Tuexenia 20: 77–89. Göttingen 2000.

Beitrag zur Phänologie von drei subalpinen Gehölzgesellschaften am Untersberg bei Salzburg

– Florian Schwap, Oliver Stöhr, Walter Strobl –

Zusammenfassung

Während der Vegetationsperiode 1997 wurden am Untersberg bei Salzburg (Österreich) an drei subalpinen Pflanzengesellschaften (*Alnetum viridis, Homogyno-Piceetum* und *Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti*) phänologische Untersuchungen durchgeführt. Dabei war es möglich, vollständige generative Jahreszyklen von 40 verschiedenen Taxa zu erheben, diese zu symphänologischen Gruppen zusammenzufassen und daraus eine zeitliche Gliederung der Vegetationsperiode in Phänophasen vorzuschlagen.

Die einzelnen Phasen werden beschrieben und durch analytisch-quantitative Phänospektren veranschaulicht. Die Vegetationszeit, Vitalität der Bestände sowie die zeitliche und räumliche Variabilität werden diskutiert.

Abstract: On the phenology of subalpine plant communities on the Untersberg near Salzburg

During the vegetation period of 1997, three subalpine plant communities (*Alnetum viridis, Homogyno-Piceetum* and *Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti*) were investigated phenologically on the Untersberg near Salzburg (Austria). The formation of symphenological groups, based on complete generative phenological observations of 40 taxa, led to a proposal of 9 phenophases, which are described and represented by analytical-quantitative phenospectra. Vegetation period, vitality of the vegetation, as well as chronological variability of species and phenophases are discussed.

Keywords: *Alnetum viridis, Homogyno-Piceetum, Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti,* subalpine zone, symphenological groups.

1. Einleitung

Bereits seit mehreren Jahren ist eine Diskussion um die drohende globale Klimaerwärmung und deren Auswirkungen im Gange. Dabei wird häufig auch die Frage nach den möglichen Folgen für die Vegetation der Hochgebirge und insbesondere des Alpenraumes gestellt. Stichwörter wie „Waldgrenzen-Anhebung" und „Verlust alpin und subnival verbreiteter Pflanzen" (z.B. OZENDA & BOREL 1991) werden dabei oft zitiert. Doch selbst unter Beibehaltung der gegenwärtigen Klimasituation ist ein Vordringen der Flora und Vegetation in höhere Regionen zu erwarten; erste Anzeichen wurden etwa von GOTTFRIED et al. (1994) gesichtet, die an manchen Alpengipfeln doppelt soviele Pflanzenarten nachweisen konnten wie zur Zeit der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus ist daher verständlich, daß die Dokumentation der rezenten pflanzenökologischen Verhältnisse der Hochgebirgswelt zur notwendigen Basis wird, um gegebenenfalls später auf diese Daten zurückgreifen zu können.

Unter diesem Hauptaspekt wurde die vorliegende Untersuchung am Untersberg bei Salzburg konzipiert. Bei Durchsicht der Literatur bestätigte sich die Neuartigkeit des gewählten Ansatzes, in der subalpinen Stufe umfassende phänologische Beobachtungen anzustellen, denn Angaben zum Jahreszyklus von Pflanzenarten dieser Höhenstufe sind bisher so gut wie gar nicht vorhanden. Symphänologische Untersuchungen dürften – wohl

aufgrund der zumeist schwierigen Erreichbarkeit der Aufnahmeflächen – bislang überhaupt fehlen. Demzufolge war es ein zusätzlicher Anreiz für die Autoren, diese Studie durchzuführen und deren Ergebnisse – selbst unter Bedacht auf ihre Vorläufigkeit – zu publizieren, um eine erste Grundlage zu schaffen.

2. Untersuchungsgebiet

2.1. Lage, Geologie und Böden

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Nordabfall des nahe der Stadt Salzburg gelegenen Untersberges (1972 m NN), der den Nördlichen Kalkalpen zugehörig ist. Die Untersuchungsflächen weisen die geographischen Koordinaten 47°42´47´´N und 12°57´00´´E auf. Sie liegen nahe der aktuellen Waldgrenze unterhalb der aufgelassenen Vierkaseralm in einer Seehöhe von 1500 bis 1540 m NN und können der unteren subalpinen Höhenstufe zugerechnet werden. Die Flächen sind nordwest-exponiert bei einer Inklination von 25°.

