

# Phänologische Diagramme aus einem Melico-Fagetum

von

ERNST FÜLLEKRUG, Bad Gandersheim

## Einleitung

Will man eine Pflanzengesellschaft vollständig beschreiben, so gehören auch die phänologischen Vorgänge dazu. Sie sind ein unmittelbarer Ausdruck der rhythmischen Lebensfunktion. Die Aufeinanderfolge der Aspekte, ihre Dauer und der Zeitpunkt ihres Eintretens ist für jede Pflanzengesellschaft kennzeichnend.

In vielen Fällen werden die phänologischen Erscheinungen mit Worten beschrieben. So hat DIEMONT 1938 in seiner Arbeit geschildert, wie die Blütenaspekte in den Buchenwäldern der nordwestdeutschen Mittelgebirge aufeinander folgen.

Besonders übersichtlich aber sind Diagramme, in denen als Ordinate die einzelnen Pflanzenarten in ihrem phänologischen Zustand, als Abszisse die entsprechenden Zeiten aufgetragen sind. Solche Spektren geben neben der Artenzusammensetzung einen Eindruck von der Entwicklung jeder Art und der Aufeinanderfolge von Blütenaspekten. ELLENBERG hat 1939 in seiner Untersuchung über bodenfeuchte Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands ein solches phänologisches Spektrum mitgeteilt. Es gibt eine Vorstellung von der jahreszeitlichen Veränderung des Waldbildes.

Im Jahre 1962 hatte ich in einem Melico-Fagetum Blütezeiten und Blattentwicklung beobachtet und beabsichtigte, ein phänologisches Spektrum dieser Assoziation zu zeichnen. Angeregt durch die Arbeit von TÜXEN 1962 „Das phänologische Gesellschaftsdiagramm“ habe ich im darauffolgenden Jahr quantitative Ergebnisse von Blütestadien ermittelt. Die Meßwerte beziehen sich auf die Blütenmenge und die Stetigkeit. Mit Hilfe des Gruppenwertes lassen sich die phänologischen Veränderungen zahlenmäßig ausdrücken, und man erhält ein phänologisches Diagramm der Pflanzengesellschaft.

## Das Beobachtungsgebiet

Der Beobachtungsort, Bad Gandersheim ( $10^{\circ}$  ö. L.,  $51^{\circ}$  n. B.), liegt im Hügelland zwischen der Leine und der Nordwestspitze des Harzes. Nach der Einteilung Niedersachsens in Klimakreise von HOFFMEISTER gehört der Ort zum Leine-Unterkreis des Weserbergland-Klimakreises. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8 bis  $8,5^{\circ}\text{C}$ , der durchschnittliche Jahresnieder-

schlag 600 bis 720 mm. Apfel und Roßkastanie erblühen gleichzeitig, meistens zwischen dem 10. und 15. Mai.

Unmittelbar nordöstlich der Ortschaft liegt das Beobachtungsgebiet, die Schanze. Sie ist auf einer Fläche von 1,25 km<sup>2</sup> zusammenhängend bewaldet. Der Schanze sind Borberg, Großer und Kleiner Osterberg vorgelagert. Diese Berge gehören dem mittleren Buntsandstein an. Den Übergang zur Schanze bildet eine schmale Zone oberen Buntsandsteins. Es folgen dann in regelmäßiger Stufenfolge unterer, mittlerer und außerhalb des Beobachtungsgebietes oberer Muschelkalk.

Am Fuße der Schanze, auf der Rötzone, umgibt ein bodensaurer Eichen-Hainbuchenwald den Kalkbuchenwald. *Quercus robur* L., *Stellaria holostea* L. und *Luzula nemorosa* E. Mey. sind hier kennzeichnend; die Hainbuche tritt gegenüber der forstlich geförderten Rotbuche zurück. Von 200 m ab begegnet man Bingelkraut, Perlgras, Waldgerste und den anderen Kennarten des Melico-Fagetum.

Am weitesten ist die Typische Subassoziation verbreitet; an den Südwesthängen wächst der Grasreiche, an den Nord- und Nordostseiten der Krautreiche Buchenwald. Trotz der forstwirtschaftlichen Nutzung ist die Pflanzengesellschaft aber so günstig entwickelt, daß von jeder Subassoziation je drei optimal zusammengesetzte Probestflächen ausgewählt werden konnten (siehe umseitige Tabelle).

#### Untersuchte Probestflächen.

|               |                                                     |
|---------------|-----------------------------------------------------|
| Aufnahmen 1—3 | Melico-Fagetum elymetosum (Grasreicher Buchenwald)  |
| Aufnahmen 4—6 | Melico-Fagetum typicum (Typischer Buchenwald)       |
| Aufnahmen 7—9 | Melico-Fagetum allietosum (Krautreicher Buchenwald) |

Im Grasreichen Buchenwald (*Melico-Fagetum elymetosum*) ist die Baumschicht nicht ganz geschlossen. Vorwiegend finden solche Pflanzen einen geeigneten Standort, die Licht und Trockenheit lieben. Dabei herrschen Gräser wie *Brachypodium silvaticum* P. B., *Melica uniflora* Retz, *Dactylis polygama* Horv., *Bromus ramosus* Huds. und *Elymus europaeus* L. vor. Außer dem Bingelkraut und dem Waldmeister stehen die Kräuter hinter den Gräsern zurück.

Zwischen den fahlen Grasresten sammelt sich eine dünne Buchenstreu. Die Pflanzen wurzeln in einem braunschwarzen, gut gekrümelten Humus von etwa 20 cm Stärke. Dieser geht allmählich in eine hellere Schicht mit Kalksteinen über; darunter folgt eine gelblich-bleiche, klebrige Lehmschicht, die mit zunehmender Tiefe immer reicher an plattenförmigen Kalksteinen wird. Nur die Wurzeln der Rotbuche können noch so weit vordringen.

Der Typische Buchenwald (*Melico-Fagetum typicum*) nimmt ökologisch und auch in der Pflanzenzusammensetzung eine Mittelstellung ein. *Elymus europaeus* L. und *Dactylis polygama* Horv. verbinden die Gesellschaft mit dem Grasreichen Buchenwald; die Vielblütige Maiblume greift aus der krautreichen Gesellschaft über. Nur *Melica uniflora* Retz und *Mercurialis perennis* L. erreichen in der Krautschicht einen größeren Deckungsgrad als 1. Sie bilden Flecken oder kleine Herden und lassen zuweilen unbewachsene Stellen frei.

Der Boden ist regelmäßig von einer Laubstreu bedeckt. Die gut gekrümelte Humusschicht wird von den Wurzeln der Kräuter und der Rot-

|                               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Aufnahmenummer                | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
| Geologische Unterlage         | uMu | uMu | uMu | uMu | uMu | uMu | mMu | mMu | uMu |
| Aufnahmefläche m <sup>2</sup> | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Höhe, m über N.N.             | 220 | 210 | 230 | 260 | 255 | 210 | 260 | 265 | 255 |
| Exposition                    | SW  | WSW | SSW | SW  | WSW | SW  | N   | NNO | NO  |
| Neigung                       | 20° | 25° | 25° | 20° | 15° | 25° | 15° | 25° | 5°  |
| Deckung der Baumschicht %     | 90  | 85  | 80  | 90  | 95  | 95  | 100 | 100 | 100 |
| Deckung der Strauchschicht %  | 5   | 3   | 5   | 1   | 1   | -   | -   | 1   | 2   |
| Deckung der Krautschicht %    | 100 | 100 | 100 | 100 | 90  | 70  | 100 | 100 | 100 |
| Artenzahl                     | 25  | 25  | 25  | 21  | 20  | 15  | 17  | 20  | 17  |

