©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens

I. Phänologischer Jahresrhythmus sommergrüner Laubwälder

Hartmut Dierschke -

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisse langjähriger pflanzensoziologischer und ökologischer Untersuchungen in der Umgebung von Göttingen (Süd-Niedersachsen) sollen in einer Reihe von Beiträgen veröffentlicht werden. In diesem ersten Teil wird der allgemeine phänologische Jahresrhythmus sommergrüner Laubwälder zusammenfassend dargestellt. Obwohl im Verlauf der Vegetationsperiode verschiedene Entwicklungswellen fast übergangslos einander ablösen, lassen sich doch bei langjähriger Untersuchung bestimmte phänologische Phasen erkennen, die je nach Gesellschaft und Witterungsverlauf unterschiedlich klar hervortreten.
Für die Laubwälder Süd-Niedersachsens werden auf der Grundlage von Blühwellen folgende 11 Phasen beschrieben:

1. *Corylus-Leucojum*-Phase
2. *Acer platanoides-Anemone nemorosa*-Phase
3. *Prunus avium-Ranunculus auricomus*-Phase
4. *Fagus-Lamiastrum*-Phase
5. *Sorbus aucuparia-Galium odoratum*-Phase
6. *Cornus sanguinea-Melica uniflora*-Phase
7. *Ligustrum-Stachys sylvatica*-Phase
8. *Clematis vitalba-Galium sylvaticum*-Phase
9. *Hedera-Solidago*-Phase
10. Herbstphase
11. Ruhephase

Für jede Phase werden die Blüh-, Frucht- und Sproßaspekte der Waldgesellschaften geschildert, ergänzt durch den jeweiligen Zustand und Wandel der offenen Kulturlandschaft mit ihren wichtigsten Vegetationstypen einschließlich der Siedlungen (Landschaftsphänologie).
Abschließend wird die standörtliche, räumliche und zeitliche Variabilität der Phasen diskutiert. Literaturvergleiche zeigen, daß die unterschiedenen Phasen in weiten Bereichen Mitteleuropas in ähnlicher Weise ablaufen.

SUMMARY

The results of phytosociological and ecological investigations in the surrounding area of Göttingen (Southern Lower Saxony) will be published in a series of contributions. The first part gives a synopsis of the phenological rhythm of deciduous forests based on observations of several years. Though there are developmental waves which follow almost continuously during the vegetation period, longtime investigations show sequences of phenological phases with a relative small variation between years and plant communities.
For the deciduous forest of the Southern Lower Saxony on the basis of flowering waves eleven phenological phases are distinguished (see the German summary). For every phase the flowering, fruiting and shoot aspects are described, supplemented by the phenological change of the open cultural landscape and the settlements (landscape phenology).
Finally the variation of the phases caused by ecological factors, space and time is discussed. Comparisons with data from literature show that the proposed phenological phases will be very equal in large regions of Middle Europe.

EINLEITUNG

In den vergangenen 15 Jahren sind in der weiteren Umgebung von Göttingen, vorwiegend im Weser-Leine-Bergland, eine größere Zahl pflanzensoziologischer und ökologischer Untersuchungen durchgeführt worden. Weitere Arbeiten sind in Gang oder werden folgen. Teilweise mit Hilfe vieler Mitarbeiter hat sich inzwischen ein umfangreiches Datenmaterial angesammelt, das jetzt nach und nach unter verschiedenen Gesichtspunkten zusammengefaßt, ausgewertet und publiziert werden soll.

Die Umgebung von Göttingen ist durch das Auftreten mesozoischer Gesteine, vorwiegend des Buntsandsteins und Muschelkalks geprägt (s. STILLE & LOTZE 1933, NAGEL & WUNDERLICH 1969, BUHL & SCHWAB 1976). Erst in weiterer Entfernung kommen im Harz auch ältere, meist basenarme Gesteine vor. Unsere Untersuchungen konzentrieren sich hauptsächlich auf die floristisch besonders reichhaltigen, ökologisch sehr abwechslungsreichen Muschelkalk-Gebiete, ohne die anderen Bereiche ganz außer acht zu lassen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Das Klima kann als subatlantisch mit teilweise leicht kontinentaler Tönung eingestuft werden. Für Göttingen im Leinetal liegt die mittlere Jahrestemperatur bei 8.5 °C (Januar 0°, Juli 17.2 °C; s. Reichsamt für Wetterdienst 1939), am Harzrand bei 7.6° (Herzberg), im Oberharz bei 5.8 °C (Clausthal).
Die Jahresniederschläge mit Hauptmaximum im Sommer (Juli-August) betragen für abgeschirmte Tieflagen (Leinetal, Eichsfelder Becken) um 600 mm, auf den Höhen des niederen Berglandes bis 800 mm. Lediglich die Luvlagen im Westen (Solling über 900 mm) und der Harz (bis über 1500 mm) weichen deutlich ab (vgl. auch HAEUPLER 1976, HOFFMEISTER 1937, für den Witterungsverlauf der letzten Jahre SCHMIDT 1981).

Das Untersuchungsgebiet liegt hauptsächlich in der kollinen bis submontanen Stufe (130-450 m NN). Im Solling (s. GERLACH et al. 1970) ist eine montane Stufe, im Harz (s. HAEUPLER 1970, DIERSCHKE & VOGEL 1981) eine montane und oreale (hochmontane) Stufe ausgebildet.

Große Teile des Untersuchungsgebietes werden seit langem vom Menschen besiedelt und genutzt. Trotzdem gibt es noch auf fast allen Standortstypen naturnahe Waldreste, die einen Überblick der Naturvegetation erlauben. Neben den nicht untersuchten naturfernen Nadelholzforsten, vorwiegend auf basenarmen Böden, gibt es auch zahlreiche Wälder, die nach langzeitiger Mittel- oder Niederwald-Wirtschaft einen halbnatürlichen Charakter haben.

Für Niedersachsen und sicher auch darüber hinaus bilden die Wälder der weiteren Umgebung von Göttingen botanisch sehr reizvolle, oft artenreiche Bestände. Dem Klima entsprechend zeigen sie einen gewissen Übergangscharakter zwischen stärker atlantisch geprägten Wäldern weiter nordwestlich und den östlich bis südlich anschließenden Gebieten (s. RÜHL 1954, 1973, HAEUPLER 1976).

In diesem ersten Beitrag wird zunächst etwas allgemeiner der Lebensablauf der Laubwälder im phänologischen Jahresrhythmus dargestellt. Ihm wird als nächstes ein umfassender syntaxonomischer Überblick aller untersuchten Waldgesellschaften folgen. Dieser soll ergänzt werden durch Einzeldarstellungen besonders interessanter Waldgebiete. Mehr ins Detail gehen dann auch genauere phänologische und ökologische Untersuchungen einzelner Waldbestände.

PHÄNOLOGISCHE PHASEN VON WALDBESTÄNDEN UND LANDSCHAFTSPHÄNOLOGIE

Jeder Pflanzenbestand zeigt im Jahresverlauf einen mehr oder weniger deutlichen Wechsel seines Erscheinungsbildes, das sich in der vegetativen und generativen Entwicklung seiner Pflanzenarten dokumentiert. Genauso wie die floristische Zusammensetzung einer Gesellschaft in gewisser Schwankungsbreite festgelegt ist, unterliegt auch der phänologische Rhythmus bestimmten Gesetzmäßigkeiten.

Weder jede Pflanze noch jede Pflanzenart ist in ihrer Entwicklung völlig unabhängig. Unter den spezifischen Standorts- und Konkurrenzverhältnissen muß sie, um erfolgreich bestehen zu können, dem Gesamtrhythmus möglichst gut angepaßt sein. Auch wenn jede Pflanze und Pflanzenart im dynamischen Gleichgewicht eines ausgeglichenen Bestandes ihre feste ökologische Nische besitzt, gibt es meist eine Reihe von Arten, die sich phänologisch sehr ähnlich verhalten. Sie sind in ihrem Rhythmus, oft auch in ihrer Wuchskraft einander angepaßt und unterliegen untereinander infolge ihrer phänologischen Gemeinsamkeiten besonders starker gegenseitiger Beeinflussung. "Die Jahresrhythmik der pflanzlichen Lebensäußerungen beeinflußt in hohem Maße den Wettbewerb der Arten um Raum und Nahrung" (BRAUN-BLANQUET 1964, S. 508).

Andererseits können sich Arten unterschiedlichen phänologischen Verhaltens zumindest teilweise aus dem Wege gehen, indem sie ihre Hauptentwicklung zu verschiedenen Jahreszeiten haben. Gerade in artenreichen Laubwäldern ist neben der Konkurrenz die zeitliche Differenzierung und Ergänzung der Pflanzen ein auffälliges Merkmal. So gehören phänologische Untersuchungen mit zu den wichtigsten Grundlagen für die Erklärung eines Pflanzenbestandes und darüber hinaus unter Einbeziehung anderer Lebewesen und der jahreszeitlichen Standortsveränderungen zu den grundlegenden Fundamenten einer Ökosystem-Analyse.

Der allgemeine phänologische Rhythmus von Pflanzenbeständen, in Mitteleuropa vorwiegend gesteuert durch den Wechsel der wärmeklimatischen Jahreszeiten und der Tageslänge, ist jedem Naturbeobachter bekannt. Zu jeder pflanzensoziologischen oder floristischen Bestandesanalyse gehört auch die Untersuchung der Abfolge von Sproß-, Blüh- und Fruchtaspekten (s. z.B. NEUHÄUSL 1982). Wie verschiedene Bibliographien zeigen (BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1970, TÜXEN & WOJTERSKA 1977), gibt es inzwischen auch zahlreiche genauere Untersuchungen

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

einzelner Pflanzenbestände, die in verschiedener Richtung ausgewertet sind. Darüber hinaus lassen sich Einzelbeobachtungen zu mehr landschaftlichen Aspekten zusammenfassen, in welche neben natürlichen Erscheinungen auch die dem phänologischen Rhythmus eingepaßten Tätigkeiten des Menschen gehören. Erste Ansätze einer solchen Gesamtschau werden seit langem für klimatische Bewertungen benutzt (z.B. IHNE 1905, ROSENKRANZ 1951, SCHNELLE 1953, 1955, SEYFERT 1960, BLÜTHGEN 1966). Man kann diese Richtung als "Landschaftsphänologie" bezeichnen. Damit gewinnen Detailuntersuchungen auch ihren Wert für eine landschaftsbezogene biogeographische Übersicht, die gerade für eine landwirtschaftlich geprägte Kulturlandschaft, aber auch für stärker menschlich geformte Stadt- und Industrielandschaften von grundlegender Bedeutung ist.

In artenreichen Waldbeständen auf basenreichen Böden ist der phänologische Jahresrhythmus besonders deutlich ausgeprägt. Er wird gesteuert von den im Jahresverlauf wechselnden Wärmebedingungen und Tageslängen; für den Unterwuchs auch durch das vom Frühjahr zum Sommer sich wandelnde Lichtklima. Jede Art ist in ihrer physiologischen Konstitution in unterschiedlicher Weise diesem Wechsel der Außenbedingungen angepaßt, wobei ihre Wuchsamplitude durch die Konkurrenz anderer Pflanzen mehr oder weniger eingeschränkt wird.

Gerade über solche artenreichen Wälder gibt es in jüngerer Zeit eine größere Zahl phänologischer Analysen, die aber noch lange nicht ausreichen, um einen vollständigen Überblick zu bekommen. Insbesondere fehlt es oft noch an phänologischen Querverbindungen im Sinne landschaftsphänologischer Betrachtungen.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Zur Untersuchung phänologischer Jahresabläufe in Pflanzenbeständen sind verschiedene methodische Grundlagen denkbar. Zunächst braucht man einen möglichst allgemein gültigen Schlüssel, der es erlaubt, den jeweiligen Entwicklungszustand einer Pflanze hinreichend genau einzustufen. Für unsere eigenen Untersuchungen hat sich ein zehn- bzw. elfteiliger Schlüssel bewährt. Er ist getrennt nach der vegetativen und generativen Entwicklung und kann im Detail besonderen Entwicklungen angepaßt werden (s. DIERSCHKE 1972). Wenn man mit Hilfe eines solchen Schlüssels einzelne Pflanzenbestände in kurzen Zeitabständen (etwa einmal wöchentlich) aufnimmt, erhält man als Ergebnis qualitative phänologische Diagramme (Phänospektren), die unter zusätzlicher Berücksichtigung des wechselnden Deckungsgrades der Pflanzenarten auch quantitativ bewertet werden können. Beispiele hierzu finden sich z.B. bei DIERSCHKE (1974).

Ein mehr landschaftsphänologisches Vorgehen ist die Erfassung des phänologischen Zustandes möglichst vieler Arten zur gleichen Zeit in einer Landschaft. Neben schon erwähnten allgemeineren Auswertungen für die Klimatologie haben sich solche Untersuchungen für die flächenhafte Erfassung von Wärmestufen und Wuchsklima-Karten bewährt (s. z.B. ELLENBERG 1974, SCHREIBER 1968, 1969, 1977).