Geologisch ist das Gebiet durch Dachsteinkalk ausgezeichnet, über dem – je nach Bestockung – unterschiedlich mächtige Subtypen der Rendzina, vor allem Mullartige Rendzina und Tangelrendzina, ausgebildet sind. Diese zeigen in den Probeflächen aufgrund sehr niedriger Karbonatgehalte eine schwach saure bis stark saure Reaktion (pH 2,7 bis 6,4). Der Humusreichtum im Boden (bis zu 67 %) bewirkt eine sehr hohe maximale Wasserkapazität und kann beträchtliche Mengen an Gesamtstickstoff fixieren; die C/N-Verhältnisse liegen um 20.

2.2. Klima

Die nach Norden hin ungeschützte Lage am vordersten Rand der Kalkalpen bringt mit sich, daß sich atlantische Luftmassen, die von den vorherrschenden West- und Nordwestwinden herangetragen werden, stauen und häufig zu ergiebigen Steigungsniederschlägen führen. Die einzige am Untersberg gelegene Meßstation in 1670 m NN ist ca. 4,5 km vom Untersuchungsgebiet entfernt und liefert ein langjähriges Niederschlagsmittel von 1925 mm pro Jahr (HASEKE-KNAPCZYK 1989). Zwar dominieren sommerliche Starkregen, jedoch fallen mindestens 40 % der Jahresniederschlagsmenge als Schnee. In der Regel setzt der erste Schneefall um den 8. Oktober ein, die Schneebedeckung dauert rund 194 Tage. Die jährlichen Temperaturmittel betragen +2,7°C.

Im Bereich der Untersuchungsflächen treten darüber hinaus lokalklimatische Besonderheiten wie erhöhte Luftfeuchtigkeit, kurze Sonnenscheindauer sowie niedrige Lufttemperaturen aufgrund eines ganzjährig mit Schnee gefüllten Schlundrisses auf. Alle diese Faktoren tragen dazu bei, daß die Schneebedeckung in diesem Bereich lange andauert.

2.3. Vegetation

Als vorherrschende Pflanzengesellschaften treten im Untersuchungsgebiet subalpine Fichtenwälder (*Homogyno-Piceetum* Zukrigl 1973 in der *Adenostyles alliariae*-Ausbildung) und Legföhrenbestände (*Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti* (Aichinger 1933) Br.-Bl. et Sissingh in Br.-Bl. et al 1939 em. Wallnöfer 1993) auf. Kleinflächige Grünerlengebüsche (*Alnetum viridis* Br.-Bl. 1918) finden sich am Rande des erwähnten Schlundrisses. Alle drei Assoziationen sind an den für sie typischen Arten (insbesondere Hochstauden) verarmt, und die Dominanz der Gräser und Zwergsträucher (Tab. 1) deutet auf die ehemalige Beweidung durch Almwirtschaft hin. Die Grünerlengebüsche und das Legföhrenkrummholz müssen im Untersuchungsgebiet als Sekundärvegetation angesehen werden.

Tabelle 1: Vegetationsaufnahmen in den Beobachtungsflächen I und II (Alnetum viridis), III (Homogyno-Piceetum) und IV (Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti).

Beobachtungsfläche Nr.	I	II	III	IV
Datum (Juli 1997)	10.	10.	23.	10.
Höhe (m x 10)	150	155	150	152
Exposition (°)	315	315	315	315
Inklination (°)	25	25	25	25
Fläche (qm)	96	100	84	99
Gesamtdeckung (%)	85	80	80	95
BS (%)			70	15
SS (%)	50	50		60
KS (%)	50	70	65	80
MS (%)	35	10	25	25
Sonderflächen (%)	20	5	20	5
BS:				
Picea abies			4	
Larix decidua				2
SS:				
Alnus alnobetula	3	3		
Salix appendiculata	+	+		
Pinus mugo	+			4
KS:				
Calamagrostis varia	3	3	3	2
Vaccinium myrtillus	2	1	1	2
Adenostyles alliariae	1	3	+	1
Vaccinium vitis-idaea	+	2	+	2
Oxalis acetosella	2	+	1	1
Aconitum lycoctonum	1	1	+	+
Aposeris foetida	+	1	2	1
Sesleria albicans	1	+	1	2
Carex ferruginea	+	1	+	2
Homogyne alpina	+	1	+	1
Ranunculus montanus	+	1	1	+
Soldanella alpina	1	1	1	1
Viola biflora	1	1	+	+
Dentaria enneaphyllos	+	+	+	1
Aconitum napellus	+	+	+	1
Aster bellidiastrum	+		+	1
Moehringia muscosa	+	+	+	+
Rhododendron hirsutum	+	1	+	+
Primula elatior	+	+	+	
Asplenium viride	+	+	+	+
Solidago virgaurea	+	+	+	+
Daphne mezereum	+	+	+	+
Galium anisophyllon	+	+	+	+
Sorbus chamaemespilus	+	+	+	+