## Kennarten des E u - F a g i o n

und des M e l i c o - F a g e t u m :

|                                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Fagus silvatica</i> L. B.    | 5.5 | 4.5 | 4.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| " " Str.                        | +1  | 1.1 | 1.1 | .   | .   | +1  | .   | .   | .   |
| <i>Melica uniflora</i> Retz     | 3.4 | 2.3 | 3.4 | 2.3 | 3.4 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| <i>Asperula odorata</i> L.      | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.3 |
| <i>Mercurialis perennis</i> L.  | 2.3 | 1.2 | 1.3 | 3.4 | 2.3 | 3.4 | 1.3 | 3.5 | 3.5 |
| <i>Neottia nidus-avis</i> Rich. | r   | .   | +1  | .   | .   | .   | .   | .   | .   |

## Trennarten:

|                                                         |     |     |     |     |    |    |     |     |     |
|---------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| <i>Brachypodium sil-</i><br><i>vaticum</i> (Huds.) P.B. | 2.3 | 3.4 | 2.3 | .   | .  | .  | .   | .   | .   |
| <i>Bromus ramosus</i> Huds.                             | 1.2 | 1.3 | 2.3 | .   | .  | .  | .   | .   | .   |
| <i>Elymus europaeus</i> L.                              | 1.2 | 1.2 | 1.1 | +1  | .  | +1 | .   | .   | .   |
| <i>Dactylis poly-</i><br><i>gama</i> Horvatovszky       | 1.2 | 2.3 | 2.3 | 1.2 | +2 | .  | .   | .   | .   |
| <i>Crataegus</i> L. spec.                               | 1.1 | +1  | 1.1 | .   | +1 | r  | .   | .   | .   |
| <i>Allium ursinum</i> L.                                | .   | .   | .   | .   | .  | .  | 4.5 | 2.3 | 2.2 |
| <i>Corydalis cava</i> Schw. et K.                       | .   | .   | .   | .   | .  | .  | 2.2 | 2.3 | 1.2 |
| <i>Leucocjum vernum</i> L.                              | .   | .   | .   | .   | .  | .  | +1  | .   | .   |
| <i>Arum maculatum</i> L.                                | .   | .   | .   | .   | .  | .  | .   | .   | 1.1 |

## Kennarten der Ordnung und Klasse:

|                                                    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |
|----------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|
| <i>Anemone ranunculoides</i> L.                    | 1.1 | 1.1 | +1  | 1.1 | 1.1 | +1 | +1 | 1.1 | .   |
| <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.                 | 1.1 | 1.1 | +1  | +1  | 1.1 | +1 | +1 | .   | .   |
| <i>Poa nemoralis</i> L.                            | 1.2 | +2  | 1.2 | +1  | 1.1 | .  | .  | 1.2 | +1  |
| <i>Viola sil-</i><br><i>vestris</i> Lam. em. Rehb. | 1.2 | +2  | 1.2 | 1.2 | 1.1 | +1 | .  | .   | .   |
| <i>Ranunculus auricomus</i> L.                     | +1  | +1  | .   | +1  | +1  | .  | +1 | +1  | .   |
| <i>Agropyron caninum</i> P.B.                      | +2  | .   | 1.2 | +1  | .   | .  | +1 | +1  | 1.2 |
| <i>Campanula trachelium</i> L.                     | 1.1 | +1  | +1  | .   | 1.1 | +1 | .  | .   | .   |
| <i>Anemone nemorosa</i> L.                         | +1  | .   | .   | +1  | +1  | r  | +1 | .   | .   |

|                                                   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6  | 7   | 8   | 9   |
|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| <i>Hedera helix</i> L.                            | .   | +1  | +1  | 1.1 | .   | +1 | .   | +1  | .   |
| <i>Polygonatum multiflorum</i><br>L. (All.)       | .   | .   | .   | 1.1 | 1.2 | .  | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| <i>Carex digitata</i> L.                          | +2  | +2  | 1.2 | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Lamium galeob-</i><br><i>dolon</i> (L.) Crantz | 1.1 | .   | +1  | .   | .   | .  | 1.2 | .   | .   |
| <i>Anemone hepatica</i> L.                        | .   | +1  | .   | 1.2 | +1  | .  | .   | .   | .   |
| <i>Circaea lutetiana</i> L.                       | .   | .   | .   | .   | .   | +1 | +1  | 1.1 | .   |
| <i>Carex silvatica</i> Huds.                      | +2  | +2  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Stellaria holostea</i> L.                      | 1.2 | .   | +1  | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Potentilla sterilis</i><br>(L.) Garcke         | +1  | .   | +1  | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Fraxinus excelsior</i> L.                      | .   | +1  | .   | .   | .   | r  | .   | .   | .   |
| <i>Epilobium montanum</i> L.                      | .   | +1  | .   | .   | .   | .  | .   | r   | .   |
| <i>Aconitum lycoctonum</i> L.                     | .   | .   | .   | 1.3 | +2  | .  | .   | .   | .   |
| <i>Acer platanoides</i> L.                        | .   | .   | .   | .   | r   | +1 | .   | .   | .   |
| <i>Mycelis muralis</i> (L.) Rchb.                 | .   | .   | .   | .   | .   | .  | +1  | +1  | .   |
| <i>Sambucus nigra</i> L.                          | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | +1  | 1.1 |
| <i>Scrophularia nodosa</i> L.                     | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | +1  | r   |
| <i>Geranium robertianum</i> L.                    | .   | .   | .   | .   | .   | .  | 1.3 | .   | 1.1 |
| <i>Geum urbanum</i> L.                            | .   | +1  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Lonicera xylosteum</i> L.                      | .   | .   | .   | +1  | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Convallaria majalis</i> L.                     | .   | .   | .   | .   | 1.2 | .  | .   | .   | .   |
| <i>Adoxa moschatellina</i> L.                     | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | +2  | .   |
| <i>Stachys silvaticus</i> L.                      | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | .   | 2.3 |
| <i>Pulmonaria officinalis</i> L.                  | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | .   | +1  |
| <i>Evonymus europaeus</i> L.                      | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | .   | +1  |
| Begleiter:                                        |     |     |     |     |     |    |     |     |     |
| <i>Fragaria vesca</i> L.                          | .   | 1.2 | +2  | +2  | 1.2 | .  | .   | .   | .   |
| <i>Hieracium silva-</i><br>ticum (L.) Grunb.      | +1  | .   | +1  | +1  | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Aquilegia vulgaris</i> L.                      | 1.2 | .   | .   | .   | +1  | .  | .   | .   | .   |
| <i>Oxalis acetosella</i> L.                       | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | 1.2 | +2  |
| <i>Viola hirta</i> L.                             | .   | +1  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Cirsium silvaticum</i> Tausch                  | .   | +1  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Hypericum hirsutum</i> L.                      | .   | .   | +1  | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> L.                 | .   | .   | +1  | .   | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Orchis masculus</i> L.                         | .   | .   | .   | +1  | .   | .  | .   | .   | .   |
| <i>Sambucus racemosa</i> L.                       | .   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | +1  | .   |

buche durchsetzt. Schon in 10 cm Tiefe finden sich flache Kalksteine, die nach unten immer dichter liegen und zum unveränderten Muttergestein überleiten.