Für eigene phänologische Untersuchungen wurden beide Verfahren benutzt. In dieser ersten Darstellung phänologischer Phasen von Waldgesellschaften sind die Ergebnisse allgemeiner zusammengefaßt, wobei nicht alle Phasen überall auftreten oder klar zu trennen sind. Phänologische Diagramme einzelner Gesellschaften sind einer späteren Arbeit vorbehalten.
Neben der Darstellung einzelner Phasen von Waldgesellschaften wird hier versucht, auch den landschaftsphänologischen Anschluß herzustellen, in dem die Waldphasen eine größere physiognomische Rolle spielen können. So schließt sich an die Schilderung der Waldphasen jeweils eine solche der phänologischen Entwicklung der Kulturlandschaft und der Siedlungen an. Sie bezieht sich vorwiegend auf die kolline Stufe im Muschelkalkbereich in der Umgebung von Göttingen.

Für die Abgrenzung der Phasen eignet sich vor allem die generative Entwicklung einzelner Pflanzengruppen. Es hat sich gezeigt, daß besonders der Zeitraum vom Blühbeginn bis zur vollen Blüte der Arten mehr oder weniger deutliche Artengruppen gleichen phänologischen Verhaltens ergibt. Dagegen ist die Blühdauer weniger aussagekräftig: Manche Arten haben eine kurze Blütezeit, die innerhalb einer Phase abläuft, andere Pflanzen blühen sehr lange und reichen noch weit in die folgende(n) Phase(n) hinein (s. Abb. 1-3).
Besonders im Frühjahr und Herbst sind Merkmale der vegetativen Entwicklung von zusätzlicher Bedeutung. Sie sind aber nicht so gut erkennbar und abgrenzbar und werden deshalb nur als begleitende Kriterien verwendet. Im Sommer bis Herbst können außerdem Fruchtaspekte mit einbezogen werden.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Bei sehr genauer Untersuchung der phänologischen Entwicklung einzelner Pflanzenarten zeigt sich, daß sich kaum zwei Arten gleich verhalten. Vielmehr vollzieht sich ein wellenförmiger Wechsel der Aspekte mit bestimmten Kulminationspunkten, die sich allmählich durch Abblühen einzelner Arten abschwächen und durch den Blühbeginn neuer Arten zum nächsten Höhepunkt entwickeln (s. LAUSI & PIGNATTI 1973). So lassen sich zwar gewisse Phasen voneinander abtrennen, die aber gleitend ineinander übergehen und manchmal auch ineinander verschachtelt sind (s. Abb. 1-3).
Besonders gut sichtbar und differenzierbar sind solche Phasen im Frühjahr, vor allem bei allmählicher, gleichmäßiger, zeitlich ausgedehnter Erwärmung. In Jahren mit plötzlich starker Erwärmung kommt es dagegen zur Überlappung oder zu völliger Verwischung der phänologischen Unterschiede. Entsprechend sind manche Phasen auch in höheren Lagen, wo die Erwärmung mit Verzögerung, teilweise aber sehr rasch eintritt (s. SCHNELLE 1973), weniger ausgeprägt als in tieferen Gebieten.

Da die ökologischen Bedingungen und der Gesamtrhythmus für höhere Gehölze und krautige Pflanzen sowie Zwergsträucher im Jahresverlauf nicht gleich sind, erschien es ratsam, zunächst jeweils zwei Gruppen von Pflanzen zu unterscheiden. Gewöhnlich lassen sie sich aber parallelisieren, wobei zeitlich gewisse Überlappungen auftreten können. Im Sommer und Herbst sind phänologische Phasen der Gehölze nur noch schwer zu unterscheiden, da die meisten Bäume und Sträucher ihre Blütezeit beendet haben. Hier ergeben Fruchtaspekte und Laubverfärbung weitere Hilfe.
Im Gegensatz zu anderen Arbeiten, wo häufig die erstmals von IHNE (1895) vorgeschlagenen jahreszeitlichen Bezeichnungen benutzt werden (z.B. ROSENKRANZ 1951, SCHNELLE 1955), ziehen wir es vor, die Phasen nach möglichst weitverbreiteten, auffälligen und jeweils bezeichnenden Arten zu benennen. Da Gehölze und krautige Pflanzen sich meist ähnlich gruppieren lassen, ist eine Art beider Gruppen zur Namengebung verwendet worden. Die jahreszeitlichen Bezeichnungen sind jeweils mit angegeben, decken sich aber nur teilweise mit der hier vorgeschlagenen Gliederung.

Der phänologische Anschluß von Pflanzen und Pflanzengesellschaften der offenen Kulturlandschaft ist zum Teil recht gut möglich. Mit fortschreitender Jahreszeit ergeben sich dort aber zahlreichere Aspekte und Aspektwechsel, während die Phasen im Wald sehr lange währen.

PHÄNOLOGISCHE PHASEN DER LAUBWÄLDER IM KOLLIN-SUBMONTANEN BEREICH SÜDNIEDERSACHSENS

1. Corylus-Leucojum-Phase

(Vorfrühling)

Im winterkahlen Laubwald ist die erste Phase des Vorfrühlings (ab Anfang bis Mitte März) nur durch wenige Pflanzen geprägt. Die Temperaturen im März sind allgemein noch niedrig und gehen meist langzeitig kaum über 5 °C hinaus. Sobald der Schnee abgetaut ist, können an sonnigen Tagen am Boden zwar schon gelegentlich höhere Temperaturen gemessen werden (s. FIRBAS 1927), die allgemeine Bodenerwärmung ist aber noch gering. Auch Fröste können kurzfristige Erwärmungen wieder zunichte machen. Die Lichtverhältnisse am Waldboden sind gegenüber dem Freiland wenig eingeschränkt, allgemein aber durch geringe Tageslänge und häufige Nebel von späteren Phasen unterschieden.

Die Pflanzen dieser ersten Phase zeichnen sich durch niedrige Temperaturoptima der Photosynthese aus (s. z.B. BETHKE et al. 1965). Sie investieren ihre Reservestoffe für rasche Blüten- und Sproßbildung. Die Blätter folgen oft erst später oder entwickeln sich höchstens gleichzeitig. Beginn und Ende der Phase sind sehr stark von der jeweiligen Witterung abhängig und wechseln stärker von Jahr zu Jahr. Folgende Pflanzen sind für unser Gebiet zu nennen:

Gehölze: *Alnus glutinosa, Cornus mas, Corylus avellana, Daphne mezereum, Salix caprea, Ulmus glabra, U. laevis.*
Krautige: *Galanthus nivalis* (wohl nur verwildert), *Helleborus viridis, Hepatica nobilis, Leucojum vernum.*

Nach der Winterruhe beginnt für die Gehölze die Mobilisierungsphase (BRAUN 1980), in der durch starke Wasseraufnahme bei fast fehlender Transpiration ein Überdruck entsteht. Die Bäume geraten in Saft; ihre Knospen schwellen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

In der schützenden Laubdecke finden sich schon vielfach gelbliche, oft zusammengekrümmte Triebe von Arten der folgenden Phase. Sie sind startbereit, um bei etwas stärkerer Erwärmung rasch auszutreiben. Tritt diese Erwärmung sehr früh ein, überlagern sich beide Phasen. Häufig besteht dann jedoch die Gefahr, daß die Pflanzen der zweiten Phase bei erneuten Frosteinbrüchen stärkere Schäden erleiden (z.B. *Allium ursinum, Arum maculatum, Mercurialis perennis).*

In der freien Landschaft ist noch kaum eine Entwicklung zu erkennen. Erste Farbtupfer ergeben die gelben Blüten des Huflattichs *(Tussilago farfara),* der sich phänologisch ähnlich verhält wie die Waldpflanzen.
In den Gärten blühen teilweise die gleichen Arten wie im Wald. Hinzu kommen *Hamamelis, Jasminum, Crocus, Eranthis hiemalis* und *Erica carnea.*

2. Acer platanoides-Anemone nemorosa-Phase

(Beginn des Erstfrühlings)

Auch die zweite Phase ist durch weithin kahle Bäume und Sträucher (Mobilisierungsphase) bestimmt. Bei stark wechselnder Witterung wird es Anfang bis Mitte April am Boden teilweise schon recht warm, im Wechsel mit kühleren Zeiten und häufigeren Nachtfrösten. Der Lichtgenuß steigt durch größere Tageslänge und höheren Sonnenstand. Nach SEYFERT (1960, S. 52) gibt es oft einen "Nachwinter" mit einer längeren Periode kühler bis kalter Witterung, die das gesamte biologische Geschehen zum Stocken bringt.

Während des Abblühens von *Cornus mas* und *Salix caprea* bekommen viele Gehölzknospen grüne Spitzen, die den Beginn der Vegetationsperiode anzeigen. Besonders auffällig blüht dann bald der Spitzahorn *(Acer platanoides).* Ihm folgt etwas später weniger sichtbar die Blüte der Esche *(Fraxinus excelsior).* Beide haben zur Blütezeit noch keine Blätter.
In der Strauchschicht blühen vereinzelt *Ribes-* und *Salix*-Arten. Bald kommen auch die ersten Blätter hervor, wobei der Wald, besonders aber der Waldrand, von unten nach oben allmählich einen grünen Schimmer bekommt (z.B. durch *Sambucus nigra, Rosa canina, Viburnum opulus, Corylus, Carpinus).*

In der Krautschicht vollzieht sich schon etwas früher eine rasche Entwicklung. Auf Kalk bildet die teilweise frühere Blüte von *Hepatica* den Übergang. Bei etwas höheren Temperaturen wachsen die im Laub startbereiten Triebe rasch aus. Besonders *Allium ursinum* und *Arum maculatum* zeigen oft schon in der 1. Phase einzelne Blätter.
Für die meisten Pflanzen der *Anemone*-Phase ist eine rasche Entwicklung bis zur Blüte charakteristisch. Es handelt sich durchweg um Geophyten mit Speicherorganen, deren Reservestoffe schnell mobilisiert werden. Auch bei ihnen liegt das Temperaturoptimum der Photosynthese recht niedrig, bei *Ranunculus ficaria* z.B. bei 8-10 °C (MUDRACK 1935). In ihrer Höchstleistung kommen diese Pflanzen den Sommerpflanzen recht nahe, wenn auch die geringere Tageslänge die Gesamtproduktivität einschränkt (BETHKE et al. 1965). Insgesamt stehen sie zwischen sommerlichen Sonnen- und Schattenpflanzen (s. auch LÖHR 1952).

Der erste weithin auffällige Aspekt wird von *Anemone nemorosa* gebildet, bald gefolgt von *A. ranunculoides.* Unscheinbar im Schutz der überwinternden alten Blätter blüht die Haselwurz *(Asarum europaeum).* Weitere Pflanzen dieser Phase sind *Adoxa moschatellina, Carex digitata, C. montana, Corydalis cava, C. solida, Gagea lutea, Luzula pilosa, Mercurialis perennis, Potentilla sterilis, Primula elatior, P. veris, Pulmonaria officinalis* s.l., *Ranunculus ficaria, Sesleria varia.* An feuchteren Stellen blühen *Chrysosplenium alternifolium* und *oppositifolium.*
Auch diese Arten entfalten ihre Blüten meist vor oder während der Blattentwicklung. Zeitpunkt und Dauer der Blüte variieren von Jahr zu Jahr recht stark. Besonders *Primula elatior* und *Pulmonaria* beginnen ihre Blüte in milden Frühjahren teilweise schon in der 1. Phase und zeigen teilweise eine Blühdauer bis in die 5. Phase (s. Abb. 3).

In artenreichen Wäldern wird der Boden rasch grün, während Wälder basenarmer Standorte noch fast kahl erscheinen. Hier fehlt oft die *Anemone*-Phase ganz. Jetzt treiben auch viele Arten der nächsten Phasen aus, treten aber noch nicht stärker in Erscheinung.

Die offene Landschaft zeigt weiterhin noch keine deutliche Entwicklung. In Feuchtwiesen beginnt die Blüte von *Caltha palustris.* Während die gut gedüngten Wiesen und Weiden allmählich ergrünen, sind die Magerrasen noch strohigbräunlich, auf Kalk mit ersten blauen und gelben Punkten von *Viola hirta* und *Primula veris.* An Flußufern beginnt die Blüte von *Petasites hybridus.*

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

In den Gärten der Siedlungen gibt es dagegen eine größere Zahl krautiger Pflanzen, die allmählich zur Blüte gelangen, wie Krokusse, Tulpen, Hyazinthen, Narzissen, Blaustern, Primeln und Veilchen. Noch auffälliger ist die Blüte mancher Sträucher (z.B. Forsythien, Blut-Johannisbeere; etwas später auch *Chaenomeles, Magnolia, Mahonia,* Mandelbaum und die ersten Zierkirschen).

3. Prunus avium-Ranunculus auricomus-Phase

(Ende des Erstfrühlings)

Ende (Mitte) April bis Anfang Mai wird es deutlich wärmer. Bei allgemein milderer Witterung werden einzelne warme Sonnentage stärker wirksam; die Nachtfrostgefahr nimmt rasch ab.

Bäume und Sträucher beginnen sich allmählich stärker zu belauben, zunächst die kleineren, dann auch die höheren Gehölze. Vor allem warm-feuchte Bedingungen führen zu raschem Blattaustrieb. Damit vollzieht sich der Übergang von der Mobilisierungs- zur Wachstumsphase (BRAUN 1980). Kurz nach der Blattentfaltung beginnt das Dicken- und Längenwachstum, das sich in Schüben oder mehr gleichmäßig bis zum August hin fortsetzt (s. auch LARCHER 1980).