Beobachtungsfläche Nr.	I	II	III	IV
Fortsetzung KS:				
Melampyrum sylvaticum	+	+	+	+
Poa alpina	+	+	+	+
Chaerophyllum hirsutum	+	2	+	+
Hypericum maculatum	+	+		+
Valeriana tripteris	+	1		+
Lycopodium annotinum	1	+		+
Polystichum lonchitis	+	+		+
Dryopteris dilatata	1	+		+
Lamiastrum flavidum	+	+		+
Saxifraga rotundifolia	+	+		+
Clematis alpina	+		+	+
Erica carnea	+		+	
Anthoxanthum odoratum	+		+	+
Senecio ovatus	+		1	1
Luzula sylvatica			+	+
Campanula scheuchzeri			+	+
Polygonatum verticillatum			+	+
Rosa pendulina			+	1
Gentiana pannonica			r	+
Huperzia selago			+	+
Potentilla erecta		+	+	+
Ranunculus nemorosus		+	+	+
Rubus saxatilis		+	+	+
Potentilla aurea		+	+	+
Luzula glabrata	+	+		
Paris quadrifolia	+	+		
Juncus monanthos	+			
Phyteuma spicatum	+			
Ranunculus alpestris	+			
Persicaria viviparum	+			
Scabiosa lucida		+	+	
Geranium sylvaticum		+		2
Picea abies juv.		+		+
Alchemilla vulgaris agg.		+		+
Alchemilla hoppeana		+		+
Selaginella selaginoides		+		+
Carduus defloratus				+
Hieracium murorum				+
Heracleum austriacum				
Phyteuma orbiculare			+	+
Trollius europaeus			+	+
Aquilegia atrata			+	+
Lotus corniculatus agg.			+	+
Silene vulgaris			+	+

Weiters je einmal:

in Fläche I: *Silene pusilla* s. str. (1), *Campanula rotundifolia* (+), *Festuca alpina* (+), *Lonicera nigra* (+), *Melica nutans* (+), *Ranunculus platanifolius* (+), *Salix retusa* (+), *Salix waldsteiniana* (+).

in Fläche II: *Acer pseudoplatanus* (+), *Knautia maxima* (+), *Larix decidua* juv. (+), *Thelypteris limbosperma* (+), *Thalictrum aquilegiifolium* (+), *Agrostis gigantea* (+), *Deschampsia cespitosa* (+), *Geum rivale* (+).

in Fläche III: *Carex ornithopoda* (+), *Maianthemum bifolium* (+), *Senecio abrotanifolius* (+), *Carex digitata* (+), *Lilium martagon* (+), *Polygala alpestris* (+), *Thesium alpinum* (+), *Viola riviniana* (+).

in Fläche IV: *Luzula luzulina* (+), *Sorbus aucuparia* (1), *Gymnocarpium dryopteris* (+), *Ajuga reptans* (+), *Fragaria vesca* (+), *Carex sylvatica* (+), *Pedicularis verticillata* (+), *Pseudorchis albida* (+), *Myosotis alpestris* agg. (+).