Der Krautreiche Buchenwald (*Melico-Fagetum allietosum*) ist durch die massenhaft vorkommenden Kräuter gekennzeichnet, die viel Schatten ertragen und einen frischen Boden lieben. Während ihrer Blütezeit bedecken *Corydalis cava* Schw. et K. und *Allium ursinum* L. den Boden vollkommen. Von Ende Mai ab zeigen sich zuerst kleine kahle Flecken, die durch den absterbenden Lerchensporn frei werden. Etwa vier Wochen später, wenn der Bären-Lauch seine Vegetationsperiode schon abgeschlossen hat, erscheinen große Fehlstellen im Bestand. Diese Geophyten haben den Nährstoffbedarf für das nächste Jahr bereits gespeichert. Vereinzelt tritt auf den frei gewordenen Flächen nun *Geranium robertianum* L. hervor.

Die Laubstreu ist in dieser Gesellschaft durchschnittlich 20 cm hoch. Stellenweise wird das Laub durch die vorherrschenden Südwestwinde hier in einer Menge angeweht, daß einzelne Kräuter es nur schwer durchdringen können. Pilzmyzel und Regenwürmer führen die Zersetzung der untersten, stets frischen Laubstreu aus. Darunter folgt ein schwarzer, lockerer Mullboden von bester Qualität. In etwa 10 cm Tiefe liegen die Knollen des Lerchensorns, die Zwiebeln des Bären-Lauches und die kriechenden Wurzelstöcke des Bingelkrautes. Ohne Übergang schließt sich der mittlere Muschelkalk an, zuerst in plattenförmigen, dann in immer größer werdenden Steinen.

### Beobachtungsmethoden

Die in der Tabelle 1 angeführten Einzelbestände dienten in der Vegetationsperiode des Jahres 1963 als Dauerbeobachtungsflächen. Im Abstand von etwa 7 bis 10 Tagen wurden in jedem Bestand die blühenden Arten notiert. Als Blüte ist der Zustand bezeichnet, wenn die inneren Blütenteile sichtbar sind. Bei Gräsern wurde also z. B. nicht das Erscheinen von Blütenständen vermerkt, das oft schon lange vor der eigentlichen Blütezeit geschieht, sondern das tatsächliche Sichtbarwerden von Staubblättern und Narben.

Während SCHENNIKOW 1932 in seiner beispielhaften Arbeit die Frequenz als quantitativen Ausdruck der phänologischen Zustände gebraucht, habe ich bei den folgenden Untersuchungen den Deckungsgrad zugrunde gelegt. Anfangs war geplant, die Blütenmenge nach der fünfteiligen Skala von BRAUN-BLANQUET zu schätzen. Doch stellte sich gleich zu Beginn der Beobachtungen heraus, daß mit dem häufig vorkommenden Deckungsgrad 2 (5 bis 25%) in diesem besonderen Falle die feineren Abstufungen nicht beschrieben werden konnten. Daher wählte ich die üblichen Prozentzahlen des Deckungsgrades, um die Blütenmenge zu schätzen. Unter Blütenmenge ist also der Prozentteil einer Probefläche zu verstehen, der von den Blüten und Blütenständen bedeckt wird, wenn man sich diese Teile auf den Boden projiziert denkt. Die Blütenmenge kann in einzelnen Fällen beträchtlich vom Deckungswert der Pflanze abweichen. *Mercurialis perennis* L. hat z. B. kleine Blütenstände im Verhältnis zur Blattmasse. Diese Pflanze erreicht in der Probefläche 4 eine höchste Blütenmenge von 8%, während der Deckungsgrad der vegetativen Teile im gleichen Bestand mit 3 bezeichnet werden kann.

Die Aufnahme der blühenden Arten geschah für alle Probeflächen unabhängig voneinander immer am gleichen Tage. So ergab sich für jede Sub-

Assoziation an dem bestimmten Beobachtungstage eine Tabelle mit den blühenden Arten jedes Einzelbestandes und den Blütenmengen.

### Auswertung der Beobachtungen

Die für jeden Beobachtungstag angefertigte Tabelle von Blütenmengen in den Einzelbeständen diene zunächst zur Berechnung der mittleren Blütenmenge. Hierzu wurde die Summe der Blütenmengen jeder einzelnen Art durch die Zahl der Aufnahmen in den Subassoziationen geteilt. Die Zu- oder Abnahme dieser mittleren Blütenmenge an den verschiedenen Tagen gibt einen Eindruck von dem Aufblühen, der Blühdauer und dem Verblühen einer Pflanze. Für einen Vergleich innerhalb einer Subassoziation sind die beteiligten Pflanzen nach der Blütezeit aufgetragen (Abb. 1). Dieses Diagramm stellt ein analytisches Spektrum dar, weil es das phänologische Verhalten jeder einzelnen Art erkennen läßt.

Neben einem analytischen Spektrum wünscht man als verallgemeinerten Ausdruck der Blühvorgänge in einer Assoziation ein synthetisches Spektrum. Es soll das phänologische Verhalten der Gesellschaft als Ganzes wiedergeben, so daß sich im Laufe der Vegetationsperiode der mengenmäßige Wechsel der einzelnen Blütenfarben und damit die Aspektfolge direkt erkennen läßt.

Für ein solches Diagramm wurden die Pflanzenarten nach ihren Blütenfarben zu Gruppen zusammengefaßt. Dabei sind unterschieden: weiß, unscheinbar (Gräser), rot, gelb, grün (*Mercurialis perennis* L.), blau und violett. Violett bedeutet sowohl die Mischfarbe von blau und rot als auch ihre kurz aufeinanderfolgende Umfärbung, wie z. B. *Lathyrus vernus* (L.) Bernh.

Will man die Blütenmannigfaltigkeit einer Gesellschaft wiedergeben, genügt es nicht, die Summe oder den Durchschnitt der Blütenmengen zu bilden. Sonst würde eine Pflanze, die z. B. nur in einem einzigen Bestand vorkommt und hier einen relativ hohen Deckungsgrad erreicht, beim Mittelwert einen großen Betrag erhalten, obwohl ihr in der Gesellschaft keine hohe Bedeutung zukommt. Daher muß man auch die Stetigkeit berücksichtigen. Das Hilfsmittel hierzu gibt die Veröffentlichung von TÜXEN und ELLENBERG 1937 über den systematischen und ökologischen Gruppenwert.

Auf diese Weise wurde für jedes Beobachtungsdatum der Gruppenwert aus der mittleren Blütenmenge und der Stetigkeit der entsprechenden Gruppe berechnet.

#### Beispiel einer Gruppenwert-Berechnung

M.-F. allietosum, 25. 5. 63

|                         |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|
| Probefläche:            | 1  | 2  | 3  |
| <i>Asperula</i> od.     | 8  | .  | 8  |
| <i>Polygon. multif.</i> | 5  | 5  | 5  |
| All. urs.               | 80 | 20 | 10 |

Berechnung:

Blütenmenge (gesamt):  $M = 141$

mittlere Blütenmenge:  $\bar{M} = \frac{141}{3}$

Stetigkeit:  $S = \frac{8}{9}$

Gruppenwert:  $\bar{M} \cdot S = \frac{141}{3} \cdot \frac{8}{9} = \frac{1128}{27} = 42$

Abb. 1a und 1b. Analytische Spektren.

Die Länge der Kurven veranschaulicht die Blühdauer.