Besonders in Eichen-Hainbuchenwäldern *(Stellario-* und *Galio-Carpinetum)* nimmt die Beschattung stellenweise rasch zu. Die Buchenwälder sind noch recht lichtreich, *Fraxinus*-reiche Wälder bleiben sehr hell.
Bei *Fagus sylvatica* verläuft das Ergrünen wenig synchron. Einige, meist kleinere Bäume sind schon fast voll belaubt, die Vielzahl der ausgewachsenen Bäume zeigt nur einen ersten grünen Schimmer. Nach SCHNELLE (1973) kann für das Austreiben der Bäume von einem Temperaturmittel von 8 °C ausgegangen werden. Nach SCHOBER & SEIBT (1971) treibt die Buche im Solling bei einer wöchentlichen Durchschnittstemperatur von 6 °C aus.
In die abblühend gelbe Farbe des Spitzahorns mischen sich jetzt zunehmend weiße Töne, insbesondere von *Prunus*-Arten *(P. avium, P. padus, P. spinosa).* Bald folgen die Birken (hier *Betula pendula),* Pappeln *(Populus tremula, P.* x *canadensis)* und *Sambucus racemosa,* an Gewässern Baumweiden *(Salix fragilis).* Alle Arten blühen bereits vor oder während der Blattentwicklung. Am Waldrand bilden die Sträucher einen dichtgrünen Mantel.

Vom Lichtklima der Krautschicht her gesehen handelt es sich um eine Übergangsphase von offen-lichtreichen zu geschlossen-schattigen Bedingungen. Noch bestimmen teilweise die Arten der *Anemone*-Phase weiter das Bild (z.B. *Anemone, Primula, Pulmonaria, Ranunculus ficaria).* Mit gleitendem Übergang kommen aber neue Arten hinzu, besonders *Ranunculus auricomus,* in feuchten Wäldern auch *Cardamine pratensis.* Schon etwas früher beginnt die Blüte von *Viola reichenbachiana.* Weiter blühen jetzt *Euphorbia amygdaloides, Glechoma hederacea, Lathraea squamaria, Lathyrus vernus, Melica nutans, Oxalis acetosella, Veronica hederifolia* und *Viola riviniana.* In bodensauren Wäldern bestimmt meist weiter die braune Farbe der Laubschicht das Bild. In höheren Lagen blüht jetzt *Luzula sylvatica.*

In geophytenreichen Wäldern ist der Höhepunkt des Frühjahrsaspektes erreicht. Besonders üppig erscheint die vegetative Entwicklung in *Allium ursinum*-Beständen. Manche Arten der *Anemone*-Phase erreichen erst jetzt ihre volle vegetative Entwicklung (z.B. *Asarum, Mercurialis, Primula).* Auch die Sommerpflanzen, z.B. viele Gräser, kommen langsam heraus, so daß sich der Artenbestand allmählich vervollständigt. Dieser Zeitpunkt ist deshalb, einschließlich der folgenden Phase, besonders günstig für Vegetationsaufnahmen.

Die volle Entwicklung der zart- und großblättrigen Frühlingspflanzen macht sie besonders anfällig gegen Nachtfröste, die bis zu den Eisheiligen immer noch auftreten können. So wurden z.B. 1981 viele Pflanzen durch einen Kälteeinbruch im Mai stark geschädigt. Viele Blätter von *Allium, Arum, Lilium, Mercurialis, Polygonatum* u.a. waren teilweise oder ganz erfroren. Die Blütenbildung blieb gegenüber ungestörten Jahren (z.B. 1982) deutlich zurück.
Unabhängig von solchen schädigenden Wirkungen beginnen in dieser Phase bereits einige kurzlebige Geophyten zu vergilben *(Gagea, Leucojum).*

Während viele Wälder jetzt ihren ersten phänologischen Höhepunkt erreichen, entwickelt sich die offene Landschaft weiterhin nur zögernd. Üppig grüne Sträucher in Hecken und Feldgehölzen sowie die weißen Blüten der *Prunus*-Arten sind besonders in der kollinen Stufe weithin bestimmend. Am Gebüschrand blühen *Cruciata laevipes, Glechoma hederacea* und *Lamium maculatum.* Im Grünland

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

beginnt der erste deutliche Aspekt mit der Blüte von *Taraxacum officinale*, in Feuchtwiesen kommen *Caltha*, *Cardamine* und z.T. *Ranunculus auricomus* hinzu. Gegen Ende der Phase wachsen die Gräser allmählich in die Höhe; *Alopecurus pratensis* zeigt bereits seine Ähren.
Das Wintergetreide wird langsam dichter grün. Magerrasen, Ruderalfluren und Säume fallen noch wenig auf; allgemein setzt sich aber die grüne Farbe durch.

In den Siedlungen beginnt die Obstblüte (Kirschen, Birnen, Pflaumen, Zwetschen); gegen Ende der Phase erblühen die Apfelbäume. Zierkirschen, Tulpenbaum *(Liriodendron)* und Sträucher der vorigen Phase ergeben ein buntes Bild. In den Steingärten blühen die Polster verschiedener Arten *(Alyssum*, *Aubrietia*, *Iberis* u.a.)

4. Fagus-Lamiastrum-Phase

(Beginn des Vollfrühlings)

Ab der 2. bis 3. Maiwoche setzt sich endgültig ein wärmeres Allgemeinklima durch. Damit beginnt in den Wäldern der eigentliche Übergang zu einem schattig-kühlen Bestandesklima.
Die Buche ergrünt jetzt rasch auch in der oberen Kronenschicht, Eichen und Esche entwickeln als letzte ihre Blätter. Diese (besonders bei *Fagus*, *Quercus)* sind aber noch nicht voll ausdifferenziert, sondern oft erst hellgrün und dünn, so daß noch etwas mehr Licht den Boden erreicht. Gegen Ende der Phase (Ende Mai) ist die Baumschicht durchgehend belaubt, und am Boden herrscht von nun ab ein lichtarmes Mikroklima.

Die Bäume dieser Phase haben durchweg recht unscheinbare Blüten, vor allem *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus* und *Carpinus betulus*. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Phasen beginnt die Blüte erst während oder nach der Entwicklung der Blätter. Aspektbestimmend ist vorwiegend die üppig-frischgrüne Farbe der Blätter. Auch die Sträucher treten fast nur vegetativ in Erscheinung. Lediglich die schattenverträgliche *Lonicera xylosteum* blüht wenig auffällig. Die ersten Blüten von *Sorbus aucuparia* leiten schon zur nächsten Phase über.

In der Krautschicht vollzieht sich mit zunehmender Beschattung ein deutlicher Aspektwechsel. Die Frühlingsblüher der Vorphasen treten zurück gegenüber spätblühenden Frühlingsgrünen und rasch aufwachsenden sommergrünen Pflanzen (Stauden und Gräser). Viele erreichen in dieser Phase ihre volle vegetative Entwicklung; die meisten Farne entrollen ihre Blätter. Nach der Blühperiode setzt bei vielen Pflanzen ein intensives Wurzel- und Rhizomwachstum ein (PLAŠILOVA 1970; s. auch SCHULTZ 1982). Manche Frühlingsgrüne beginnen zu vergilben, besonders *Anemone ranunculoides*, *Corydalis*, *Gagea*, *Leucojum* und *Ranunculus ficaria*. Der Assimilatüberschuß wird in unterirdische Speicherorgane abgeleitet.

Die Entwicklung der Frühlingsgeophyten dieser Phase weicht von derjenigen der Vorphasen ab. Hier werden die Reservestoffe zunächst zur vollen vegetativen Entwicklung investiert; die generativen Organe können zumindest teilweise aus neuen Assimilaten aufgebaut werden. Zu den wenigen blühenden Arten dieser Gruppe gehören *Dentaria bulbifera*, *Paris quadrifolia* und *Orchis mascula*. Die beiden ersten weichen auch in ihrer Lebensdauer von den Frühlingsgrünen ab, da sie erst später im Sommer allmählich einziehen. Sie sollen hier deshalb als "Halbsommergrüne" besonders herausgestellt werden.

Noch extremer verhalten sich *Allium ursinum* und *Arum maculatum* als Frühlingsgrüne, die schon sehr früh (in Phase 2) Blätter entwickeln, aber erst in der folgenden Phase (5.) im tiefen Schatten erblühen.

Erstmals bestimmen jetzt auch sommergrüne Hemikryptophyten und Chamaephyten mit den Blühaspekt, besonders *Carex sylvatica*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Myosotis sylvatica*, *Ranunculus lanuginosus* und *Stellaria holostea*. An lichten Stellen blühen *Ajuga reptans*, *Carex muricata*, *Fragaria vesca* und *Moehringia trinervia*, in kühlen Schluchtwäldern *Lunaria rediviva*, an warm-trockenen Standorten vereinzelt *Buglossoides purpurocaerulea*. Auf sauren Böden blüht *Vaccinium myrtillus*.

In der offenen Landschaft bestimmt das Gelb der Rapsfelder *(Raphanus sativus)* das Bild. Der *Taraxacum*-Aspekt (Blüh- und Fruchtaspekt) des Grünlandes wird allmählich von schossenden Gräsern und aufwachsenden höheren Stauden überdeckt. Besonders an Straßenrändern beginnt gegen Ende der Phase die Blüte von *Anthriscus sylvestris*.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

In halbschattigen Säumen blühen *Alliaria petiolata* (ebenfalls halbsommergrün), *Chelidonium majus, Cruciata laevipes, Glechoma hederacea, Lamium maculatum* und *album,* an warmen Stellen *Anemone sylvestris.*

Auch in den Siedlungen vollzieht sich ein deutlicher Wandel. Die Blütenkerzen der Roßkastanie *(Aesculus)* mischen sich mit leuchtenden Blüten von Flieder *(Syringa),* Goldregen *(Laburnum)* und *Spiraea.* Auch die ersten Azaleen und Rhododendren blühen. Unter den Obstbäumen blühen als letzte die Äpfel. Besonders farbprächtig sind jetzt die Steingarten-Teppiche, außerdem Narzissen und letzte Tulpen.

5. Sorbus aucuparia-Galium odoratum-Phase

(Ende des Vollfrühlings)

Mit allgemein zunehmender Erwärmung und ausgleichender Wirkung der dicht belaubten, jetzt dunkelgrünen Baumkronen auf das Bestandesklima wird die Unterscheidung phänologischer Phasen schwieriger. Zwar gibt es noch deutliche Blühmaxima einzelner Artengruppen, aber die Übergänge werden allmählich breiter. Die Arten und oft auch die Individuen einer Art reagieren weniger synchron, da jetzt weniger klimatische als bodenökologische Faktoren die Entwicklung bestimmen.

Mit Eintritt in die echten Schattenphasen ist eine weitere Erscheinung charakteristisch: Das Blühgeschehen verlagert sich zunehmend aus dem Wald an den lichteren Waldrand oder auf Verlichtungsstellen. Auch "echte Waldpflanzen" blühen oft besser und auffälliger an solchen lichtreicheren Stellen als im tiefen Waldesschatten. In der 5. Phase sind diese Tendenzen erst angedeutet, in den folgenden Phasen (6-9) werden sie immer stärker wirksam.
Das Licht wird jetzt am Waldboden zum Minimumfaktor. Die Photosyntheseleistung nimmt ab, die Atmung zu. Alle Arten stehen nach DAXER (1934) in einem gewissen Hungerzustand mit negativer Stoffbilanz, an den sie sich in unterschiedlicher Weise anzupassen vermögen.

In der zweiten Maihälfte ist die *Fagus*-Phase der Gehölze oft rasch beendet. Erneut treten weiße Blühaspekte auf, die aber nur noch punktuell sichtbar sind. Bald nach *Sorbus aucuparia* blühen auch *S. torminalis* und *S. aria,* meist weniger im dichten Wald als an lichteren Rändern oder in der offenen Landschaft. Bei den *Tilia*-Arten werden erste geflügelte Blütenansätze erkennbar, obwohl sie erst in der 7. bis 8. Phase blühen. Die Blätter sind jetzt voll entwickelt, dunkelgrün, und für den Unterwuchs beginnt der Tiefschatten, der über den ganzen Sommer anhält. Die Wachstumsphase wird durch Bildung neuer, großblättriger Triebe bei vielen Arten deutlich erkennbar (Maitrieb).
Mit einiger Verzögerung bestimmt dann das Weiß von *Crataegus* weithin das Bild an Waldrändern und in Gebüschen.

In der Krautschicht besteht eine enge Verbindung zur 4. Phase. Schon bald nach der vollen Blüte von *Lamiastrum* entwickelt sich im Wald eine letzte sehr auffällig Blühwelle, in der *Galium odoratum* häufig stärker hervortritt. Als letzte Frühlingsgrüne blühen jetzt *Allium ursinum* und *Arum maculatum,* während ihre Blätter oft schon zu vergilben beginnen. Hinzu kommen mehrere Liliaceen *(Convallaria majalis, Maianthemum bifolium, Polygonatum multiflorum, P. verticillatum),* die teilweise zu den halbsommergrünen Geophyten zu rechnen sind. Weiter blühen jetzt *Actaea spicata, Centaurea montana, Geranium robertianum, Listera ovata, Neottia nidus-avis, Sanicula europaea* und *Vicia sepium.* Auch *Dentaria bulbifera* blüht noch, und *Ranunculus lanuginosus* ist stellenweise aspektbestimmend. Die meisten Farne sind jetzt vegetativ voll entwickelt.
In Feuchtwäldern *(Alno-Padion)* findet man zusätzlich *Cardamine amara, Geum rivale, Poa remota, Ranunculus repens, Stellaria nemorum, Valeriana dioica* u.a.
An warm-trockenen, oft lichteren Stellen kommen zu *Buglossoides* vereinzelt *Orchis purpurea* und *Polygonatum odoratum.* Als weitere Seltenheit ist *Cypripedium calceolus* zu erwähnen.