3. Methoden

3.1. Untersuchungsflächen und Aufnahme

Die phänologischen Erhebungen wurden während der Vegetationsperiode 1997 durchgeführt, genauer in der Zeit ohne Schneebedeckung im Untersuchungsgebiet (25. Mai bis 4. Oktober). Die einzelnen Aufnahmen erfolgten einmal pro Woche. Insgesamt wurden vier Beobachtungsflächen eingerichtet, von denen zwei in einander benachbarten Grünerlengebüschen (I, II) und je eine im subalpinen Fichtenwald (III) und im Legföhrenbestand (IV) lagen. Sie wiesen jeweils eine Ausdehnung von rund 100 m^2 auf. Die Aufnahmeflächen wurden nicht eingezäunt, so daß Wildverbiß an Pflanzen nicht ausgeschlossen werden konnte.

Für die periodischen Beobachtungen wurden Pflanzenarten ausgewählt, die an Hand ihrer vegetativen oder generativen Merkmale eindeutig bestimmbar waren und die darüber hinaus häufig auftraten oder, bei geringer Abundanz, auffällig waren. Flechten, Moose, Farne und Gräser wurden nicht berücksichtigt.

Die phänologische Entwicklung der Pflanzen wurde sowohl qualitativ als auch quantitativ erfaßt. In Anlehnung an KRÜSI (1981) kam dabei ein vereinfachter, sechsstufiger Schlüssel für die generativen Phänostufen zur Anwendung:

1 Blütenknospen (makroskopisch sichtbar)
2 Beginnende Blüte mit Blütenknospen
3 Hauptblüte
4 Spätes Blühstadium, beginnende Fruchtreife
5 Postflorales Stadium, Fruchtreife
6 Diasporenausbreitung

Zur quantitativen Erfassung wurden für jede einzelne untersuchte Pflanzenart die prozentuellen Anteile von Einzelpflanzen geschätzt, die sich zum Zeitpunkt der Aufnahme in einer bestimmten Phänostufe befanden. Als 100 % wurde jeweils die Gesamtanzahl an oberirdisch sichtbaren Einzelpflanzen einer Art zum jeweiligen Aufnahmetermin definiert. Die Schätzung erfolgte in 5 %-Schritten.

3.2. Auswertung und Darstellung

Zur Auswertung wurde für jede Pflanzenart ein Diagramm mit der zeitlichen Abfolge der einzelnen quantifizierten Phänostufen erstellt. Die Reihung dieser Diagramme erfolgte in Anlehnung an BERGMEIER & MATTHÄS (1996) für jede Aufnahmefläche nach den Zeitpunkten der beiden phänologischen Ereignisse „Höhepunkt der Blüte" (Hauptkriterium) und „Beginn der Hauptblüte" (Nebenkriterium). Während der „Beginn der Hauptblüte" eindeutig mit dem erstmaligen Aufscheinen der Phänostufe 3 festgelegt war, wurde der „Höhepunkt der Blüte" als der mittlere jener Aufnahmetermine definiert, an denen die Phänostufe 3 einer Art ihren maximalen prozentuellen Anteil zeigte.

Die Abgrenzung der symphänologischen Gruppen, d.h. der Artengruppen mit annähernd gleichem phänologischen Verhalten (DIERSCHKE 1994), erfolgte an Hand der gereihten Diagramme. Diese Gruppen führten letztlich zur Charakterisierung von Phänophasen (Saisonaspekte) der untersuchten subalpinen Pflanzengesellschaften, wobei aufgrund der erhobenen Daten eine vorläufige Differenzierung von neun Phänophasen vorgeschlagen wird. Die Phasen wurden nach typischen Pflanzenarten der jeweils zugrunde liegenden symphänologischen Gruppe benannt.

Die graphische Darstellung der phänologischen Daten wurde nach einer veränderten Methode (quantitativ-analytisches Phänospektrum) von KRÜSI (1981) vorgenommen. Die symphänologischen Gruppen wurden durch horizontale, die numerierten Phänophasen durch vertikale Linien gegeneinander abgegrenzt. Der Beginn der Herbst- bzw. Ruhephase wurde durch das Ende der Hauptblüte der längstblühenden Art der vorangegangenen symphänologischen Gruppe definiert. Arten, die keine generativen Stufen zeigten (z.B. *Picea abies* in der Fläche I oder *Pinus mugo* in der Fläche IV), wurden in den Phänospektren nicht berücksichtigt.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen erfolgte nach ADLER et al. (1994).