Die Höhe von 1 mm entspricht einer mittleren Blütenmenge von 1%. Römische Zahlen bedeuten die phänologischen Jahreszeiten: II Erstfrühling IV Frühlommer  
III Vollfrühling V Hochsommer

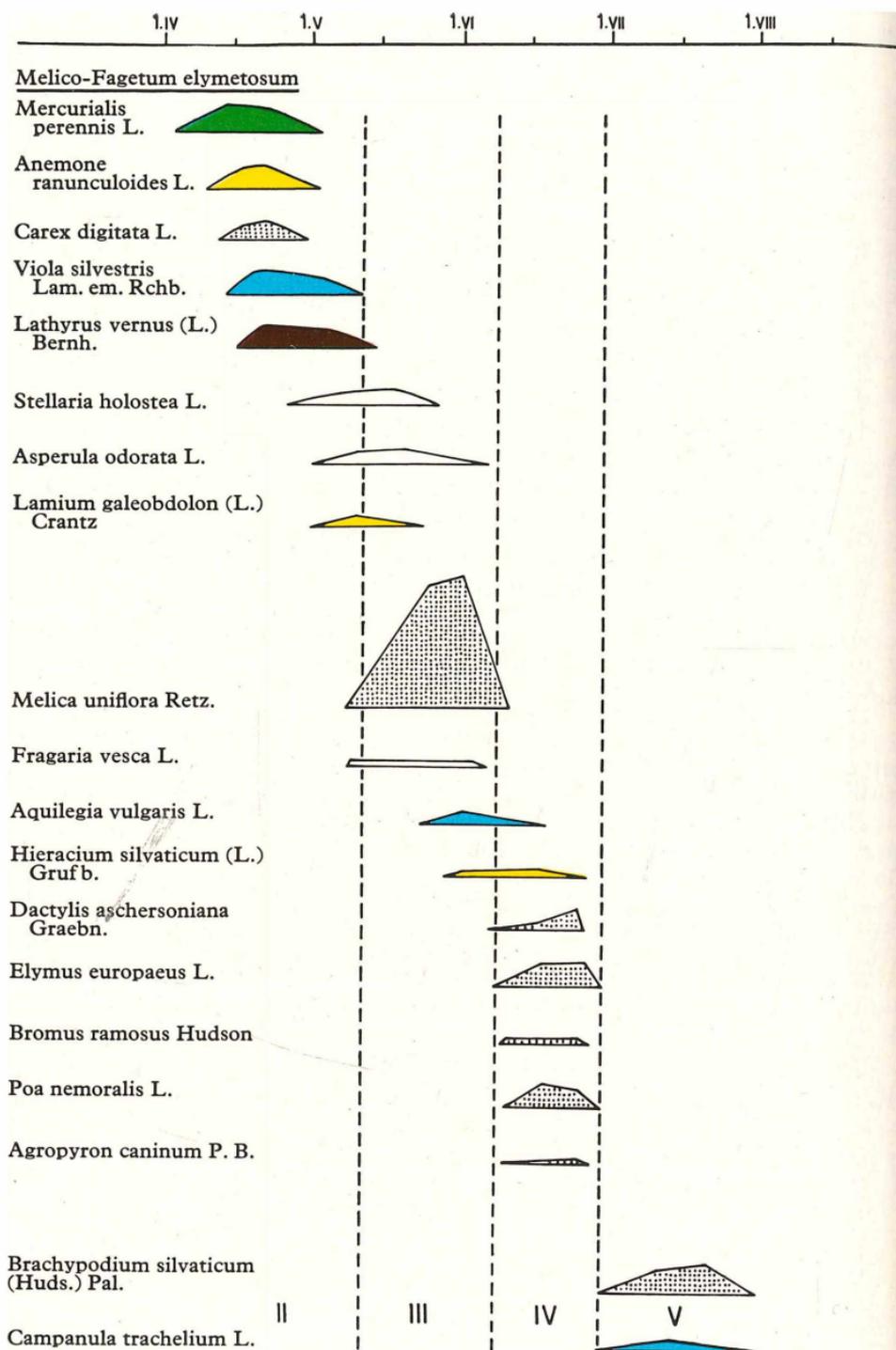


Abb. 1 a), Melico-Fagetum elymetosum

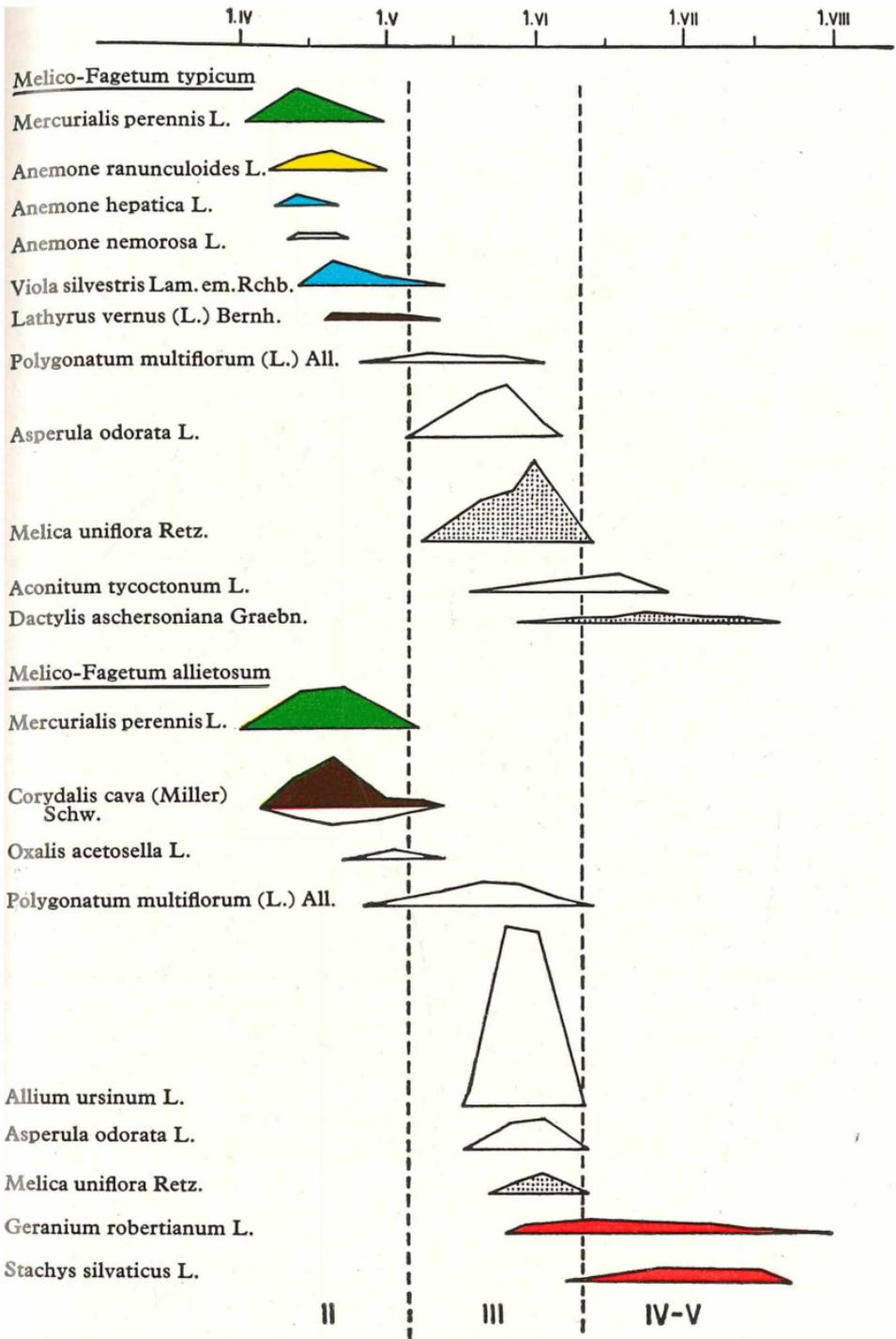


Abb. 1 b). Melico-Fagetum typicum u. allietosum

Die erhaltenen Gruppenwerte sind in ihrer Blütenfarbe auf der Ordinate, die Beobachtungszeiten auf der Abszisse eingetragen. Aus diesem synthetischen Spektrum (Abb. 2) ist abzulesen, wie im Laufe der Vegetationsperiode die Gruppenwerte der Blütenfarben wechseln. Will man sich darüber orientieren, durch welche Pflanzen die Aspekte hervorgerufen werden, so vergleicht man die entsprechenden Daten mit dem analytischen Spektrum.