In den Waldrand-Säumen wächst jetzt *Urtica dioica* empor. Es blühen neben schon in der Vorphase erwähnten Arten auch *Geranium robertianum* und *Silene dioica.*

In der offenen Landschaft leuchten noch die Rapsfelder. Wintergerste und Winterroggen zeigen als erste ihre Ähren. Auf Frischwiesen und an Straßenrändern herrscht oft der weiße *Anthriscus*-Aspekt zusammen mit den Blüten

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

von *Ranunculus*-Arten, *Leucanthemum vulgare* und *Alopecurus pratensis*. Die heutige intensive Wiesenwirtschaft mit starker Düngung führt jedoch häufig zu einem blütenarmen, dunkelgrünen Grasaspekt.
Auch die Kalk-Magerrasen *(Mesobromion)* sind inzwischen voll ergrünt und zeigen einen ersten auffälligen Blühaspekt, z.B. mit *Lotus corniculatus, Ranunculus bulbosus, Sanguisorba minor* u.a. Bemerkenswert ist die Blüte der ersten Orchideen *(Orchis tridentata, O. militaris, Ophrys insectifera)*.
An bodensauren Straßenböschungen erscheinen die gelben Blüten des Besenginsters *(Cytisus scoparius)*.

In den Siedlungen hat sich das Bild wenig verändert. Zu den Gehölzen der vorhergehenden Phase gesellen sich die Blüten von Weiß- und Rotdorn *(Crataegus)* sowie Zierschneeball *(Viburnum)*. Unter den Stauden fallen erstmals höhere Arten auf (z.B. *Dicentra, Paeonia)*.

6. Cornus sanguinea-Melica uniflora-Phase

(Beginn des Frühsommers)

Ende Mai bis Anfang Juni beginnt die nächste Phase mit der Blüte von *Viburnum opulus*. Bald kommen mit *Cornus sanguinea, Rosa canina* und *Sambucus nigra* weitere auffällige Arten hinzu. Recht unscheinbar blühen *Euonymus europaeus, Frangula alnus* und *Rhamnus cathartica*. Sie sind alle Sträucher des halbschattigen Waldmantels oder von Freiland-Gebüschen. Auf Verlichtungen blüht *Rubus idaeus*.

In der Krautschicht artenreicher Wälder beherrscht das vegetative Grün der hohen Stauden, Farne und Gräser das Bild. Weitere Frühlingsgrüne *(Allium, Arum)* beginnen zu vergilben. Erstmals bestimmen Gräser mit den Blühaspekt: Zuerst blüht *Milium effusum*, etwas später *Melica uniflora*. Hinzu kommen *Aconitum vulparia, Aquilegia vulgaris, Hieracium sylvaticum, Phyteuma spicatum* (vereinzelt auch *P. nigrum)* und *Veronica montana*, in feuchten Wäldern außerdem *Carex remota, Lysimachia nemorum* und *Ranunculus repens*. An warmtrockenen Stellen blüht *Vincetoxicum hirundinaria*.
Im *Luzulo-Fagetum* blüht mit *Luzula luzuloides* die einzige auffälligere Pflanze, an lichten Stellen auch *Veronica officinalis* und *Galium harcynicum*. Alle Waldpflanzen dieser Phase sind vor der Blüte vegetativ bereits voll entwickelt.

Die nitrophilen Waldsäume erscheinen jetzt sehr üppig. Neu blühen *Chaerophyllum temulum* und *Geum urbanum*, mehr ruderal *Melilotus officinalis*. Auch die sonnexponierten Säume der *Trifolio-Geranietea* treten erstmals stärker hervor: Es blühen auffällig *Geranium sanguineum, Silene nutans* und *Veronica teucrium*.
Die Kalk-Magerrasen zeigen bunte Aspekte vieler, vor allem gelb blühender Kräuter zusammen mit blühenden Gräsern *(Bromus erectus, Festuca ovina, Koeleria pyramidata* u.a.). In den seltenen *Xerobromion*-Rasen bildet *Anthericum liliago* einen weißen Aspekt.

Mit dem Blühbeginn der Gräser werden die Wiesen rasch gemäht. Dagegen bleibt an Straßenrändern und Böschungen der *Anthriscus*-Gras-Aspekt erhalten. An jungen Böschungen blüht teilweise die angesäte Lupine *(L. polyphyllus)*, auf saurem Substrat *Cytisus scoparius*.
(In der montanen Stufe des Harzes ist für diese Phase der besonders bunte Aspekt der Bergwiesen *(Polygono-Trisetion)* sehr bezeichnend. Die Phase beginnt allerdings gegenüber der kollinen Stufe erst 2-3 Wochen später.)

Allmählich werden die Äcker zum landschaftsprägenden Element. Als erste blühen Wintergerste und -roggen. Obwohl die wenigen Unkräuter heute kaum noch Farbaspekte bilden, gibt es ein abwechslungsreiches Mosaik verschiedener Grüntöne: Wintergerste (gelbgrün), Winterroggen (graugrün), Winterweizen (blaugrün; noch ohne Ähren), Raps (fahlgrün). Das Sommergetreide ist noch kurz und mittelgrün, die Hackfrüchte stehen recht offen. Die gemähten Wiesen sind bräunlich-gelb.
Von diesen frischgrünen Farben heben sich die dunkelgrünen Wälder und Gebüsche deutlich ab, etwas aufgelockert durch weiße Flecken blühender Gebüsche und Robinien.

In den Siedlungen macht sich erneut ein deutlicher Wechsel bemerkbar: Die Roßkastanie und die Ziersträucher der 4. und 5. Phase sind verblüht. An ihre Stelle treten Pfeifenstrauch *(Philadelphus), Clematis*- und erste Rosen-Arten, Weigelien und große Rhododendren.
Die bunten, niedrigwüchsigen Krautigen der Vorphasen werden von höheren Stauden abgelöst *(Geranium, Aquilegia, Lysimachia, Iris, Papaver* u.a.).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

7. Ligustrum-Stachys sylvatica-Phase

(Ende des Frühsommers)

Sowohl unter den Gehölzen als auch unter den krautigen Pflanzen ist die Zahl noch blühender Arten bereits großenteils erschöpft. Wie schon unter 6. angeführt, verlagert sich das Blühgeschehen zunehmend an den Waldrand und ins Freiland.

Als einzige charakteristische Art unter den Gehölzen kann *Ligustrum vulgare* angeführt werden, das aber nur vereinzelt auf warm-trockenen Kalkstandorten, und dort bevorzugt in Gebüschen vorkommt. Allerdings bestimmen noch lange *Sambucus nigra* und *Rosa canina* aus der *Cornus*-Phase das Bild. Erst gegen Ende blüht *Tilia platiphyllos*, die aber in den Wäldern kaum eine Rolle spielt.
Viele Arten der vorhergehenden Phasen zeigen jetzt Fruchtansätze. Das starke vegetative Wachstum wird bei manchen Arten weitgehend abgeschlossen (vgl. BRAUN 1980, LARCHER 1980).

In der Krautschicht der Wälder vergilben und verschwinden jetzt rasch die Frühlingsgrünen. Nur die Fruchtstände von *Allium* und *Arum* bleiben noch länger erhalten. Auch *Dentaria bulbifera* beginnt bereits gelb zu werden. Von echten Waldpflanzen blühen *Agropyron caninum, Campanula persicifolia, Cephalanthera damasonium, C. rubra, Festuca altissima, Hordelymus europaeus, Lilium martagon, Poa nemoralis, Scrophularia nodosa, Stachys alpina, S. sylvatica.* Mehr in lichten Wäldern finden sich *Bupleurum longifolium, Tanacetum corymbosum* u.a. In Feuchtwäldern blühen außerdem *Crepis paludosa, Galium palustre* u.a., auf sauren Standorten *Avenella flexuosa.*

Halbschattig-bodenfrische Säume, Wegränder und Lichtungen zeigen eine rasche Entwicklung großblättriger Pflanzen. Es blüht besonders auffällig *Aegopodium podagraria*, außerdem *Atropa belladonna, Chaerophyllum aureum, C. bulbosum, Galium aparine, Melilotus*-Arten und *Urtica dioica* sowie weiter manche Arten der Vorphasen *(Geranium, Geum).* An sonnigeren Stellen beginnt die Blüte von *Melampyrum*-Arten, *Trifolium medium, Vicia dumetorum* und *V. sylvatica.* Auf bodensauren Verlichtungen fallen die Blütenstände von *Digitalis purpurea* auf.

An Straßenrändern und Böschungen sind die Gräser und *Anthriscus* verblüht und beginnen zu vergilben. Teilweise treten die weißen Blüten von *Galium mollugo* hervor. Die gemähten Wiesen werden wieder grün. Gegen Ende der Phase erscheint ein schwacher zweiter *Taraxacum*-Aspekt. In den Kalk-Magerrasen setzt sich der Aspekt der Vorphase fort, bereichert vor allem durch *Gymnadenia conopsea.*

Die in der offenen Landschaft vorherrschenden Ackerflächen bestimmen weiter mit abwechslungsreichen Grüntönen der verschiedenen Feldfrüchte das Bild. Der Winterweizen blüht, das Sommergetreide schiebt seine Ähren heraus. Gegen Ende der Phase wird die Wintergerste bereits gelb. Insgesamt ergibt sich eine üppig grüne Landschaft, wie sie für atlantisch-subatlantische Bereiche im Frühsommer charakteristisch ist.

Auch in den Gärten ist kein deutlicher Wechsel erkennbar. Hohe Stauden fallen besonders auf *(Campanula, Delphinium, Digitalis, Dianthus, Lysimachia, Salvia, Vicia* u.a.). Auch die Rosen sind voll erblüht. Balkonblumen (Geranien, Petunien u.a.) geben zusätzliche Farbaspekte. Als erste Früchte werden die Erdbeeren reif.

8. Clematis vitalba-Galium sylvaticum-Phase

(Hochsommer)

Anfang Juli beginnt allmählich der Übergang zur nächsten Phase. Von den Gehölzen blüht zu Beginn *Tilia cordata*, etwas später und länger anhaltend *Clematis vitalba.* Bei den Krautigen vollzieht sich der Übergang sehr gleitend; manche Arten blühen recht lange und überlappen sich mit anderen. Auch die Blütezeit der Individuen einer Art ist oft wenig synchron. Schließlich kann man an einer Pflanze alle Entwicklungszustände von Knospen bis zu reifen Samen finden (z.B. *Epilobium, Geum).*

Im Walde selbst ist die Blütezeit der meisten Arten beendet; das vegetative Grün bestimmt das Bild, und viele Arten fruchten oder streuen schon Samen aus. Manche Bestände mit hohem Anteil frühlingsgrüner Pflanzen machen bereits einen fast herbstlichen Eindruck, besonders solche mit vorher dominierendem *Allium ursinum.* Wenig auffällig blühen einige Gräser wie *Brachypodium sylvaticum, Bromus ramosus, Calamagrostis arundinacea, Dactylis*

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

polygama, Deschampsia cespitosa, Festuca gigantea, auf sauren Böden auch *Agrostis tenuis,* meist nur über kurze Zeit. Kleinblütig sind auch die *Circaea*-Arten, *Galium sylvaticum, Mycelis muralis* und *Rumex sanguineus.* Auffälliger sind die Blüten von *Campanula rapunculoides, C. trachelium, Hypericum montanum* und mehrerer *Hieracium*-Arten. Recht spät erscheinen die Blüten von *Epipactis helleborine.* An feuchten Stellen blüht *Impatiens noli-tangere.*

In dieser Phase vergilben die halbsommergrünen Arten wie *Dentaria bulbifera,* oft auch bereits *Lilium martagon, Polygonatum*- und *Phyteuma*-Arten, besonders rasch die nicht fruchtenden Jungpflanzen. Den Übergang zu den Frühlingsgrünen bildet *Ranunculus auricomus,* der vereinzelt recht lange grüne Blätter behält.
Manche Pflanzen zeigen zunehmend zerfressene Blätter (z.B. *Primula elatior).* Auf flachgründigen Böden beginnen in niederschlagsarmen Sommern einige Arten zu welken, besonders großblättrige wie *Asarum, Campanula, Mercurialis, Primula, Stachys* u.a.

Am Waldrand und in Gebüschen machen sich die ersten farbigen Fruchtaspekte bemerkbar. Rote Früchte haben bereits *Lonicera xylosteum, Rubus idaeus, Sambucus racemosa* und *Sorbus aucuparia,* im Walde selbst *Daphne mezereum.* Die Früchte von *Frangula alnus* färben sich über Rot nach Schwarz. Auch viele andere Gehölze zeigen deutlichen Fruchtansatz.

Das Hauptblühgeschehen spielt sich jetzt am Waldrand und im Freien ab. Im Übergang von der vorhergehenden Phase vergilben rasch die hohen Grashalme und geben Straßenrändern, Böschungen und ungenutzten Rasen ein gelbliches Aussehen. Ihm folgt bald eine auffällige Blühwelle hochwüchsiger Sommerstauden, die entsprechend den von Jahr zu Jahr wechselnden Niederschlägen länger oder kürzer andauert. Die bunten Blüten werden von vielen Insekten aufgesucht und bieten ein Bild reichen Lebens. Neben Wegrändern fallen jetzt besonders viele Ruderalflächen, Säume und Waldlichtungen auf. Manche dieser abwechslungsreichen Biotope werden leider häufig als lästige Unkrautherde bekämpft, obwohl sie bei näherem Zusehen auch für den Menschen reizvolle Aspekte ergeben.