4. Phänologische Phasen in subalpinen Pflanzengesellschaften des Untersberges bei Salzburg (Abb. 1 bis 4)

1 – *Salix appendiculata*-Phase

Der Vollständigkeit halber wird diese Phänophase hier angeführt, obwohl deren Beginn, Dauer und Höhepunkt nicht unmittelbar festgestellt wurden: Denn die Blüte von *Salix appendiculata* hat in den zwei Grünerlengebüschen zu einer Zeit eingesetzt, in der die Beobachtungsflächen noch mit Schnee bedeckt waren (ca. Anfang Mai), weshalb sich die Großblatt-Weide am Beginn der Aufnahmeperiode als einzige Pflanze bereits im Fruchtreifestadium präsentierte. Klimatisch war die erste Mai-Hälfte am Untersberg durch einen Anstieg der mittleren Temperatur auf +5° und meist niederschlagsarmes Hochdruckwetter gekennzeichnet, wodurch die Hauptschneeschmelze eingeleitet wurde.

2 – *Soldanella alpina*-Phase

Mit dem Ende der Schneeschmelze erschienen die ersten Blütenglöckchen von *Soldanella alpina* und verwandelten, gemeinsam mit *Daphne mezereum,* die aperen Flächen in ein kräftiges Violett. *Primula elatior* mußte aufgrund ihrer frühen Blüte in der Fläche III noch zur *Soldanella*-Phase gerechnet werden, obwohl sie in den Flächen I, II und IV die *Viola biflora*-Phase charakterisierte. Unter den Gehölzen begann *Alnus alnobetula* zu blühen und ihre Blätter zu entfalten. Diese erste Blütenwelle reichte in den Flächen I, II und IV bis Ende Mai, in der Fläche III bis Anfang Juni. Die *Soldanella alpina*-Phase war durch milde Temperaturen untertags und verhältnismäßig wenig Niederschlag geprägt.

3 – *Viola biflora*-Phase

Der Hauptschwerpunkt dieser blütenreichen Phase lag im klimatisch wechselhaften Juni. Als kennzeichend präsentierten sich *Viola biflora, Primula elatior, Ranunculus montanus, Valeriana tripteris* und *Oxalis acetosella,* wodurch der farbliche Aspekt von gelben bzw. weißen Tönen geprägt wurde. Zusätzlich blühten in einzelnen Beobachtungsflächen *Alnus alnobetula, Ranunculus alpestris, Viola riviniana,* die phasenvagen Arten *Homogyne alpina* und *Aster bellidiastrum* sowie *Aposeris foetida* (verfrüht in der Fläche III, s.u.) mit unterschiedlicher Abundanz. Aufgrund dieser Artengruppe konnte neben den generell dominierenden anemochoren Verbreitungstypen auch ein Anteil autochorer und zoochorer Pflanzen festgestellt werden. Während dieser Phänophase befanden sich die Arten der Gruppen 1 und 2 bereits überwiegend im Stadium der Fruchtreife.

4a – *Clematis alpina*-Phase und 4b – *Aposeris foetida*-Phase

Diese Phänophasen sind als Zwischenphasen zu verstehen; sie waren zudem nicht in allen vier Aufnahmeflächen ausgebildet (entsprechendes gilt für die Phasen 7a und 7b).

Die *Clematis alpina*-Phase konnte nur in der Fläche I registriert werden, ihr Schwerpunkt lag Ende Juni bis Anfang Juli zur Zeit starker Niederschläge. Die Alpen-Waldrebe war die alleinige charakterisierende Art, ansonsten waren einige Vertreter der *Viola biflora*-Gruppe bereits abgeblüht, und bei *Alnus alnobetula* begann die lange Zeit der Samenreifung – ihre Diasporen wurden erst im darauffolgenden Jänner ausgebreitet.

Für die *Aposeris foetida*-Phase der Flächen II und IV konnten außer der namensgebenden Komposite noch *Geranium sylvaticum, Sorbus aucuparia* sowie die phasenvagen Arten *Homogyne alpina* und *Aster bellidiastrum* herangezogen werden, wodurch sich kein eindeutiger farblicher Aspekt ergab. Die Blüte von *Clematis alpina* in der Fläche IV und die ähnliche zeitliche Dauer lassen die *Aposeris foetida*-Phase als Parallele zur *Clematis alpina*-Phase der Fläche I werten.