## Ergebnisse

### A. Analytisches Spektrum

In dem analytischen Spektrum (Abb. 1) sind alle blühenden Arten enthalten, deren mittlere Blütenmenge größer als ein Prozent ist. Vergleicht man mit der pflanzensoziologischen Tabelle (Tab. 1), so lassen sich die Pflanzen ermitteln, die diesen Wert nicht erreichen. Das sind solche, die überhaupt nur einen geringen Deckungsgrad haben wie *Neottia nidus-avis* Rich., *Leucojum vernum* L., *Circaea lutetiana* L. und andere. Ebenso fehlen solche Arten im Spektrum, die nicht blühreif vorkamen: *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Sambucus racemosa* L. und *Lonicera xylosteum* L. Einige Pflanzen wie *Convallaria majalis* L., *Crataegus* L. spec. und *Hedera helix* L. blühten nicht, weil sie offensichtlich in geringer Vitalität entwickelt sind.

Die Pflanzen sind im Spektrum nach der Reihenfolge ihres Aufblühens geordnet. Der Zeitpunkt der ersten Blüte ist zwar für jede Art charakteristisch, andererseits durch die Witterungsverhältnisse modifizierbar. Eine Beobachtung über längere Zeiträume hinweg kann die häufigste Reihenfolge und die Reaktionen der Pflanze auf besondere Witterungsfaktoren erkennen lassen.

Die Länge der Spektren entspricht der Blühdauer, soweit die Blütenmenge den Wert von einem Prozent erreicht hat. Ganz vereinzelt Blüten vor und nach der Hauptblütezeit kommen im Diagramm nicht zum Ausdruck. Durchschnittlich beträgt die Blühdauer 20 bis 30 Tage. Einige Gräser im Grasreichen Buchenwald haben eine besonders kurze Blütezeit, während *Geranium robertianum* L. und *Stachys silvaticus* L. im Krautreichen Buchenwald auffallend lange blühen.

Nach ihrem ähnlichen Verhalten im Beginn der Blüte und nach der gesamten Blühdauer lassen sich mehrere Arten zu Gruppen zusammenfassen, die der Einteilung des Vegetationsjahres in phänologische Jahreszeiten nach WITTERSTEIN 1960 entsprechen:

#### I Vorfrühling

*Leucojum vernum* L.

(Die vereinzelt Blüten sind im Diagramm wegen der zu geringen Blütenmenge nicht eingezeichnet.)

#### II Erstfrühling

*Mercurialis perennis* L.

*Carex digitata* L.

*Anemone ranunculoides* L.

*Viola silvestris* Lam. em. Rchb.

*Lathyrus vernus* (L.) Bernh.

#### III Vollfrühling

*Asperula odorata* L.

*Melica uniflora* Retz

*Fragaria vesca* L.

## IV Fröhsommer

*Dactylis polygama* Horv.  
*Elymus europaeus* L.

*Poa nemoralis* L.  
*Bromus ramosus* Huds.

## V Hochsommer

*Brachypodium silvaticum* (Huds.) P. B.    *Campanula trachelium* L.

Fröhsommer und Hochsommer sind nur im Grasreichen Buchenwald voneinander abgegrenzt; in den anderen Subassoziationen gehen diese Jahreszeiten ineinander über.

Die Breite der Blütenspektren entspricht der mittleren Blütenmenge. Große Breiten erreichen die herdenbildenden Arten wie *Allium ursinum* L. im Krautreichen und *Melica uniflora* Retz im Grasreichen Buchenwald. Aus dem Spektrum jeder einzelnen Art läßt sich ablesen, wie die Blütenmenge bis zum Gipfelpunkt ansteigt und dann wieder geringer wird.

Vergleicht man die Spektren der verschiedenen Subassoziationen im gleichen Jahr, so läßt sich der Einfluß topographischer Faktoren erkennen. *Dactylis polygama* Horv. verhält sich im relativ schattigen Typischen Buchenwald anders als im Grasreichen. Die Pflanzen der grasreichen Subassoziation haben kurze, diejenigen des Typischen und Krautreichen Buchenwaldes in vielen Fällen längere Blütezeiten.

Auch in der Blütenfolge unterscheiden sich die Subassoziationen. *Asperula odorata* L., *Melica uniflora* Retz und *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. blühen an den milden, südexponierten Standorten zuerst, dann im Typischen und zuletzt im Krautreichen Buchenwald. Hierzu mag noch eine Beobachtung über den Bären-Lauch mitgeteilt werden, die aus dem Diagramm nicht zu ersehen ist. *Allium ursinum* L. greift stellenweise am Kammweg der Schanze, wo der Regen nach beiden Seiten Ablauf hat und leicht in die Spalten des unteren Muschelkalkes eindringen kann (WILKE), vom Nordhang hinweg in das Gebiet des Typischen Buchenwaldes hinein. Hier war der Bären-Lauch Mitte Mai schon in voller Blüte, während im Krautreichen Buchenwald sich erst ganz vereinzelt einige Knospen öffneten. Anfang Juni, als der Nordhang einem einzigen Blütenmeer glich, war an der gegenüberliegenden Seite keine einzige Blüte mehr.

Ein Vergleich von Spektren derselben Gesellschaft in verschiedenen Jahren ist noch nicht möglich. Doch lassen sich die Ergebnisse zu denen des Vorjahres in Beziehung setzen, als Blühbeginn, volle und letzte Blüte beobachtet wurden. Im Krautreichen Buchenwald erblühten die Pflanzen in beiden Jahren in der gleichen Reihenfolge. Auch in der grasreichen Subassoziation stimmte die Aufblühfolge mit dem Vorjahr weitgehend überein. Im Typischen Buchenwald blühte 1962 zuerst *Anemone hepatica* L., dann *Mercurialis perennis* L., *Anemone nemorosa* L. und *Anemone ranunculoides* L. Im übrigen war die Reihenfolge mit dem Vorjahr gleich.

Zusätzlich sollen in Abb. 3 der Blühbeginn von *Leucojum vernum* L. und *Corydalis cava* Schw. et K. nebst der Belaubung des Buchenhochwaldes aus einer fünfjährigen Beobachtungszeit wiedergegeben werden. Hieraus ergibt sich, daß die Beobachtungen von 1963 keinen Sonderfall darstellen. Trotz des voraufgegangenen kalten Winters liegen die Daten den Mittelwerten aus fünf Jahren sehr nahe. Nach einem Bericht des Deutschen Wetterdienstes über Witterung und Pflanzenwachstum im Jahre 1963 war bei den wildwachsenden Pflanzen die „Verspätung der Natur, die zu Beginn des Vege-

tationsjahres vorhanden war, in den meisten Landschaften bereits in kurzer Zeit weitgehend beseitigt“. Der Temperaturverlauf hat zwar schon vom Februar an entscheidenden Einfluß auf die Blütezeit. Doch auch bei einer witterungsbedingten Verschiebung wirkt sich diese auf die beobachteten Pflanzen in gleicher Weise aus. Es käme in einem solchen Falle zu einer gleichmäßigen Verlagerung der Blütenspektren, was den Gesamtverlauf nicht völlig verändern, sondern nur zeitlich verschieben würde. Andererseits zeigt uns die bemerkenswerte Untersuchung von GRÜNHAGEN, daß nicht nur die Temperatur, sondern auch die Niederschläge phänologische Phasenverschiebungen hervorrufen können. Daher mag das vorliegende Diagramm an diesem Beobachtungsort und zu diesem Zeitpunkt nur als Ausgangspunkt für Vergleiche seine Gültigkeit haben.