Häufig herrscht die weiße Farbe von *Achillea millefolium, Aethusa cynapium, Calystegia sepium, Chaerophyllum bulbosum, Daucus carota, Eupatorium cannabinum* (rosa), *Falcaria vulgaris, Galium mollugo, Heracleum sphondylium, Melilotus albus, Pimpinella major, Torilis japonica* oder *Tripleurospermum inodorum.*
Gelbe Farben sind z.B. durch *Agrimonia, Anthemis, Crepis, Hypericum, Inula, Lapsana, Linaria, Medicago, Melampyrum, Melilotus, Oenothera, Pastinaca, Picris, Reseda, Senecio, Tanacetum* oder *Verbascum* vertreten.
Rote bis blaue Töne ergeben *Anchusa, Arctium, Ballota, Betonica, Campanula, Carduus, Centaurea, Cichorium, Cirsium, Clinopodium, Coronilla, Dipsacus, Echium, Epilobium, Knautia, Malva, Onopordon, Trifolium* und *Vicia.*

Die vor der ersten Mahd besonders auffälligen Wiesen zeigen im zweiten Hochstand höchstens lockere Aspekte von *Heracleum sphondylium* und *Crepis biennis.* In Feuchtwiesen bestimmt teilweise *Cirsium oleraceum* das Bild. Besonders bunt sind jetzt bodenfeuchte Hochstauden-Bestände mit *Cirsium palustre, C. oleraceum, Epilobium hirsutum, Filipendula ulmaria, Geranium palustre, Lysimachia vulgaris, Lythrum salicaria, Stachys palustris, Valeriana officinalis* u.a.
Auch die Gewässer- und Ufervegegetation *(Potamogetonetea, Phragmitetea)* ist jetzt voll entwickelt. In amphibischen Uferbereichen entwickeln sich rasch kurzlebige Fluren der *Bidentetea* und *Isoeto-Nanojuncetea.*

Die Kalk-Magerrasen zeigen je nach Bodenaustrocknung mehr oder weniger gelbbraune Töne. Zwischen den vergilbenden Gräsern herrscht aber noch ein bunter Aspekt teilweise kurzwüchsiger Arten wie *Cirsium acaule, Centaurea scabiosa, Daucus, Galium verum, Leontodon hispidus, Ononis spinosa, Pimpinella saxifraga, Prunella grandiflora, Scabiosa, Thymus* u.a.

Auf den Feldern blühen bald Sommergerste und Hafer sowie Kartoffeln und Mais. Während bereits die Wintergerste geerntet wird, färben sich die übrigen Getreide allmählich gelb. Ihre Farbe prägt in der Kulturlandschaft den Hochsommer-Aspekt. Nach und nach werden die Felder abgeerntet und umgebrochen.

In den Gärten blühen viele bunte Sommerblumen, auch die ersten Dahlien. Das Gemüse ist üppig entwickelt. Kirschen, Johannis-, Stachel- und Himbeeren werden reif. In den Siedlungen zeigen sich oft an den braun werdenden Bäumen die Schäden von Bodenverdichtung und Streusalz.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

9. Hedera-Solidago-Phase (Fruchtphase)

(Frühherbst)

Im August verebbt allmählich der bunte Hochsommer-Aspekt. Seine Dauer hängt teilweise von der Bodenfeuchtigkeit ab. Die Tage werden deutlich kürzer, die Nächte kühler; erste Herbstnebel treten auf.

In den meisten Laubwäldern herrscht noch die grüne Farbe der Gehölze und sommer- bis überwinternd grüner Kräuter und Gräser. Viele Arten werden aber bereits gelblich und streuen ihre Samen aus. Bei den Gehölzen wird die Wachstums- von der Depositionsphase abgelöst (BRAUN 1980). Das Triebwachstum hört endgültig auf, das Dickenwachstum wird stark eingeschränkt. Für das nächste Jahr werden Reservestoffe eingelagert.

Erst gegen Ende der Phase blüht *Hedera helix*. Der Efeu wächst in unserem Klima vorwiegend in der Krautschicht. Nur vereinzelt klettert er höher an Bäumen empor, und nur dort bildet er gelegentlich überhaupt Blüten aus. Die meisten blühenden *Hedera*-Exemplare findet man im geschützten Bereich der Siedlungen.

Als eine der letzten krautigen Pflanzen weiterer Verbreitung blüht mehr am Waldrand *Solidago virgaurea*. Auf sauren Böden kommen, ebenfalls vorwiegend im Halbschatten, *Hieracium sabaudum* und *H. umbellatum* hinzu. An ausgehagerten Rändern fällt besonders *Calluna vulgaris* auf, an feuchten Stellen *Molinia caerulea*.
Außer einigen Pflanzen der vorhergehenden Phase gibt es einige ausgesprochene Langblüher, bei denen oft an einer Pflanze alle Entwicklungsstadien von Knospen bis zu ausstreuenden Samen vorhanden sind. Hierzu gehören *Geranium robertianum* (aus Phase 5), *Epilobium montanum* (6), *Geum urbanum* (6), *Impatiens parviflora* (6), *Hieracium sylvaticum* (6) und *Melampyrum nemorosum* (7).

Einen letzten Blühaspekt erleben die Flußauen. Zu Beginn der Phase blüht unauffällig *Humulus lupulus*. Lange anhaltend ist das Gelb verschiedener neophytischer Stauden *(Helianthus, Rudbeckia, Solidago)*. Hinzu kommen verwilderte Arten von *Aster, Reynoutria* und *Impatiens glandulifera*. Diese typischen Spätblüher haben sich an vielen Flußufern festgesetzt und von dort aus teilweise auch in lichte Auenwälder ausgebreitet.

Allgemein werden farbige Aspekte jetzt weniger von Blüten als von reifenden Früchten gebildet. Besonders die Gebüsche zeigen oft ein buntes Bild. Rot leuchten *Crataegus, Euonymus, Lonicera, Rosa, Sorbus* und *Viburnum*, blaue bis schwarze Früchte haben *Cornus sanguinea, Frangula alnus, Prunus spinosa, Rhamnus cathartica, Rubus caesius, R. fruticosus* agg. und *Sambucus nigra*. Bei den Bäumen fallen vor allem die geflügelten Früchte von *Acer, Carpinus* und *Fraxinus* auf.
In der Krautschicht bilden *Actaea spicata, Arum maculatum, Convallaria majalis, Paris quadrifolia* und *Polygonatum*-Arten vereinzelt farbige Fruchtaspekte.

Gelegentlich wird das bunte Bild der Früchte bereits durch erste Laubverfärbungen der Gehölze bereichert. Besonders auffällig sind die von Grün nach Tiefrot sich wandelnden Blätter von *Cornus sanguinea*. In trocken-warmen Jahren kann die allgemeine Laubverfärbung schon in dieser Phase stärker hervortreten.

Die offene Landschaft wird jetzt weithin vom Braun frisch umgebrochener Getreidefelder bestimmt. Die Kartoffeln sind vergilbt und werden nach und nach geerntet. Nur die Rübenfelder bleiben zunächst noch grün; ihre Ernte beginnt gegen Ende der Phase.

In einigen Wiesen blüht die Herbstzeitlose *(Colchicum autumnale)*. In den Kalk-Magerrasen bilden *Gentianella ciliata* und *G. germanica* einen letzten Aspekt. Waldränder und Ruderalfluren werden allmählich gelb bis braun. Neben letzten Blüten der vorhergehenden Phase blühen jetzt noch zu Beginn der Phase *Artemisia vulgaris* und *Senecio erucifolius*.

In den Siedlungen gibt es ebenfalls eine Reihe spät blühender Stauden, großenteils aus den Gattungen der oben erwähnten Neophyten. Charakteristisch ist auch die Blüte des Sommerflieders *(Buddleja)*. An vielen Obstbäumen (Apfel, Birne, Zwetschge) reifen die Früchte.

10. Herbstphase

Der Herbst stellt für viele Pflanzen das Ende der Vegetationsperiode dar. Sein Anfang ist nicht klar zu erkennen und zeitlich nicht streng festge-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

legt. Jetzt vollzieht sich der Übergang von der Depositions- zur Ruheperiode (BRAUN 1980). Die Stoffwechsel-Aktivität nimmt allmählich ab. Durch verringerte Tageslänge und niedrige Nachttemperaturen wird nach LARCHER (1980) die Vorruhe induziert, in welcher die Knospenhemmung ansteigt. Dieser Umschwung wird vor allem durch die Laubverfärbung sichtbar. Physiologisch bedeutet sie die Einstellung der Photosynthese sowie den Abbau von Chlorophyll und anderen wertvollen Stoffen, die in den Sproß verlagert werden (Evakuierungsphase nach ZOLG & BORNKAMM 1981).
Die Verfärbung ist nicht nur von Art zu Art, sondern auch zwischen den Individuen teilweise in Grad und -geschwindigkeit sehr unterschiedlich. In sommertrockenen Jahren kann sie aufgrund schlechter Wasserversorgung schon verfrüht einsetzen, besonders auf flachgründigen Standorten. Normalerweise ist sie aber an bestimmte Temperaturschwellen gebunden, die bei Mittelwerten von etwa 10 °C liegen (SCHNELLE 1973). SCHOBER & SEIBT (1971) geben für die Buche im Solling einen wöchentlichen Mittelwert von 9.7 °C an. Schon zur Zeit der Laubverfärbung oder mit den Blättern fallen auch viele Früchte (Bucheckern, Eicheln u.a.) zu Boden.

Die Laubfärbung erstreckt sich über gut einen halben Monat, angefangen von Anfang bis Mitte Oktober. Dabei ist die Reihenfolge der Holzarten nicht immer gleich (s. TÜXEN 1977). Esche und Schwarzerle zeigen kaum Verfärbungen und werfen ihr Laub grün ab. Der Blattfall beginnt allgemein zunächst langsam, um dann bei den ersten Herbststürmen voll einzusetzen.

Ab Mitte November sind die Laubwälder mehr oder weniger kahl. Eine dichte Laubschicht schützt die überwinternd- und immergrünen Pflanzen am Boden. Deren Frosthärte nimmt in der Herbstphase allmählich zu (TILL 1956). Die sommergrünen Arten vergilben allmählich oder vergehen erst bei stärkerem Nachtfrost. Manche der Frühlingsgeophyten zeigen bereits kleine Spitzen neuer Triebe, die aber erst im Frühjahr weiterwachsen.

In der freien Landschaft bestimmen die bunt gefärbten Gehölze weithin das Bild. Die letzten Rüben werden geerntet, die Wintergetreidefelder zeigen bereits wieder grüne Farbe. In den Gärten blühen bis zum ersten Frost noch manche Blumen der Vorphase, bereichert durch spätblühende Chrysanthemen. Obst und Gemüse werden abgeerntet.

11. Ruhephase (Winter)

Für viele Pflanzen stellt der Winter eine notwendige Ruhephase, für andere nur eine durch ungünstige Klimabedingungen aufgezwungene Pause oder doch eine zumindest zeitweilige Inaktivitätsphase dar.
Schon DIELS (1918) hat verschiedene Typen rhythmischen Verhaltens erkannt. So gibt es Arten, die unter günstigen Bedingungen voll aktiv bleiben (z.B. *Galium odoratum, Mercurialis perennis),* durch Winterkälte aber oberirdisch absterben oder höchstens mit Resten den Winter über dem Boden ertragen. Eine ausgedehnte Ruheperiode haben Frühlingsgeophyten, die eine längere Kältedauer benötigen, um danach wieder austreiben zu können (Vollruhe nach LARCHER 1980). Allerdings ist sie teilweise nicht so lang wie die von niedrigen Temperaturen erzwungene Ruhezeit. Bei *Ranunculus ficaria* wird z.B. die Wachstumshemmung schon durch vierwöchige Lagerung bei 2 °C aufgehoben (MUDRACK 1935). *Allium ursinum* braucht nach ERNST (1979) zum Keimen eine Kältewirkung von mindestens zwei Monaten. Für die Entwicklung neuer Sprosse aus der Zwiebel ist eine wenigstens dreimonatige Ruhe bei etwa 4 °C notwendig.
Manche Gehölze treiben im Warmen bereits im Dezember wieder aus ("Barbarazweige").

