einer späteren Phase angehört (wie die Blattknospen), dieselbe nicht auch verfrüht durchlaufen, d. h. die Phase der Belaubung wird bei vorzeitig blühenden Corylussträuchern vielleicht wohl etwas früher, aber nicht entsprechend früher einsetzen.

Bei zu spätem Erscheinen einer Frühphase sind die Organe einer oder etlicher Folgephasen schon so reaktionsfähig, dass sie in kurzen Intervallen rasch aufeinander folgen, wodurch wiederum eine Annäherung an den normalen Zeitpunkt des Erscheinens gewisser Phasen erfolgt. Das heisst auch bei gestörter Entwicklung einzelner Frühphasen wird die Vollentwicklung einer Art im Jahresverlauf immer um den gleichen Zeitpunkt schwanken. Es tritt also im jährlichen Entwicklungsgang eine Regulierung, ein Ausgleich der durch die Aussenfaktoren bedingten Schwankungen ein.

Am besten wird uns diese Regulation durch die Fruchtzeit und den Laubfall demonstriert (siehe dort), die zwar in ausgesprochen frühen Frühjahren, wenn zudem auch der Sommer noch recht günstig verlief, wohl zeitiger, aber nicht dem Austreiben entsprechend früher einsetzen.

Vergleichen wir z. B. bei *Corylus* die Fruchtreife während des Dezenniums, so fällt diese regelmässig in die Zeit zwischen Anfang und Mitte September, ganz gleichgültig, ob die Blütezeit anfangs Februar (1935, 1936) oder erst Mitte oder Ende März (1940, 1932) erfolgte.

Ebenfalls bezüglich des Laubfalles müssen wir konstatieren, dass auf ein spätes Austreiben und Entfalten durchaus nicht immer ein später Laubfall folgt, sondern auch frühes Treiben mit spätem Laubfall (1938) oder spätes Treiben mit frühem Laubfall (1934, 1940) kombiniert sein können.

Darin spiegelt sich die Regulation wider, die einerseits von der Pflanze selbst, durch innere Faktoren, anderseits durch den Witterungscharakter des Sommers, also durch äussere Faktoren, bewirkt wird.

Wie die Tabellen 1—6 uns die Regulation im jährlichen Entwicklungsgang der einzelnen Art erkennen lassen, so lehren die Tabellen 7—16, dass die Länge der Vegetationsdauer, d. h. die Zeit zwischen dem Entfalten der Blätter (des Assimilationsapparates) und deren Absterben bei verschiedenen Arten sehr verschieden lang ist. Der Laubfall zeigt keine Korrelation zum Austreiben und Entfalten. Nebst Arten mit frühem Entfalten und spätem Laubfalle (also mit langer Vegetationszeit) sehen wir solche mit spätem Entfalten und frühem Laubfall (also mit kurzer Vegetationszeit, z. B. *Cercis*, *Citrus trifoliata*). Ebenfalls steht die Laubperiode, wie oben schon erwähnt, zu der Blütezeit in ganz verschiedener Folge, bald geht sie mehr voraus, bald folgt sie mehr nach.

Die Arten mit langer Laubphase oder mit im Verhältnis zur Pflanze kräftiger Laubentwicklung repräsentieren sich meist als Frühtreiber oder Frühblüher. Bei ihnen werden entweder gewisse Organe (Blatt- oder Blütenknospen im Vorjahr schon weit vorgebildet, *Corylus*) oder Reservestoffe angelegt (*Galanthus*). Dass nun aber bei verlängerter Laubphase nicht unbedingt eine Bereitschaft zu frühem Treiben und Blühen erfolgen muss, sondern gerade das Umgekehrte der Fall sein kann, zeigt sich bei *Hedera Helix*, die als immergrüner Kletterer erst recht spät treibt und erst im Herbste blüht. Das zeigt wiederum, dass nebst dem durch die erbliche Veranlagung festgelegten Erscheinen bestimmter Phasen noch ganz bestimmte Schwellenwerte durch die von aussen wirkenden klimatischen Bedingungen erfüllt sein müssen, ehe die Pflanze reagiert.

Ähnliche Gesetzmässigkeiten lassen sich herausschälen, wenn wir das Entfalten bei *Berberis vulgaris*, *Magnolia precia* und *Citrus trifoliata* und andern Arten zu gewissen Phasen der betreffenden Pflanzen in Beziehung setzen.