### B. Synthetisches Spektrum

Die gleiche Einschränkung in der Allgemeingültigkeit gilt auch für das synthetische Spektrum, da es aus dem analytischen hervorgegangen ist. Denn die Einzelspektren modifizieren das Gesamtbild des synthetischen Spektrums. Daher hat auch die Pflanzenzusammensetzung der untersuchten Bestände entscheidenden Einfluß auf den Verlauf des Diagramms. Dennoch drücken sich in der vorliegenden „Kurve des Blühens“ einige Gesetzmäßigkeiten aus. Sie scheinen allgemeiner Natur zu sein, weil sie sich vorwiegend auf die Reihenfolge der Blüten mit ihrem wellenförmigen Ablauf beziehen (Abb. 2).

Zunächst fällt auf, daß die Blütenmengen nicht während der ganzen Vegetationszeit gleichbleibend sind. Es zeichnen sich deutlich Gipfel- und Tiefpunkte ab. An den Maxima blühen entweder mehrere Arten gleichzeitig oder eine Art mit großem Deckungswert bestimmt den Aspekt. Es ist verständlich, wenn vor und nach der Blütezeit einer aspektbildenden Art Tiefpunkte liegen. Aber auch die Gipfelpunkte, die durch das gleichzeitige Blühen mehrerer Arten hervorgerufen werden, zeigen vor- und hinterher deutliche Minima. Die Erklärung liegt darin, daß die Pflanzengesellschaften aus Gruppen zusammengesetzt sind, die einen ähnlichen Blürrhythmus haben. Das erweisen ja auch die analytischen Diagramme. ALECHIN berichtet aus den Steppen bei Kursk, wie zehn- bis zwölfmal im Laufe des Jahres die Aspekte wechseln. Er bezeichnet diese Erscheinung als eine „zeitliche Schichtung“. ALECHIN bringt die Kurvenform mit dem Alter der Gesellschaft in Zusammenhang. Das ist jedoch nur für Steppenvegetation gültig, denn im Wald sind die Kräuter dem Verhalten der Baumschicht untergeordnet. Die Blütenkurve des Grasreichen Buchenwaldes ist in Anlehnung an diese Ausdrucksweise stärker „zeitlich geschichtet“ als diejenigen der beiden anderen Subassoziationen. Sie weist am ehesten auf steppenähnliche Verhältnisse hin, was mit den ökologischen Ansprüchen übereinstimmt.

In allen drei Subassoziationen erscheinen die bunten Blütenfarben fast ausschließlich im Erstfrühling bei der günstigen Belichtung. Mit zunehmender Buchenbelaubung klingt die Farbenpracht ab. Das liegt daran, weil manche Frühlingspflanzen wie *Viola*, *Hepatica* und *Anemone* nach BRAUN-BLANQUET zu einer Jahreszeit blühen, solange das Tageslicht nur 10 Stunden andauert. Andererseits genügt vielen Pflanzen der sechzigste bis achtzigste Teil der Lichtintensität gegenüber dem Freiland nicht mehr. Weil aber nur die farbigen blühenden Pflanzen verschwinden und das wirkliche Blütenmaximum der Gesellschaften nach der Buchenbelaubung liegt, so ist vielleicht das relative Lichtminimum nicht der alleinige Grund für das Fehlen von farbigen Blüten.

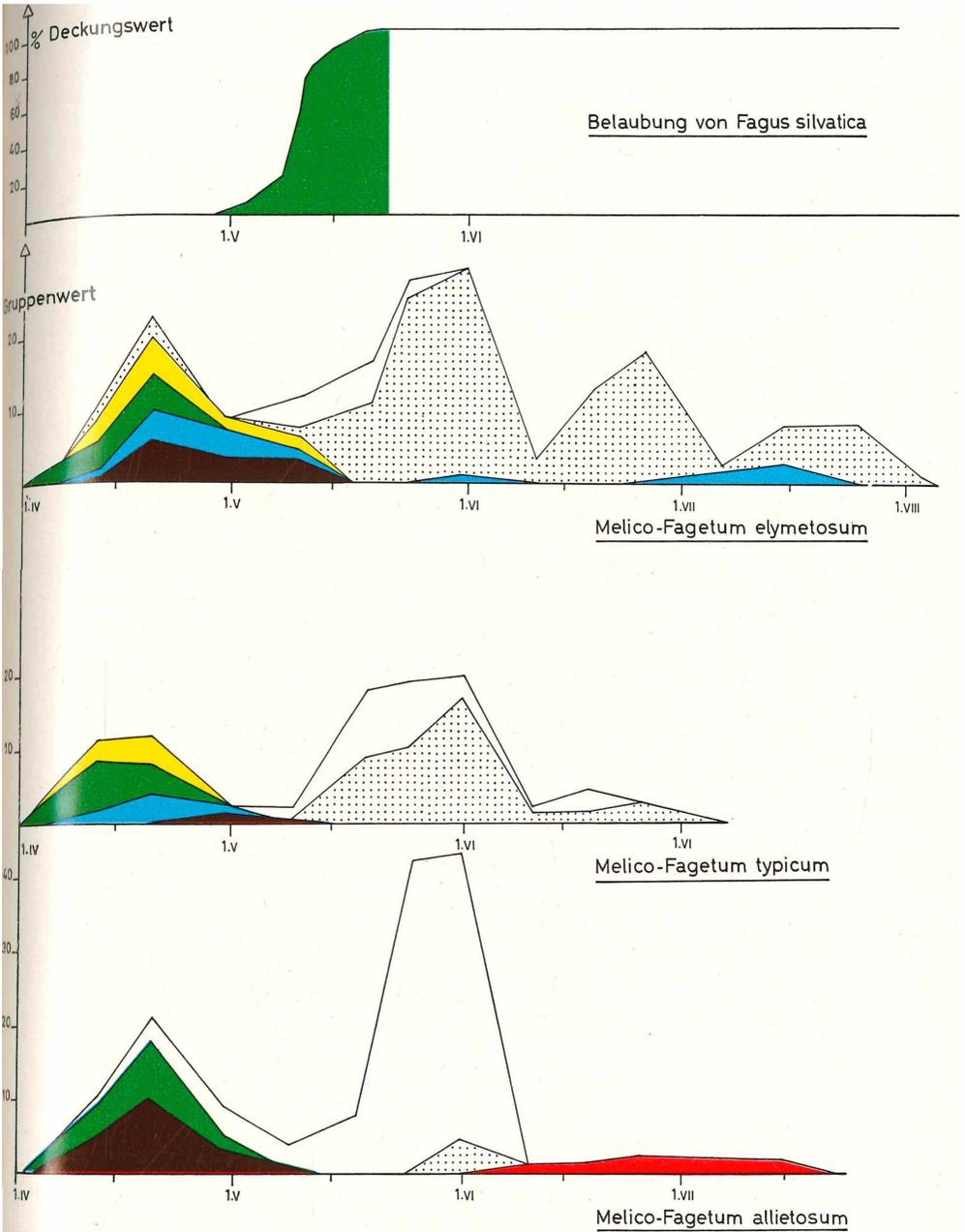


Abb. 2. Synthetische Spektren der Subassoziationen und Belaubung der Rotbuche.