Die winterliche Ruhezeit ist also teilweise genetisch festgelegt und entspricht in gewissem Maße dem inneren Rhythmus der Pflanzen (s. auch ELLENBERG 1982, S. 32). So unterschiedet DIELS einen *Leucojum*-Typ mit teilweise erzwungener Ruhezeit aus Arten mediterraner Verwandtschaftskreise *(Arum, Orchis, Ranunculus ficaria,* verschiedene Liliifloren) vom *Polygonatum*-Typ mit lange anhaltender endogener Ruheperiode. Zu letzteren gehören vorwiegend Arten, die ihre Hauptverbreitung in gemäßigten Breiten mit kälteren Wintern haben (z.B. *Convallaria, Corydalis, Dentaria bulbifera, Aconitum vulparia, Polygonatum).*
Daneben gibt es weitere Gruppen: die Sommergrünen, die auch ohne Kältewirkung im Herbst vergilben, am Boden aber bereits neue Triebknospen angelegt haben (hemikryptophytische Stauden und Gräser). Sie treiben erst bei höheren Temperaturen im Frühjahr aus (s. Phase 3 ff.).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die überwinternd grünen und immergrünen Arten überstehen zumindest mit bodennahen Teilen auch schneefreie Kälteperioden durch größere Frosthärte (TILL 1956).
Schließlich gibt es Einjährige, die mit Samen den Winter durchstehen. Auch sie sind aber nicht ganz inaktiv. So hat OESAU (1973) für *Melampyrum arvense* eine Keimungsperiode zwischen November und März festgestellt. *Allium ursinum*-Keimlinge erscheinen nach ERNST (1979) z.T. bereits im Januar.
Im sehr milden Winter 1974/75 war bei vielen Pflanzen bereits Mitte Januar ein Neuaustrieb zu beobachten (z.B. *Arum maculatum, Mercurialis perennis, Ranunculus ficaria, R. auricomus)*. Insgesamt kann man aber von einer winterlichen Ruhephase sprechen. Sie beginnt mit dem Abfallen des letzten Laubes und Auftreten erster Fröste und endet im nächsten Jahr mit dem Austrieb der ersten Frühlingsboten (Phase 1).

VARIABILITÄT UND GÜLTIGKEIT PHÄNOLOGISCHER PHASEN

Eine Zusammenfassung der phänologischen Phasen und ihrer wichtigen Pflanzen für artenreiche Laubwälder in der Umgebung von Göttingen zeigt Abb. 1. Trotz vieler Überlappungen in der Blütezeit der Arten ließen sich gerade im Frühjahr 1982 mit sehr allmählicher Erwärmung die verschiedenen Phasen recht gut erkennen. Manches, was die Abbildung nur teilweise zu erkennen gibt, wird im Gelände selbst bei genügend kurzen Beobachtungsintervallen wesentlich besser sichtbar. Schwer abgrenzbar war 1982 nur die Phase 4, die eng mit der Vor- und Nachphase zusammenhing. Besonders in der Übergangszeit von der Licht- zur Schattenphase vollzieht sich allgemein in der Krautschicht ein rascher Wechsel im Rhythmus von 10-14 Tagen.

In Abb. 2 sind die einzelnen Blühwellen artenreicher Buchenwädler für das Jahr 1971 dargestellt. Sie reichen jeweils vom Blühbeginn bis zur Vollblüte der jeweiligen Artengruppe und gehen ohne klare Grenzen ineinander über. In diesem Fall ist die Phase 5 eng mit den Nachbarphasen verbunden.

Die beschriebenen phänologischen Phasen stellen also keine völlig festliegenden, immer deutlich abgrenzbaren Erscheinungen in der Vegetationsrhythmik eines Jahres dar. Schon am gleichen Ort variieren sie entsprechend den von Jahr zu Jahr wechselnden klimatischen Bedingungen. Auch kleinräumig können im gleichen Jahr Abweichungen durch unterschiedliche Standortsbedingungen auftreten. Erst recht gilt dies für entferntere Gebiete, vor allem bei verändertem Makro- oder Mesoklima.

Um zu erörtern, ob die zunächst nur für die weitere Umgebung Göttinges gültigen phänologischen Phasen auch in anderen Gebieten angewandt werden können, müssen die möglichen Parallelen oder Differenzen kurz anhand von eigenen und Literaturdaten diskutiert werden.

1. Standörtliche Variabilität

Schon auf kurze Entfernung können standörtlich bedingte Abweichungen phänologischer Phasen auftreten. In erster Linie sind veränderte mikroklimatische bis mesoklimatische Bedingungen hierfür verantwortlich, die vom Relief verursacht werden (Höhenlage, Hangneigung und -exposition, Tallagen u.ä.). Allgemein gilt, daß wärmebegünstigte Bestände im Frühjahr etwas früher austreiben als kühlere Flächen (LAUSI & PIGNATTI 1973, FALIŃSKA (1972, 1973a/b, 1978; WILKON-MICHALSKA et al. 1982). Allerdings verschiebt sich hier meist die ganze Phase, so daß ihre Gültigkeit bestehen bleibt.
Häufig läßt sich auch beobachten, daß Saumpflanzen im Walde selbst, wenn überhaupt, erst mit Verzögerung zur Blüte gelangen. Hier kann neben kühlerem Mikroklima auch Lichtmangel als Ursache angenommen werden.

Daneben führen aber auch bodenökologische Unterschiede zu abweichendem Verlauf der phänologischen Phasen. Nach LAUSI & PIGNATTI (1973) treibt die Buche auf mittleren Standorten *(Melico-Fagetum)* früher aus als auf sauren Böden mit schlechteren Ernährungsbedingungen (im *Luzulo-Fagetum* z.B. bis zu 9 Tagen später). Auch im Blühverhalten der Krautschicht liegt das *Melico-Fagetum* in Führung.

Eine dritte Abweichung beruht auf der unterschiedlichen Artenverbindung der Waldbestände. Die phänologischen Phasen gelten vorrangig für artenreiche Laubwälder. Wo ein Teil der Arten ausfällt, sind entsprechend einzelne Phasen nur schwer oder gar nicht abgrenzbar. Dies gilt z.B. für das *Luzulo-Fagetum*, aber auch schon für *Allium ursinum*-reiche Wälder, wo zwar die Phase 5 mit blühendem Bärlauch gut erkennbar ist, besonders aber die Sommerphasen sich mangels geeigneter Arten kaum unterscheiden lassen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

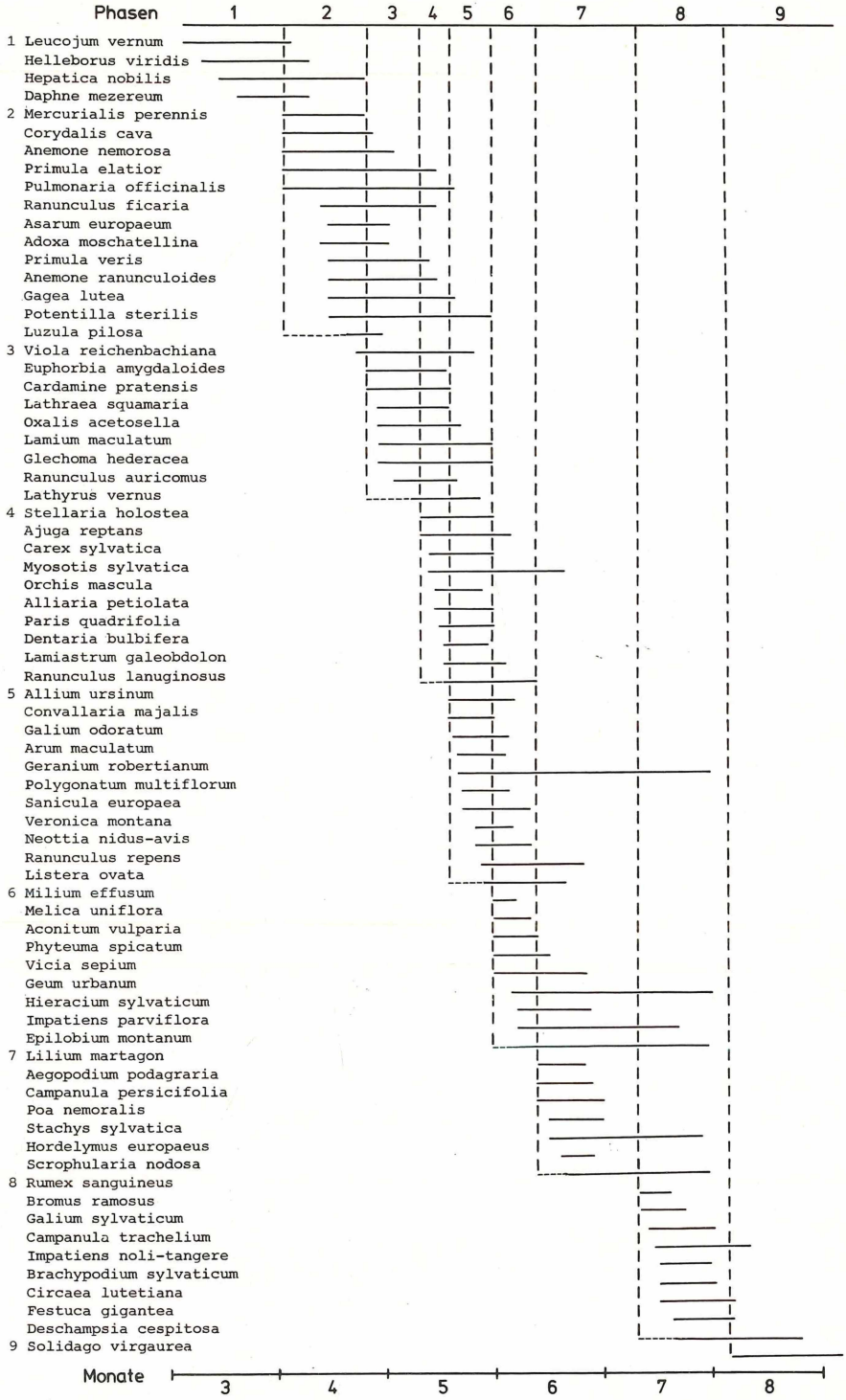

Abb. 1: Blühfolge und phänologische Phasen der Krautschicht artenreicher Laubwälder der kollinen Stufe in der Umgebung von Göttingen im Jahr 1982.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

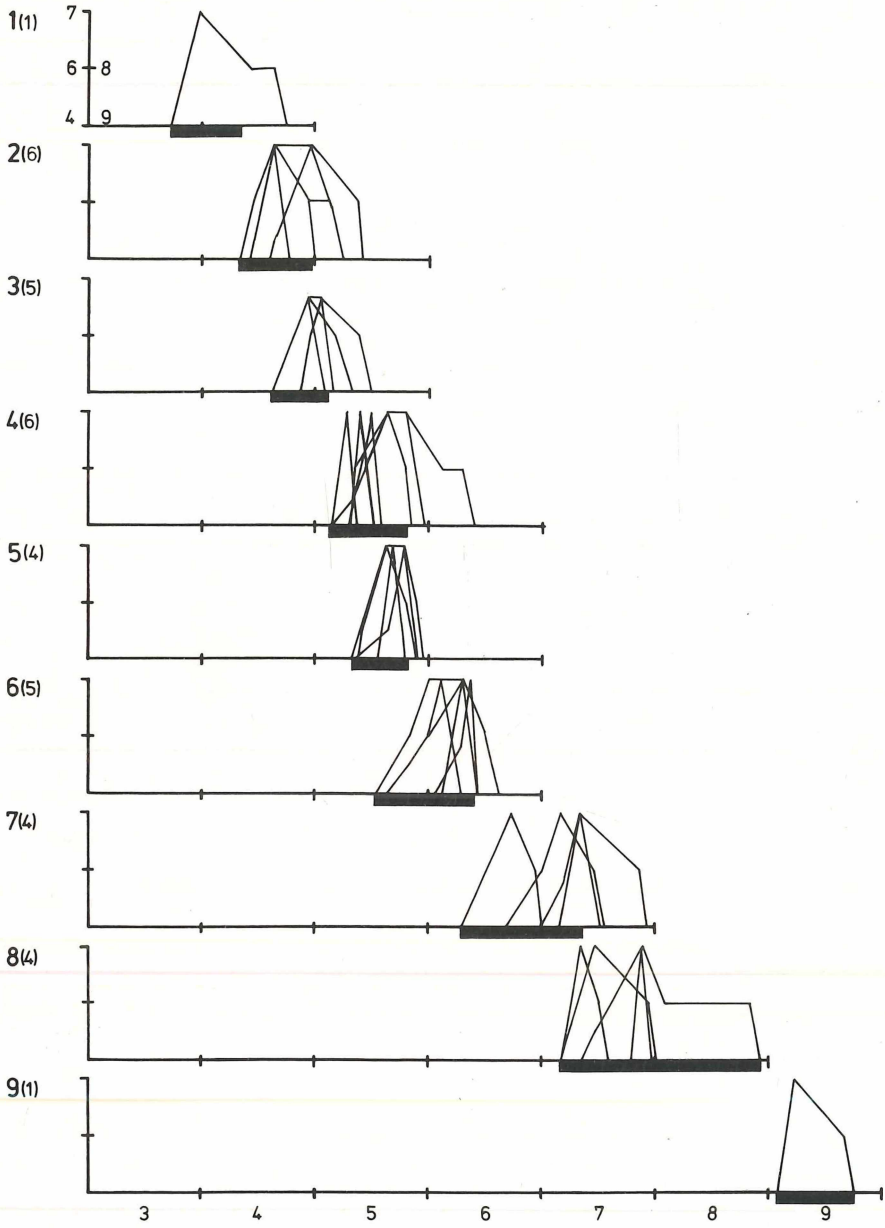

Abb. 2: Blühwellen der Krautschicht von Buchenwäldern *(Melico-Fagetum)* in der Umgebung von Göttingen (nach Beobachtung von 4 Flächen 1971).
Links: Phänologische Phase (in Klammern die Zahl der blühenden Arten)
Ordinate = Blühskala: 4 = Blühbeginn, 6 = zur Hälfte erblüht, 7 = Vollblüte, 8 = abblühend, 9 = verblüht.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