III. Abhängigkeit der Blütezeit von den klimatischen Bedingungen:

Die allgemeinen Erscheinungen der Blütezeit wurden weiter vorn (Seiten 5, 6, 9, 10) erwähnt.

a) *Sambucus nigra:*

Der Holunder ist ein Spätblüher. Die Blütezeit ist von mittlerer Dauer, ca. 3—4 Wochen. Beim Vergleich mit Frühblühern fallen auf: die geringe Schwankung im Aufblühen (stets Ende Mai oder anfangs Juni) und die Gleichmässigkeit der Blütedauer. Dieses ausgeglichene Verhalten der Blütezeit ist wohl in erster Linie dem späten Blühen zuzuschreiben, das in eine Zeit fällt, in der wirklich hemmende klimatische Erscheinungen (wie tiefe Temperatur, Schneefall, Trockenheit usw.) eine grosse Ausnahme darstellen. In der Blütedauer tritt uns hier direkt eine Widerspiegelung der klimatischen Bedingungen entgegen. Zwar sehen wir 1931 und 1934 auch bei *Sambucus nigra* kurze Blütezeiten von nur ca. 2 Wochen, die zugleich in Regenperioden fallen, durch die eher eine Verlängerung der Blütezeit anzunehmen wäre.

Die Ursache scheint uns hier aber, wie weiter vorn erörtert wurde, eher in einem geringen Blütenansatz zu liegen, der ebenfalls eine Verkürzung der Blütezeit bewirkt. Daraus geht hervor, dass bei vergleichender Betrachtung phänologischer Erscheinungen unbedingt gleichstarke Pflanzen einander gegenübergestellt werden müssen. Die Vollblüte fällt normalerweise ungefähr in die Mitte der Blütezeit. Sie wird jedoch deutlich nach vorn verschoben, wenn Warmwindphasen (1935) oder hohe Temperaturen (1939) in ihren Anfang fallen; sie tritt verspätet ein, wenn tiefe Temperaturen, oft noch in Verbindung mit Regen, in ihrem Anfang auftreten.

Nebst innern Ursachen, die für die Beziehung zwischen Austreiben—Entfalten einerseits und Erblühen anderseits massgebend sind, ist für die kürzere

und raschere Aufeinanderfolge dieser Stadien vor allem der in die Zwischenzeit fallende Witterungscharakter verantwortlich. Allerdings ist durch diesen die Variation nur so weit möglich, als sie noch innerhalb der Grenzen der für die Pflanze ± fixierten Blütezeit fällt. Die Abhängigkeit der beiden Stadien, Austreiben und Erblühen, vom Witterungsverlauf soll am Beispiel von *Berberis* gezeigt werden (siehe Seite 14).

Die Blütezeit und der Verlauf der Blüte wäre zu genauern phänologischen Studien sehr geeignet; Vorbedingungen dazu sind eine wesentliche Verfeinerung der Beobachtungs- und Messmethoden, als wie sie der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegt werden konnten. Es müssen für die Versuche ganz bestimmte Arten, die auf klimatische Veränderungen stark reagieren, gewählt werden und die ausserdem in ihrer Ökologie, Phänologie usw. ganz verschieden sind.

Ausserdem müssen die ins Auge gefassten Arten vor dem Beginn phänologischer Beobachtungen möglichst genau auf ihre Morphologie, Ökologie und Physiologie durchstudiert sein. Morphologisch deshalb, damit Ende und Beginn gewisser Stadien scharf gefasst werden können, ökologisch und physiologisch deshalb, weil dadurch erfasst werden kann, wie weit die Ursachen des Standortes oder innere, von der Pflanze ausgehende Ursachen nebst den Witterungseinflüssen für die Phänologie verantwortlich sind. Voraussetzungen für genauere phänologische Untersuchungen sind exakte, an Ort und Stelle placierte Messinstrumente und vor allem exaktes, regelmässiges Beobachten über längere Zeit.

b) *Corylus Avellana* L.:

Viel deutlicher als bei *Sambucus* tritt uns die Einwirkung der klimatischen Faktoren auf den Verlauf der Blütezeit beim Haselstrauch entgegen. Dieser, als vorzeitiger Frühblüher, zeigt besonders schön die grossen Schwankungen im Einsetzen und im Verlauf der Blütezeit, verursacht durch die Witterung. Dieses Verhalten ist für alle diesem Typus zuzuzählenden Arten kennzeichnend.