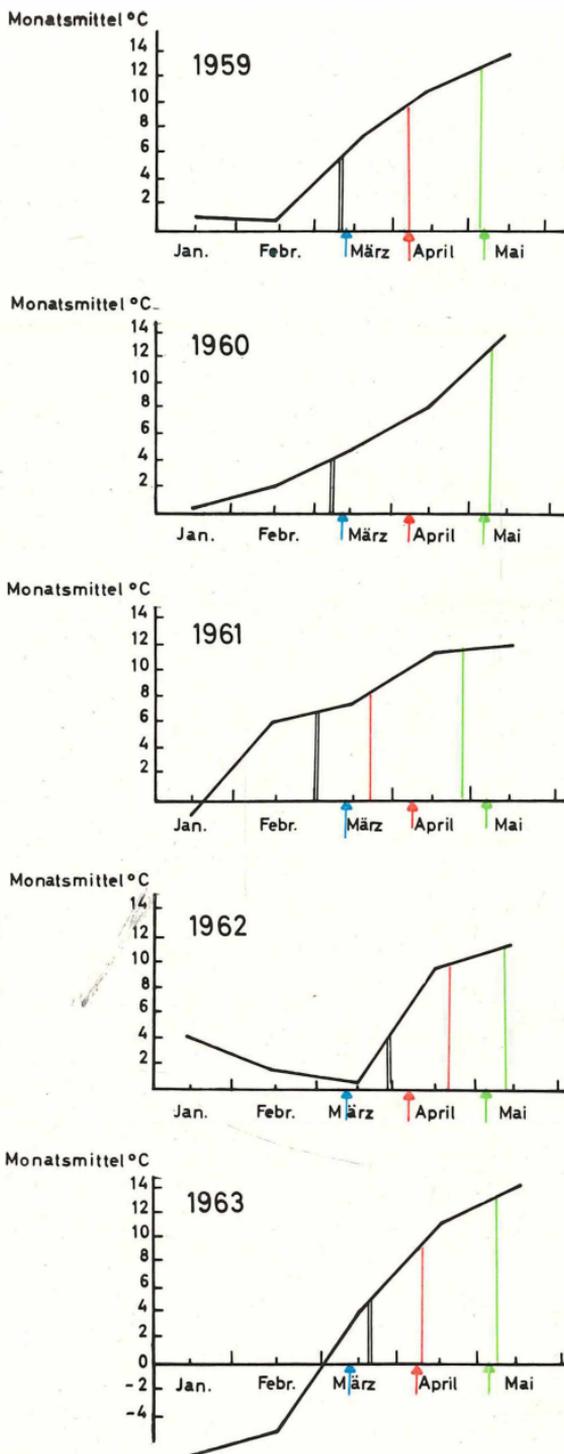


Abb. 3. Blühbeginn von *Leucojum vernum* L. (|| blau) und *Corydalis cava* Schw. et K. (| rot) nebst der Belaubung der Rotbuche (| grün) in Abhängigkeit des Temperaturverlaufes.

Mittelwerte aus der fünfjährigen Beobachtungszeit: ↑ (blau) *Leucojum vernum* L.

↑ (rot) *Corydalis cava* Schw. et K.    ↑ (grün) *Fagus silvatica* L.

Womöglich kann man diese Erscheinung auf blütenbiologische Ursachen zurückführen. Für die Krautschicht ändert sich ja nach der Belaubung nicht nur die Lichtmenge, sondern auch die Qualität des Lichtes. Das Kronendach absorbiert die einzelnen Spektralfarben verschieden stark. Bei der Rotbuche dringen nach ZENTGRAF vorwiegend noch gelb und grün durch. Der gelbe Bereich des Lichtspektrums ermöglicht eine weitere Assimilation. Das menschliche Auge ist weniger für gelb als für grün empfänglich und sieht das Waldlicht daher grün. Es wäre denkbar, daß die veränderte Lichtqualität gemeinsam mit der verminderten Lichtmenge über die bestäubenden Insekten oder andere Blütenfaktoren eine Auslese auf die farbig blühenden Pflanzen ausübt.

Um die Kurvenzüge für die einzelnen Subassoziationen zu lesen, ist es vorteilhaft, die analytischen Diagramme zu vergleichen. Dabei ergibt sich:

#### Melico-Fagetum elymetosum

*Mercurialis perennis* L., *Anemone ranunculoides* L., *Viola silvestris* Lam. et Rchb. und *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. rufen den farbigen Erstfrühlingsaspekt hervor. Den Gipfelpunkt bildet im Vollfrühling die Perlgrasblüte. Im Frühsommer blühen fünf verschiedene Gräser gleichzeitig; dieses Maximum ist schon kleiner als das voraufgegangene. Der letzte Gipfelpunkt mit dem kleinsten Gruppenwert wird im Hochsommer durch die Waldzwenke erreicht.

#### Melico-Fagetum typicum

Die Erstfrühlingsblüte erreicht nur etwa den halben Wert von dem der beiden anderen Subassoziationen. Das Blütenmaximum liegt im Vollfrühling, wenn *Asperula odorata* L. und *Melica uniflora* Retz blühen.

#### Melico-Fagetum allietosum

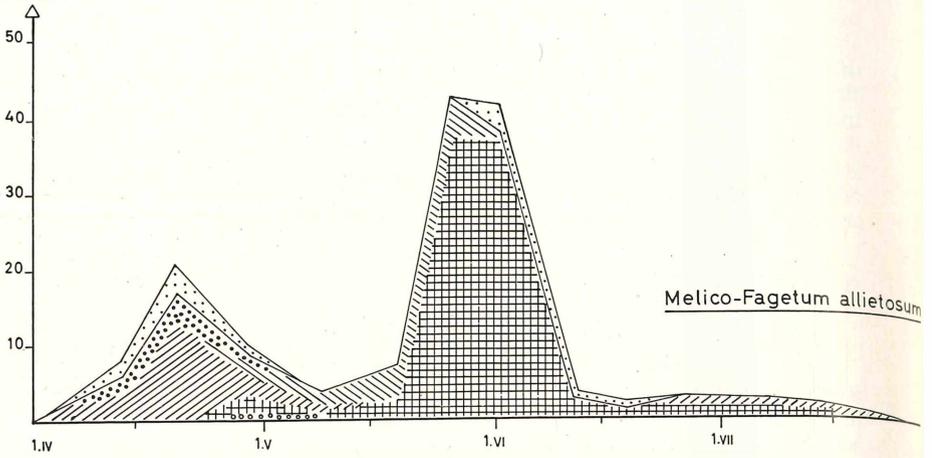
*Mercurialis perennis* L. und *Corydalis cava* Schw. et K. bestimmen den Erstfrühlingsaspekt, in dem die gelben und blauen Blütenfarben fehlen. Im Vollfrühling erreichen *Allium ursinum* L. und *Asperula odorata* L. ein Blütenmaximum, wie es in der Assoziation einmalig ist. Danach sind nur noch vereinzelte rote Blüten von *Stachys silvaticus* L. und *Geranium robertianum* L. vorhanden.

Alle drei untersuchten Subassoziationen erreichen ihr Blütenmaximum, nachdem die Buche schon voll belaubt ist. Besonders auffällig ist die Tatsache, daß sich in den untersuchten Subassoziationen nicht Pflanzen mit beliebigen Blütezeiten zusammenfinden. Auch nach der Belaubung blühen die Pflanzen nach Gesetzen, die sich im synthetischen Spektrum ausdrücken. Genau so wie eine Uhr nicht die Summe von Einzelbestandteilen ist, stellt auch eine Pflanzengesellschaft als Verkörperung von etwas Lebendem mehr als nur die Zusammensetzung von Arten dar.