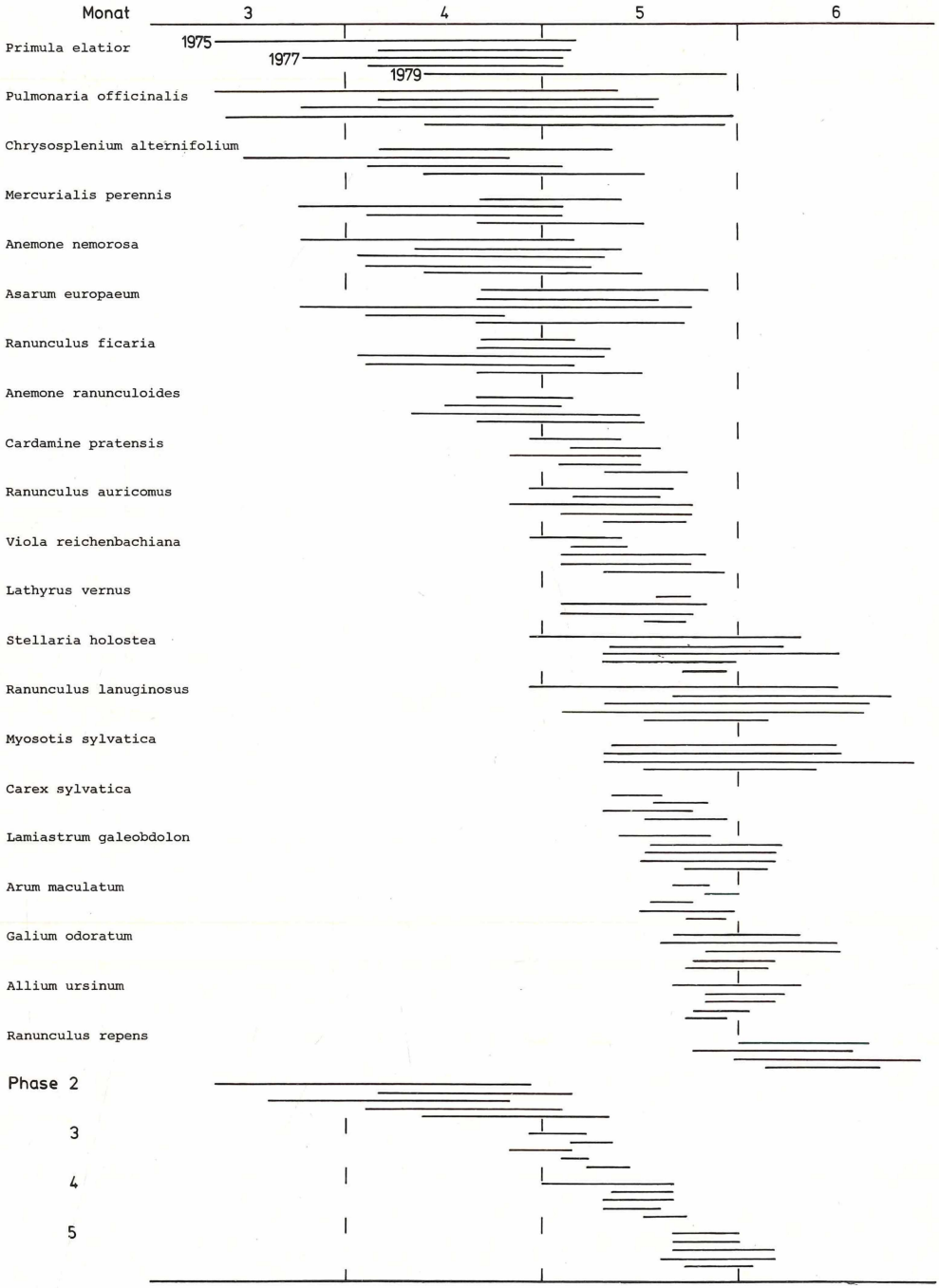

Abb. 3: Blühdauer einzelner Pflanzenarten und Dauer der phänologischen Frühjahrsphasen in der Krautschicht eines Feuchten Eichen-Hainbuchenwaldes *(Stellario-Carpinetum)* in den Jahren 1975 (nur zum Teil) bis 1979.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

2. Zeitliche Variabilität

Am gleichen Wuchsort kann besonders im Frühjahr die Phasen-Abfolge verschoben sein (s. z.B. FALIŃSKA 1972, 1973a). Dies gilt nicht nur hinsichtlich des Beginns und Endes, sondern auch für die Reihenfolge der Phasen. In Frühjahren mit allmählicher Erwärmung und ohne Kälterückschläge (z.B. 1982) werden die Phasen am besten sichtbar (s. Abb. 1). In Jahren mit rascher Erwärmung kommt es dagegen zu überstürzten Entwicklungen, so daß die Phasen stärker ineinandergreifen oder kaum noch zu trennen sind.

Nach SCHNELLE (1955) braucht man zur Erlangung von phänologischen Mittelwerten, die höchstens 2 Tage vom langfristigen Mittel (hier 50 Jahre) abweichen, einen Beobachtungszeitraum von 20-30 Jahren. Für symphänologische Phasen sind sicher kleinere Zeiträume ausreichend, zumal hier ein groberes Zeitmuster vorliegt. Insgesamt muß man jedoch hervorheben, daß diese Phasen nur Höhepunkte einer kontinuierlichen Abfolge von Blühwellen sind (s. Abb. 2). Während sich im Frühjahr die Phasen stark überlappen, werden sie zum Sommer hin besser abgrenzbar und bleiben zeitlich stabiler, während die Variation zum Herbst hin wieder zunimmt (SCHNELLE 1955).

Dies zeigt auch Abb. 3. Hier sind phänologische Untersuchungsergebnisse aus der Krautschicht eines Feuchten Eichen-Hainbuchenwaldes für fünf aufeinanderfolgende Jahre (1975-1979) zusammengefaßt.
Besonders in den Phasen 2 und 3 (*Anemone*- und *Ranunculus auricomus*-Phase), die in Zeiten mit starken Witterungsschwankungen von Jahr zu Jahr liegen, zeigt sich eine starke Variabilität in Zeitpunkt und Dauer. Besonders auffällig ist das unterschiedliche Blühverhalten von *Primula elatior* und *Pulmonaria officinalis*. Nach milden Wintern und frühzeitig einsetzender langsamer Erwärmung (z.B. 1975, 1977, 1978) beginnt die Blüte schon sehr früh (1975 blühten die ersten Primeln vereinzelt schon Anfang Februar). Die Triebe bleiben aber gestaucht dicht am Boden und können leichte Fröste ertragen. So lassen sich beide Arten in manchen Jahren auch zur *Leucojum*-Phase (1) rechnen, die hier mangels ausreichender Daten weggelassen wurde. Insgesamt kann die Blütezeit teilweise über 2-3 Monate reichen.

Die übrigen Arten der 2. Phase haben offenbar eine etwas höhere Temperaturschwelle und kommen deshalb auch in milden Frühjahren nicht vor Ende März zur Blüte.

Besonders lang und schneereich war der Winter 1979. Dies führte nicht nur zu deutlicher Verschiebung der 2. und 3. Phase, sondern bei vielen Arten auch zu mehr oder weniger stark verkürzten Blütezeiten (vgl. auch DIERSCHKE 1977).

Mit zunehmender Jahreszeit geht mit der allmählichen Stabilisierung der Witterung sowohl innerhalb eines Jahres als auch langzeitig eine Vereinheitlichung der phänologischen Phasen einher. Der Beginn der *Galium odoratum*-Phase (5) ist sogar erstaunlich konstant, obwohl auch im Mai oft noch kühle und wärmere Perioden in wechselhafter Folge vorkommen.

Insgesamt bleibt aber in allen Phasen das gegenseitige Verhältnis der Artentwicklung über Jahre hinweg erhalten oder verschiebt sich höchstens um eine Phase (s. auch ELLENBERG 1974). Dies gilt auch für die Gehölze im Frühjahr (s. CARBIENER 1982). Der genannte Autor weist allerdings auf mögliche Abwandlungen durch unterschiedliches phänologisches Verhalten einzelner Populationen oder Ökotypen hin, welche das Geschehen zusätzlich komplizieren können (s. auch SCHREIBER et al. 1977). Dennoch kann man wohl bei langjähriger Untersuchung zu phänologischen Phasen kommen, die unter den genannten Einschränkungen ihre Gültigkeit behalten.

3. Räumliche Variabilität

Neben den bereits kurz besprochenen kleinräumig-standörtlichen Abwandlungen, die zu gewissen Phasenverschiebungen oder zum Ausfall einzelner Phasen führen können, muß man vor allem bei großräumigen Vergleichen mit Veränderungen rechnen.
Zunächst ist an höhenbedingte Abwandlungen im Gebirge zu denken. Insgesamt scheint es hier jedoch auch wieder nur um Phasenverschiebungen zu gehen, wobei die Abfolge im Frühjahr bei verspätetem Einsetzen rascher verläuft (SCHNELLE 1973). Nach ROSENKRANZ (1951) verschiebt sich der Eintritt von Blühphasen im Frühjahr pro 100 m Höhe durchschnittlich um 2.9 - 4.7 Tage, im Sommer um 3.4 bis 5.6 Tage. Pro Breitengrad von Süden nach Norden betragen die Werte 1.5 - 3.6 bzw. 3 - 5.9 Tage. Für ökologisch gleichwertige Buchenwälder betragen die Verschiebungen nach LAUSI & PIGNATTI (1973) im Mittel 4 Tage pro 100 m Höhe und 3 Tage pro Breitengrad.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die Anwendbarkeit phänologischer Karten und Wärmestufen-Karten (SCHNELLE 1955 u.a., ELLENBERG 1974, SCHREIBER 1968 u.a.) geht von der sicher vorhandenen gleichartigen Parallelentwicklung von Arten in einem größeren Raum aus. So zeigen die Untersuchungen von LAUSI & PIGNATTI (1973), daß sogar im Gesamtareal mittel- bis südeuropäischer Buchenwälder recht einheitliche Blühwellen auftreten, die zeitlich nach geographischer und Höhenlage modifiziert sind. Die Autoren unterscheiden allerdings nur eine heliophile Frühlingswelle (Maximum in der 2. Aprilhälfte), die zur Blattentfaltungszeit der Buche endet, sowie eine erste und zweite schattenliebende (besser schattenertragende) Welle ab Ende Mai bis Mitte Juni bzw. im Juli.

Die weiträumige Gültigkeit von Blühwellen bzw. von phänologischen Phasen hängt stark von der Feinheit bzw. Grobheit der vorgenommenen Gliederung ab. Bei sehr feiner Abstufung innerhalb eines Waldbestandes oder einer lokalen Waldgesellschaft wird die Gliederung schon in kleinen Gebieten schwer übertragbar sein. Sehr grobe Abstufungen haben zwar den Vorteil weitreichender Gültigkeit, verschleiern aber mögliche und oft wichtige Detailinformationen. Die hier vorgeschlagene Phasengliederung versucht, zwischen beiden Extremen einen brauchbaren Mittelweg zu finden, wobei die Phasen wesentlich differenzierter als die Blühwellen von LAUSI & PIGNATTI (1973) und etwas feiner abgestuft als die meist verwendete Jahreszeitengliederung nach IHNE (1895) sind.

Ein Vergleich mit Literaturangaben, die leider aus verschiedenen Gebieten in recht unterschiedlicher Menge und Qualität vorliegen, ergibt teilweise recht gute Übereinstimmungen, wenn man die phänologischen Diagramme durchsieht. In Nachbarschaft herrscht gute Parallelität (FÜLLEKRUG 1967). Auch in Süddeutschland gibt es offenbar kaum nennenswerte Abweichungen (KREEB 1956, BUCK-FEUCHT 1980).

Vergleiche sind außerdem vor allem zum östlichen Mitteleuropa möglich, wo bis heute die umfangreichsten symphänologischen Daten vorliegen. Gute Übereinstimmung zeigen z.B. die Arbeiten aus der Tschechoslowakei (KUBIČEK & BRECHTL 1970, BOTTLIKOVÁ 1975, NEUHÄUSL & NEUHÄUSLOVÁ 1977, NEUHÄUSL 1982). Selbst bis ins östliche Polen scheinen die phänologischen Phasen in Laubwäldern relativ gleichartig abzulaufen (FALIŃSKA 1972, 1973a/b, 1976). Etwas stärkere Abweichungen gibt es in mehr kontinentalen Gebieten (FIJALKOWSKI 1959, MICHALKO & DŽATKO 1965, TOPASZ & TUMIDAJOWICZ 1979). Auch die Angaben aus Wien (ROLLER 1964, 1970) entsprechen nur teilweise unseren Ergebnissen. Gleiches gilt für den mehr atlantischen Westen (NOIRFALISE 1952, GALOUX 1966, GALOUX et al. 1967).

Die hier kurz aufgezeigten Parallelen und Unterschiede machen es wahrscheinlich, daß sich auch für größere Gebiete, z.B. für ganz Mitteleuropa, phänologische Phasen von Pflanzengesellschaften mit hinreichender Feinheit erarbeiten lassen. So ergibt sich als weitere Möglichkeit der Auswertung, die mitteleuropäische Waldflora in Gruppen gleichen symphänologischen Verhaltens zusammenzufassen. Eine vorläufige Aufstellung solcher Gruppen ist in Vorbereitung.

SCHRIFTEN

BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E. (1970): Bibliographie der Phänospektrum-Diagramme von Pflanzengesellschaften. - Excerpta Bot. B. 10(4): 243-256. Stuttgart.