Ein starkes Auseinanderziehen der Blütedauer, eine sogenannte Verschleppung, tritt auf, sobald Tage mit Schneefall, Regen und tiefen Temperaturen in die Blüteperiode fallen (Jahre 1937, 1938). Sehr kurz ist die Blütezeit, wenn hohe Temperaturen (1939) oder warme, austrocknende Winde (Föhn) in die Blütezeit fallen (1940).

Je nachdem, wann die günstigen oder ungünstigen Faktoren einsetzen, wird die Vollblüte früh erreicht (1936) oder später (1933). Das Auf- und Abflauen im Erblühen ist weitgehend vom Witterungscharakter abhängig.

Ähnliches Verhalten bezüglich der Blüte zeigen *Magnolia precia* und *Ulmus scabra.*

c) *Berberis vulgaris:*

Scheinbar konstatieren wir bei dieser, wie auch bei andern Arten keine enge Beziehung zwischen dem Austreiben und dem Beginn des Blühens; denn

die Zeitspanne zwischen diesen beiden Erscheinungen ist sehr different. Bald sehen wir, *Berberis* als Beispiel genommen, frühes Treiben und spätes, erst viele Wochen nachher einsetzendes Blühen, bald ist das Austreiben sehr spät und kurz darauf steht die Pflanze schon in Blüte. Eine Ursache dieser Erscheinung liegt einerseits im verschiedenen Bereitschaftsgrad der Pflanze zu verschiedenen Zeiten. Bei genauerem Studium der klimatischen Verhältnisse dieser Zeitspanne ergibt sich aber doch, dass zwischen Austreiben und Erblühen eine enge, auf klimatischen Vorgängen beruhende Beziehung vorhanden ist. Ganz bestimmte Temperatursummen, Feuchtigkeits- und Lichtmengen müssen auf die Pflanze eingewirkt haben, bevor sie ins Blütestadium tritt.

Für die Temperatur ist das nachstehend zusammengestellt:

Austreiben	Erblühen	Summe der mittl. Temperaturen d. Zwischenzeit (auf- oder abgerundet auf ganze Zehner).	In der Zwischenzeit auftretende Minimal- und Maximaltemp.	Klimatische Rückschläge der Zwischenzeit
1931 30. III.	8. V.	340 ° C)*	− 3 °, + 20 °	3 Tage mit Reif
1932 10. IV.	15. V.	340 ° C	0 °, + 24 °	2 Tage mit Reif 3 Tage mit Schneefall
1933 20. III.	5. V.	420 ° C	− 2 °, + 22 °	8 Tage mit Reif 3 Tage mit Schneefall
1934 1. IV.	7. V.	300 ° C	0 °, + 29 °	2 Tage mit Reif
1935 7. IV.	4. V.	330 ° C	+ 2 °, + 22 °	3 Tage frisch
1936 10. III.	15. IV.	320 ° C	− 2 °, + 20 °	8 Tage mit Reif 3 Tage mit Schneefall
1937 19. III.	10. V.	440 ° C	+ 2 °, + 18 °	3 Tage frisch 2 Tage mit Schneefall 3 Tage m. Schneedecke
1938 15. III.	1. V.	460 ° C	− 1 °, + 21 °	7 Tage mit Reif 5 Tage mit Schneefall
1939 6. IV.	1. V.	280 ° C	+ 5 °, + 23 °	nie Reif, nie Schnee
1940 28. III.	4. V.	360 ° C	− 1 °, + 26 °	1 Tag mit Reif 2 Tage mit Schneefall 4 Tage mit Regen und Schnee

*) Summe der mittleren Tagestemperaturen. Temperaturen unter 0 ° sind mit ihrem Minuswert mitgerechnet.

Wenn wir in obiger Zusammenstellung das Intervall zwischen Austreiben und Erblühen mit den in dieser Zeitspanne aufgetretenen Temperaturen in Beziehung setzen, so macht man folgende Feststellungen:

Berberis vulgaris beginnt mit Blühen erst, wenn in der Zwischenzeit etwa eine Temperatursumme von 300° C erreicht worden ist. Voraussetzung ist

natürlich, dass auch während dieser Zeit keine andern Faktoren unter-minimal sind.