### C. Blütenbiologisches Spektrum

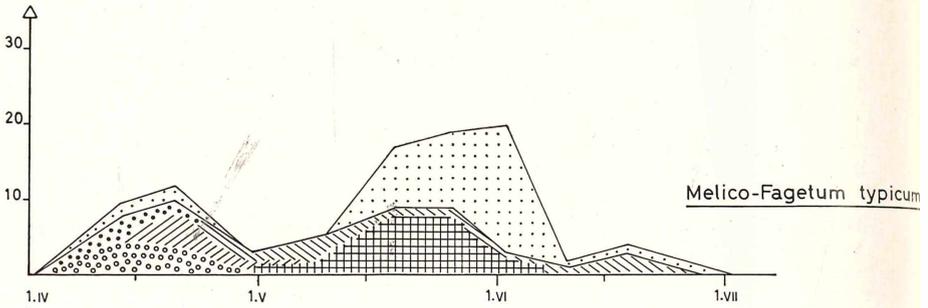
Die gewählte Zusammenfassung der Pflanzen zu Gruppen mit gleicher Blütenfarbe ist subjektiv. Auf Grund der Beobachtungstabellen lassen sich die Blüten auch nach anderen Gesichtspunkten vereinigen. So kann man eine Ordnung nach der Bestäubungsart herausarbeiten und erhält dann blütenbiologische Spektren, wie sie in Abb. 4 dargestellt sind.

Gruppenwert

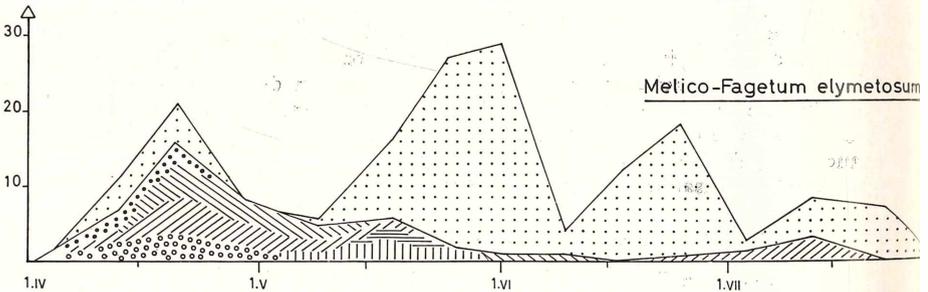


Melico-Fagetum allietosum

Gruppenwert



Melico-Fagetum typicum



Melico-Fagetum elymetosum

Abb. 4 Blütenbiologische Spektren der Subassoziationen

## Zeichenerklärung (zu Abb. 4):



Der Kurvenzug dieser Diagramme stimmt im wesentlichen mit dem der synthetischen Spektren überein. Geringfügige Abweichungen sind auf die Zusammenfassung der Pflanzen zu anderen Gruppen zurückzuführen.

Zunächst sollen entomogame und anemogame Diagramme getrennt betrachtet werden. Vergleicht man diese Kurven mit den synthetischen Spektren, so fällt auf, daß die farbigen Blüten im Erstfrühling entomogam sind. Nur bei *Mercurialis perennis* L. spielt neben der Bestäubung durch Dipteren nach WEISS (aus HEGI) auch die Windbestäubung eine große Rolle. Man könnte diese Pflanze ebensogut der Gruppe mit unscheinbaren Blüten zurechnen, statt sie als grünblühendes Gewächs anzusehen. Im Vollfrühling zeigt sich besonders deutlich, wie der Typische Buchenwald eine Mittelstellung zwischen den beiden anderen Subassoziationen einnimmt. Im krautreichen Wald herrschen die entomogamen, im grasreichen die anemogamen Blüten vor. Der Sommer bringt den blütenbesuchenden Insekten in dieser Pflanzengesellschaft nichts wesentliches mehr. Der Grasreiche Buchenwald zeichnet sich entsprechend seiner Zusammensetzung durch hohe anemogame Gruppenwerte aus. Am Beobachtungsort herrschen Winde aus West und Südwest vor. Sie treffen die entsprechend exponierten Standorte und begünstigen daher die Bestäubung.

Das entomogame Blütenspektrum ist nach der Bergung des Nektars (KNUTH) weiter unterteilt. Der Erstfrühling bringt im Typischen und Grasreichen Buchenwald reichliche Pollenspenden, insbesondere die *Anemone*-Arten. Auch Bienenblumen sind schon vorhanden: im Krautreichen Buchenwald gibt der Lerchensporn eine reiche Tracht. Hummelblumen erscheinen vorwiegend während der Laubentfaltung. Der Vollfrühling ist die Zeit der Blüten mit halbverborgenem Nektar. Der Gruppenwert dieser Blüten ist im Krautreichen Buchenwald am größten. Er nimmt zum typischen und grasreichen Wald immer mehr ab. Im gleichen Maße wächst der Gruppenwert der Windblütler an. Früh- und Hochsommer bringen nur noch spärliche Bienenstracht.

### Schriften

- Alechin, W. W. – 1932 – Die vegetationsanalytischen Methoden der Moskauer Steppenforscher. — Handbuch biolog. Arbeitsmethoden 11 (6). Berlin/Wien.
- Braun-Blanquet, J. – 1951 – Pflanzensoziologie. 2. Aufl. — Wien.

- Diemont, W. H.:** - 1938 - Zur Soziologie und Synoekologie der Buchen- und Buchenmischwälder der nordwestdeutschen Mittelgebirge. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen 4: 1—182. Hannover.
- Ellenberg, H.** - 1939 - Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. — Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen 5: 1—135. Hannover.
- Grünhagen, H.** - 1963 - Über einige Beziehungen zwischen Pflanzenleben und Umwelteinflüssen auf Grund phänologischer Untersuchungen. — Neues Archiv f. Niedersachsen 11 (16): 142—149. Hannover.
- Hegi, G.** Illustrierte Flora von Mittel-Europa. — München.
- Hoffmeister, J. u. Schnelle, F.:** - 1945 - Klimaatlas von Niedersachsen. — Hannover.
- Knuth, P.** - 1894 - Grundriß der Blüten-Biologie. — Kiel/Leipzig.
- N. N.:** - 1963 - Witterung und Pflanzenentwicklung im Jahre 1963. — Monatlicher Witterungsbericht des Deutschen Wetterdienstes 11/1963.
- Schennikow, A. P.** - 1932 - Phänologische Spektra der Pflanzengesellschaften. — Handbuch biolog. Arbeitsmethoden 11 (6). Berlin/Wien.
- Tüxen, R.** - 1937 - Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen 3: 1—170. Hannover.
- — - 1962 - Das phänologische Gesellschaftsdiagramm. — Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 9: 51—52. Stolzenau/Weser.
- — u. **Ellenberg, H.:** - 1937 - Der systematische und der ökologische Gruppenwert. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen 3: 171 - 184. Hannover.
- Weiss** - 1916 - Die Blütenbiologie von *Mercurialis*. — Ber. deutsch. bot. Ges. 24. Berlin.
- Wilke, A. u. Wilke, W.** - 1904 - Ausflüge zur Erforschung der Gesteine und Bodenarten in der Umgebung von Gandersheim. — Gandersheim.
- Witterstein, F.** - 1960 - Bedeutung und Aufgaben des Phänologischen Dienstes. — Mitt. Deutsch. Wetterdienst. 19 (3). Offenbach a. M.
- Zentgraf, E.** - 1951 - Waldbau. — Heidelberg.
- Anschrift des Verfassers:** Stud.-Rat E. Füllekrug, Gymnasium, 3353 Bad Gandersheim, Dr.-Leonardi-Weg 8.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft \(alte Serie\)](#)

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [NF 11-12 1967](#)

Autor(en)/Author(s): Füllekrug Ernst

Artikel/Article: [Phänologische Diagramme aus einem Melico-Fagetum 142-158](#)