BETHKE, H., HAAS, H., STOCKER, O. (1965): Über den Wasser- und Photosynthesehaushalt einiger Frühjahrsgeophyten. - Flora B 156: 8-49. Jena.

BLÜTHGEN, J. (1966): Allgemeine Klimageographie. 2. erw. Aufl. 720 S., De Gruyter, Berlin.

BOTTLÍKOVÁ, A. (1975): Fenologická charakteristika vybranych fytocenóz liptovskej kotliny. Phenological characterization of selected phytocoenoses in the kettlehole of Liptov. - Biologické Prace 21(6). 81 S. Bratislava.

BRAUN, H.J. (1980): Bau und Leben der Bäume. - 333 S., Verlag Rombach, Freiburg.

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. - 865 S., Springer, Wien - New York.

BUCK-FEUCHT, G. (1980): Vegetationskundliche Beobachtungen im Schonwald "Hohes Reisach" bei Kirchheim/Teck. - Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Bad.-Württ. 51/52: 479-513. Karlsruhe.

BUHL, A., SCHWAB, M. (1976): Geologische Verhältnisse und Pflanzenverbreitung im Hercynischen Raum. - Hercynia N.F. 13(3): 380-390. Leipzig.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

CARBIENER, R. (1982): L'imbrication de la phénologie générative des espèces ligneuses dans le Querco-Ulmetum rhénan d'Alsace centrale. - In: DIERSCHKE, H. (Red.): Struktur und Dynamik von Wäldern. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1981: 557-590. Cramer, Vaduz.

DAXER, H. (1934): Über die Assimilationsökologie der Waldbodenflora. - Jahrb. wiss. Bot. 80: 363-420. Leipzig.

DIELS, L. (1918): Das Verhältnis von Rhythmik und Verbreitung bei den Perennen des europäischen Sommerwaldes. - Ber. Dtsch. Bot. Ges. 36: 337-351.

DIERSCHKE, H. (1972): Zur Aufnahme und Darstellung phänologischer Erscheinungen in Pflanzengesellschaften. - In: TÜXEN, R. (Ed.): Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1970: 291-311. W. Junk, Den Haag.

(1974): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern. - Scripta Geobot. 6: 246 S., Göttingen.

(1977): Sind die Trifolio-Geranietea-Gesellschaften thermophil? - In: DIERSCHKE, H. (Red.): Vegetation und Klima. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1975: 317-339. Cramer, Vaduz.

, VOGEL, A. (1981): Wiesen- und Magerrasen-Gesellschaften des Westharzes. - Tuexenia 1: 139-183. Göttingen.

ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 3. verb. Aufl. - 989 S., Ulmer, Stuttgart.

ELLENBERG, H. & C. (1974): Wuchsklima-Gliederung von Hessen 1 200 000 auf pflanzenphänologischer Grundlage. - Wiesbaden.

ERNST, W.H.O. (1979): Population biology of Allium ursinum in Northern Germany. - Journ. Ecol. 67: 347-362. Oxford.

FALIŃSKA, K. (1972): Fenologiczna reakcja gatunków na zróżnicowanie fitosocjologiczno-ekologiczne grądów (Tilio-Carpinetum) w Białowieskim Parku Narodowym. - The phenological reaction of species to phytosociological-ecological differences in the Tilio-Carpinetum of the Białowieża National Park. - Phytocoenosis 1(1): 5-35. Warszawa - Białowieża.

(1973a): Dynamika sezonowa runa Białowieskiego Parku Narodowego. - Seasonal dynamics of herb layer in forest communities of Białowieża National Park. - Phytocoenosis 2(1). 120 S., Warszawa - Białowieża.

(1973b): Flowering rhythms in forest communities in the Białowieża National Park in relation to seasonal changes. - Ekol. Polska 21: 827-867. Warszawa.

(1976): Seasonal variability of colour aspects in the forest plant communities of the Białowieża National Park. - Phytocoenosis 5(2): 69-84. Warszawa - Białowieża.

(1978): Behaviour of Caltha palustris L. populations in forest and meadow ecosystems of the Białowieża National Park. - Ekol. Polska 26(1): 85-109. Warszawa.

FIJAŁKOWSKI, D. (1959): Rezerwat leśny "Bachus" hołło Chełma. - Das Waldreservat "Bacchus" bei Chełm. - Annal. Univ. Mariae Curie-Skłodowska 14 C: 297-342. Lublin.

FIRBAS, F. (1927): Über die Bedeutung des thermischen Verhaltens der Laubstreu für die Frühjahrsvegetation des sommergrünen Laubwaldes. - Beih. Bot. Cbl. 44 (Abt. II): 179-198. Dresden.

FÜLLEKRUG, E. (1967): Phänologische Diagramme aus einem Melico-Fagetum. Mitt. flor.-Arbeitsgem. N.F. 11/12: 142-158. Todenmann.

GALOUX, A. (1966): Rythmes énergétiques et phénophases en chênaie calcaire. - Bull. Soc. roy. Bot. Belg. 99: 189-200.

, SCHNOCK, G., GRULOIS, J. (1967): La variabilité phénologique et les conditions climatiques. - Bull. Soc. roy. Bot. Belg. 100: 309-314.

GERLACH, A. et al. (1970): Vegetationsuntersuchungen im Solling. - Schriftenr. f. Vegetationskd. 5: 75-133. Bonn-Bad Godesberg.

HAEUPLER, H. (1970): Vorschläge zur Abgrenzung der Höhenstufen der Vegetation im Rahmen der Mitteleuropakartierung. - Göttinger Florist. Rdbr. 4(1): 1-24; (3): 54-62. Göttingen.

(1976): Atlas zur Flora von Südniedersachsen. Verbreitung der Gefäßpflanzen. - Scripta Geobot. 10. 367 S., Göttingen.

HOFFMEISTER, H. (1937): Die Klimakreise Niedersachsens. - Oldenburg.

IHNE, E. (1895): Phänologische Jahreszeiten. - Naturwiss. Wochenschr. 10: 37-43.

(1905): Phänologische Karte des Frühlingseinzugs in Mitteleuropa. - Peterm. Geogr. Mitt. 51: 97-108. Gotha.

KREEB, K. (1956): Phänologisch-pflanzensoziologische Untersuchungen in einem Eichen-Hainbuchenwald im Neckargebiet. - Ber. Dtsch. Bot. Ges. 69: 361-374.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

KUBÍČEK, F., BRECHTL, J. (1970): Production and phenology of the herb layer in an oak-hornbeam-forest. - Biológia 25(10): 651-666. Bratislava

LARCHER, W. (1980): Ökologie der Pflanzen. 3. neubearb. Aufl. 399 S., Ulmer, Stuttgart.

LAUSI, D., PIGNATTI, S. (1973): Die Phänologie der europäischen Buchenwälder auf pflanzensoziologischer Grundlage. - Phytocoenologia 1(1): 1-63. Stuttgart-Lehre.

LÖHR, E. (1952): Photosynthese von Anemone nemorosa. - Physiol. Plant. 5: 221-227. Copenhagen.

MICHALKO, J., DŽATKO, M. (1965): Fytocenologická a ekologická charakteristika rastlinných spoločenstiev lesa Dubník pri Seredi. - Phytocoenologische und oekologische Charakteristik der Pflanzengesellschaften des Waldkomplexes Dubník bei der Gemeinde Sered. Biologické Práce 11(5): 47-115. Bratislava.

MUDRACK, K. (1935): Über die Assimilationstätigkeit und das Wachstum bei Ficaria verna. Planta 23: 71-104. Berlin.

NAGEL, U., WUNDERLICH, H.-G. (1969): Geologisches Blockbild der Umgebung von Göttingen. Schr. Wirtschaftswiss. Ges. z. Studium Nieders. N.F. 91. Göttingen.

NEUHÄUSL, R. (1982): Blüh- und Sproßaspekte in Auenwäldern und mesophytischen Laubwäldern. In: DIERSCHKE, H. (Red.): Struktur und Dynamik von Wäldern. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1981: 591-599. Cramer, Vaduz.

, NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ, Z. (1977): Jahreszeitliche Dynamik in Auen- und Eichen-Hainbuchenwäldern. - Preslia 49: 237-280. Praha.

NOIRFALISE, A. (1952): Etude d'une biocénose. La frênaie à Carex (Cariceto remotae-Fraxinetum Koch 1926). Mém. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg. 122: 1-185. Bruxelles.

OESAU, A. (1973): Keimung und Wurzelwachstum von Melampyrum arvense L. (Scrophulariaceae). - Beitr. Biol. Pflanzen 49: 73-100. Berlin.

PLAŠILOVA, J. (1970): A study of the root system and root ecology of perennial herbs in the undergrowth of deciduous forests. - Preslia 42: 136-152. Praha.

Reichsamt für Wetterdienst (1939): Klimakunde des Deutschen Reiches. Bd. II: Tabellen. 560 S., Berlin.

ROLLER, M. (1964): Die phänologischen Beobachtungen aus Kremsmünster (Zeitraum 1842 bis 1962). - Wetter u. Leben 16: 187-197.

(1970): Die jahreszeitliche Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt als Klimazeiger (Phänologie, 1928-1966). In: Naturgeschichte Wiens Bd. 1: 377-391. Wien-München.

ROSENKRANZ, F. (1951): Grundzüge der Phänologie. - 69 S., G. Fromme & Co., Wien.

RÜHL, A. (1954): Das südliche Leinebergland. Eine forstlich-vegetationskundliche und pflanzengeographische Studie. - Pflanzensoz. 9. Jena.

(1973): Waldvegetationsgeographie des Weser-Leineberglandes. - Schr. Wirtschaftswiss. Ges. z. Studium Nieders. N.F. A I, 101. Göttingen-Hannover.

SCHMIDT, W. (1981): Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern. - Scripta Geobot. 15. 199 S., Göttingen.

SCHNELLE, F. (1953): Beiträge zur Phänologie Deutschlands. III. 6 Mittelwertkarten (1936-1944). Vorfrühling bis Herbst. - Ber. Dtsch. Wetterdienst 1. Bad Kissingen.

(1955): Pflanzen-Phänologie. - Leipzig.

(1973): Die Vegetationszeit von Waldbäumen in deutschen Mittelgebirgen. Ihre Klimaabhängigkeit und räumliche Differenzierung. - Mitt. Fränk. Geogr. Ges. 20: 1-31. Erlangen.

SCHOBER, R., SEIBT, G. (1971): Phenological observation on beech and spruce as a function of climate. - In: ELLENBERG, H. (Hrsg.): Integrated Experimental Ecology: 32-36. Springer, Berlin-Heidelberg-New York.

SCHREIBER, K.F. (1968): Les conditions thermiques du canton de Vaud. - Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 49. 31 S., Bern.

(1969): Landschaftsökologische und standortskundliche Untersuchungen im nördlichen Waadtland als Grundlage für die Orts- und Regionalplanung. - Arb. Univ. Hohenheim 45. 166 S., Stuttgart.

- et al. (1977): Wärmegliederung der Schweiz aufgrund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969-1973 1 200 000. - Bern.

SCHULTZ, R. (1982): Zur Biomasseentwicklung von Anemone nemorosa-Beständen in einem Kalkbuchenwald. - Dipl.-Arb. Univ. Göttingen, 106 S. Kurzfassung in Kurzmitt. SFB 135(1): 17-22. Göttingen.

SEYFERT, F. (1960): Phänologie. - Wittenberg.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

STILLE, H., LOTZE, F. (1933): Geologische Übersichtskarte der Umgebung von Göttingen 1 100 000. - Berlin.

TILL, O. (1956): Über die Frosthärte von Pflanzen sommergrüner Laubwälder. - Flora 143: 499-542. Jena.

TOPASZ, K., TUMIDAJOWICZ, D. (1979): Dynamika sezonowa i produkcja runa oraz ściółki w grądzie (Tilio-Carpinetum typicum) na Pogórzu Wielickim (południowa Polska). Seasonal dynamics and production of the herb layer and litter in an oak-hornbeam forest (Tilio-Carpinetum typicum) in the Wielickie foothills (Southern Poland). - Fragm. Florist. Geobot. 25(1): 145-189. Kraków.

TÜXEN, R. (1977): Außergewöhnliche phänologische Erscheinungen bei unseren Waldbäumen im Trockenjahr 1976. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20: 376. Todenmann-Göttingen.

, WOJTERSKA, M. (1977): Bibliographie der Phänospektrum-Diagramme von Pflanzengesellschaften. Pars II. - Excerpta Bot. B. 16: 306-317. Stuttgart, New York.

WILKOŃ-MICHALSKA, J., NIENARTOWICZ, A., BARCIKOWSKI, A. (1982): Horizontale Struktur, Phänologie und Produktivität der Wald-Krautschicht im Reservat "Las Piwniki". - In: DIERSCHKE, H. (Red.): Struktur und Dynamik von Wäldern. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1981: 541-556. J. Cramer, Vaduz.

ZOLG, M., BORNKAMM, R. (1981): Analytische Untersuchung an Blättern während des Alterungsprozesses vor dem Laubfall. - Flora 171(4): 355-366. Jena.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Hartmut Dierschke
Systematisch-Geobotanisches Institut
Untere Karspüle 2

D-3400 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: NS_2

Autor(en)/Author(s): Dierschke Hartmut

Artikel/Article: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Siid-Niedersachsens. I. Phänologischer Jahresrhythmus sommergrüner Laubwälder 173-194