Bei ganz günstigem Witterungsverlauf (1939) liegt die die Auslösung bewirkende Temperatursumme tiefer. Wie weit man, durch Schaffung möglichst optimaler Bedingungen, das Blühen nach vorn verschieben könnte, wäre im Experiment festzustellen.

Bei starken Witterungsrückschlägen in der Zwischenzeit (1933, 1937, 1938, 1940) muss eine entsprechende grössere Temperatursumme einwirken, um erstens die bremsende Wirkung aufzuheben und zweitens das Blühen einzuleiten.

1936 fallen in die Zwischenzeit fast ebensoviele ungünstige Tage wie in jedem der obenstehenden vier Jahre. Trotzdem erfolgt das Erblühen bei der viel tieferen Temperatursumme von ca. 300° C. Erklärt wird diese Erscheinung am besten durch die Auswirkung des ausnehmend milden Januars und des im ganzen günstigen Vorfrühlings, wodurch die Pflanze in einen höhern Bereitschaftsgrad versetzt wurde, so dass zur Auslösung der einzelnen Phänomene niedrigere Grenzwerte nötig waren. Bestätigend für diese Auffassung sind die ähnlichen Feststellungen, wie sie für das Austreiben derselben Pflanze gemacht werden konnten (siehe Seite 14 unten). Eingehende Untersuchungen in dieser Richtung würden sicher Zusammenhänge erkennen lassen, die in der vorliegenden summarischen Darstellungsweise nur vage zum Ausdruck kommen.

Ein ähnlicher Typus wie *Berberis*, nur in unsern Breiten für klimatische Schwankungen noch empfindlicher, ist *Citrus trifoliata*. Auf eine nähere Betrachtung dieser Art hinsichtlich ihres Verhaltens soll aber nicht eingetreten werden, da die verfügbaren Beobachtungsdaten nicht ganz vollständig sind.

IV. Abhängigkeit des Längenwachstums von den klimatischen Bedingungen:

Unter den phänologischen Erscheinungen tritt das Längenwachstum in seinen Anfangsstadien nach aussen viel weniger ins Bild als etwa das Entfalten der Blätter und das Öffnen der Blüten. Besonders das Einsetzen des Längenwachstums, die Zeit, in der sich der Trieb vorerst nur wenig, erst allmählich mehr zu strecken beginnt, ist nicht leicht zu erkennen.

Das Längenwachstum beansprucht unter den in den Tabellen aufgezeichneten Erscheinungen den grössten Zeitraum. Es setzt relativ früh ein und endet spät.

Die durch das Längen- (und Dicken-)wachstum bedingte Achsenentwicklung stellt die einzige an der Pflanze bleibende Massenzunahme dar; denn die bei der Blüten-, Blatt- und Fruchtbildung eintretende Massenzunahme ist nur vorübergehend, indem diese Organbildungen wieder abgestossen werden. Die Entwicklung dieser vorübergehenden Bildungen geht rasch vor sich und wird teilweise überschnitten vom Längenwachstum.

Bei gleichzeitigem Auftreten verschiedener Stadien tritt sicher eine gegenseitige Beeinflussung auf, deren Vorhandensein auf den gesamten Ablauf der Phasen nebst den klimatischen Verhältnissen wirkungsvoll sein muss. Bei einem durch die ungünstigen Witterungseinflüsse bewirkten verspäteten Austreiben, Entfalten, Blühen und Auswachsen der Triebe werden alle diese Vorgänge auf eine kurze Zeitspanne zusammengerafft, was für den einzelnen Vorgang vielleicht eine Abschwächung seines Verlaufes bedeutet.

Für das Einsetzen und den Verlauf des Längenwachstums scheinen, soweit die Tabellen darüber Anhaltspunkte liefern, die gleichen Gesetzmässigkeiten massgebend zu sein, wie für die andern Erscheinungen.

Auf Ausführungen über den Verlauf des Längenwachstums im Detail und auf eine Darstellung der Beziehungen zu andern Phasen muss verzichtet werden, weil darüber keine genauen Angaben vorliegen.

V. Abhängigkeit der Fruchtzeit, des Gilbens und des Laubfalles von den klimatischen Bedingungen:

Die Fruchtzeit ist im allgemeinen kurz, d. h. wenn die Reife einmal begonnen hat, verläuft sie rasch weiter.

Nebst dem gesunden Zustand der Pflanze sind für das Eintreten der Fruchtreife vor allem die klimatischen Bedingungen aus der Zwischenperiode Blüte—Frucht bedeutungsvoll.

Das auslösende Moment für die Fruchtreife ist aber verschieden und richtet sich weitgehend nach der Natur der Frucht.

Bei *Galanthus*, *Eranthis*, *Corylus* und *Ulmus* fällt die Fruchtreife, wenn man die Tabellen 7—16 verfolgt, jeweils eher in eine trockenere Periode oder folgt unmittelbar auf eine solche. Bei Pflanzen mit saftigen Früchten fällt, wenigstens auf die in den Tabellen verzeichneten Arten bezogen, die Fruchtreife mehr in die Regenperiode oder in eine Zeit mit sehr wechselnder Witterung. Wie die Sache im Einzelfall liegt, lässt sich an Hand der Tabellen nicht entscheiden.

Viel drastischer als bei den meisten Blütenpflanzen wird uns bei den Pilzen der Einfluss der jeweiligen Witterungsverhältnisse auf die Frucht-(körper-)bildung demonstriert. Dort haben wir sehr deutlich die Differenzierung der Faktoren in solche, welche die Fruchtbildung vorbereiten (häufig Wärme mit mässiger Feuchtigkeit) und in auslösende Faktoren, gegeben durch eine Regenperiode oder einzelne Gewitterregen. An solch augenfällig reagierenden Objekten können bei geeigneter Versuchsanordnung die hier angetönten Probleme näher studiert werden.

Das Gilben des Laubes, eine in der Natur sehr augenfällige Erscheinung, konnte in den Tabellen nicht eingetragen werden, weil darüber keine Aufzeichnungen vorlagen. Der Anfang des Gilbens bei sommergrünen Bäumen und Sträuchern ist meist sehr frühzeitig, nur wird er lange nicht beachtet, weil das Gilben oft im Innern der Kronen oder auf bestimmten Seiten (Ex-

position) einsetzt. Deutlich ist eine Abhängigkeit von der Feuchtigkeit vorhanden. Besonders frühzeitig setzt es in trockenen Sommern ein.

Der Laubfall. Betrachten wir die Tabellen 1—6 bezüglich des darin verzeichneten Laubfalles, so bemerken wir, dass dieser bei jeder einzelnen Art von Jahr zu Jahr zeitlich grossen Schwankungen unterworfen ist, die weitgehend auf die klimatischen Begebenheiten zurückzuführen sind.

Demgegenüber kommt in den Tabellen 7—16 auch eine aus innern Ursachen heraus entstehende regulative Wirkung zum Ausdruck, indem der Laubfall im grossen und ganzen doch nie vor einem gewissen Zeitpunkt einsetzt. Eine Korrelation zwischen Austreiben und Laubfall scheint nicht zu bestehen; denn die Fälle, wo auf spätes Treiben spätes Entlauben eintritt, halten den Fällen, wo auf spätes Treiben frühes Entlauben erfolgt, etwa die Waage. Jedenfalls gibt es diesbezüglich mannigfache Abwandlungen, und es ist daran ein Zusammenspiel vieler Faktoren beteiligt, deren Wirkungsweise wir im einzelnen noch nicht überblicken können.

Deutlich kommt beim Laubfall stets zum Ausdruck, dass es vor allem die zu dieser Jahreszeit herrschenden Witterungsverhältnisse sind, die ihn vorbereiten und auslösen. Das geht aus nachstehender Übersicht, die den Tabellen 7—16 entnommen ist, sehr klar hervor.

Allgemeine Zeit des Laubfalles	Vorangehende mittlere Monatstemperatur		Den Laubfall begünstigende klimatische Ursachen
	im Sept.	im Okt.	
1931 Anfang Oktober	10,4 ° C	8,5 ° C	kühler September
1932 Ende Oktober	17,5 ° C	9,9 ° C	Ende Oktober erster Schneefall
1933 Ende Okt./Anf. Nov.	15,2 ° C	10,3 ° C	ein einziges Mal Reif im Oktober
1934 Mitte Oktober	16,4 ° C	9,9 ° C	Mitte Oktober einmal Schneefall
1935 Ende Oktober	15,3 ° C	9,4 ° C	—
1936 Mitte Oktober	14,5 ° C	6,7 ° C	gegen Mitte Oktober Schneefall und Schnee
1937 Mitte Oktober	13,8 ° C	9,6 ° C	etwas Reif im Oktober
1938 Ende Oktober	15,2 ° C	9,8 ° C	—
1939 Ende Oktober	13,7 ° C	8,2 ° C	Ende Oktober Schnee
1940 Mitte bis Ende Okt.	14,5 ° C	8,9 ° C	Ende Oktober Schneefall

Zusammenfassung der wichtigsten die Phänologie bestimmenden Gesetzmässigkeiten und Gedanken zum weitern Ausbau der Beobachtungen

1. Die Grundlage für phänologische Arbeiten bildet die Kenntnis der verschiedenen phänologischen Typen, d. h., von den zu beobachtenden Arten muss die Aufeinanderfolge der Phasen, ihr Verlauf, ihre Überschneidung, ihre mögliche Variation durch die klimatischen Bedingungen und die Regulation bei verfrühtem oder verspätetem Erscheinen bekannt sein.

2. Grösse, Zustand, Alter und Standort der Pflanzen müssen genau bekannt sein.

3. Über den Zustand, in dem die Pflanzen in die absolute Winterruhe übertreten und über die Vorgänge, die sich vor den äusserlich sichtbaren Veränderungen abspielen, weiss man sehr wenig. Ebenso ist über das Einsetzen und den Verlauf vieler auffälliger Erscheinungen, wie über das Gilben und den Laubfall, noch recht wenig bekannt.

4. In der absoluten Ruhezeit (Vollruhe) reagiert die Pflanze auf Witterungseinflüsse nicht. Die Zeit der Vollruhe ist je nach Art sehr verschieden.

5. Während der Nachruhe (äusserlich scheinbar noch in Ruhe) befindet sich die Pflanze im Reaktionszustand, und günstige Witterungsverhältnisse vermögen einen gewissen Bereitschaftsgrad herzustellen, so dass es nur noch eines auslösenden Faktors bedarf, um gewisse Organe zur Entfaltung zu bringen. Es sind vorbereitende und auslösende Faktoren zu unterscheiden.

6. Wichtig ist der Grad der Vorbildung gewisser Überwinterungsorgane. Je stärker die Vorbildung gewisser Organe, der Laub- oder Blütenknospen, ist, um so rascher ist die Reaktion bei günstigen Witterungsverhältnissen während der Nachruhe. An ein und derselben Pflanze sind verschiedene Organe verschieden vorgebildet und reagieren deshalb verschieden.

7. Für die Überführung eines phänologischen Zustandes in den andern, z. B. den kahlen Strauch in den belaubten oder blühenden Zustand, sind stets die momentan herrschenden Witterungseinflüsse entscheidend. Entweder erfolgt die Reaktion an der Pflanze während der herrschenden Witterung oder unmittelbar darauf (Verzögerung).

8. Für das Auslösen der Vorgänge müssen gewisse Schwellenwerte überschritten werden. Diese werden auf verschiedene Weise erreicht, entweder durch eine einmalige günstige Witterungsperiode oder als Summationswirkung aus zahlreichen kleinern günstigen Intervallen.

9. Ungünstige Witterungsverhältnisse bewirken ebenso rasch ein Abbremsen (Verschleppen) oder gar ein Stoppen der Entwicklung. Auch hier sehen wir die momentane Reaktion in Erscheinung treten.

10. In Wirklichkeit wird der Schwellenwert und der Verlauf der Vorgänge durch das Zusammenspiel verschiedener äusserer (Witterung) und innerer Faktoren bedingt. Im Experiment lassen sich einzelne davon leichter fassen

als andere. In den vorigen Ausführungen wurden besonders die Temperaturverhältnisse berücksichtigt, weil uns darüber am meisten Aufzeichnungen zur Verfügung standen.

11. Der zeitliche Ablauf der einzelnen Phasen ist umso ausgeglichener, je mehr sie in den Sommer (in die Zeit der optimalen Bedingungen) fallen.

12. Die vorliegenden summarischen Ergebnisse dürfen nur als richtungweisend betrachtet werden. Für eingehende Untersuchungen müssen günstige Objekte herausgegriffen werden, die morphologisch, ökologisch und physiologisch genau studiert sind. Ferner müssten die Beobachtungsmethoden verfeinert und mit geeigneten Instrumenten kombiniert werden.