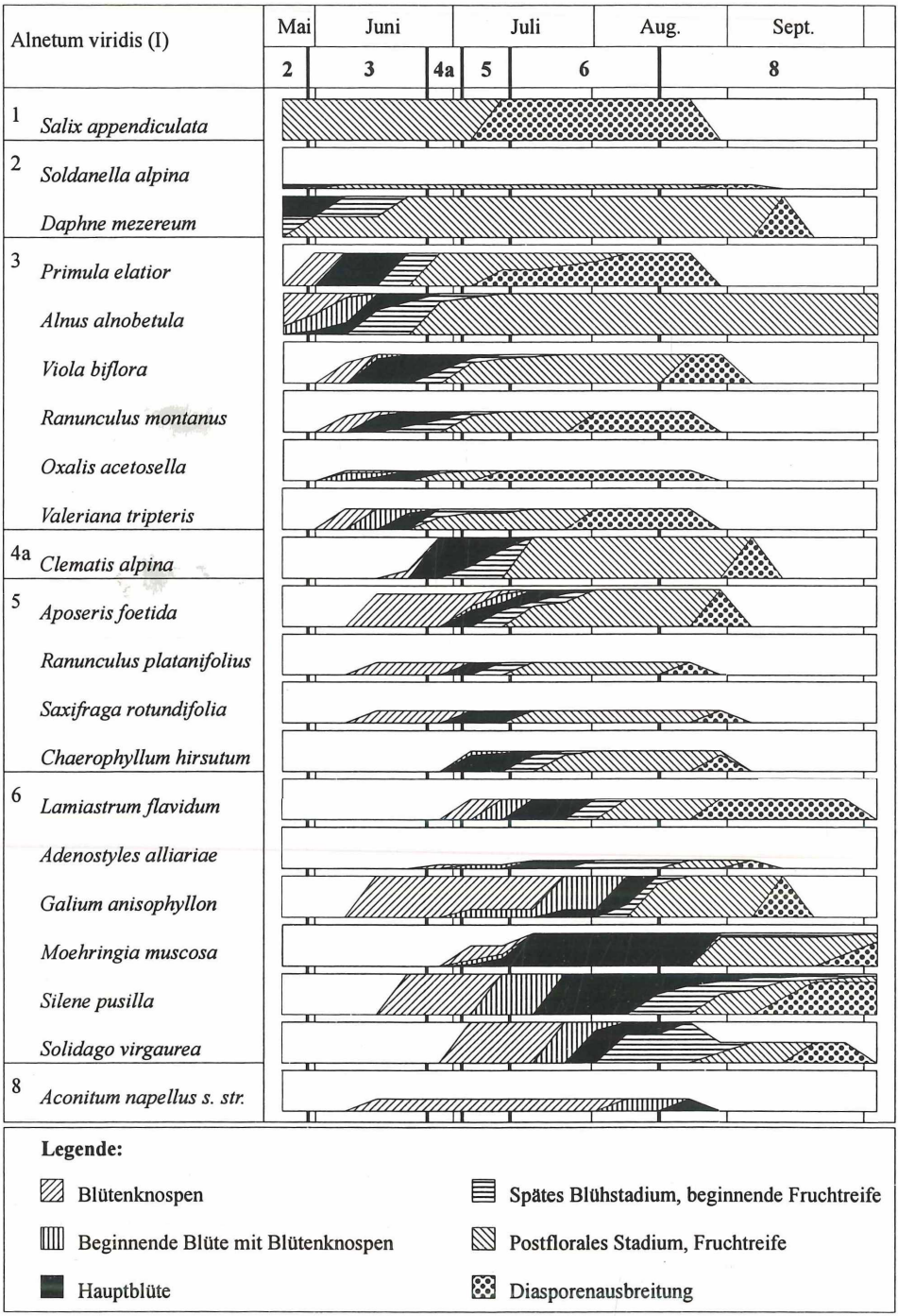

Abb. 1: Analytisch-quantitatives Phänospektrum aus dem *Alnetum viridis* (Fläche I). Die fett gedruckten Vertikallinien grenzen die oben numerierten Phänophasen voneinander ab.

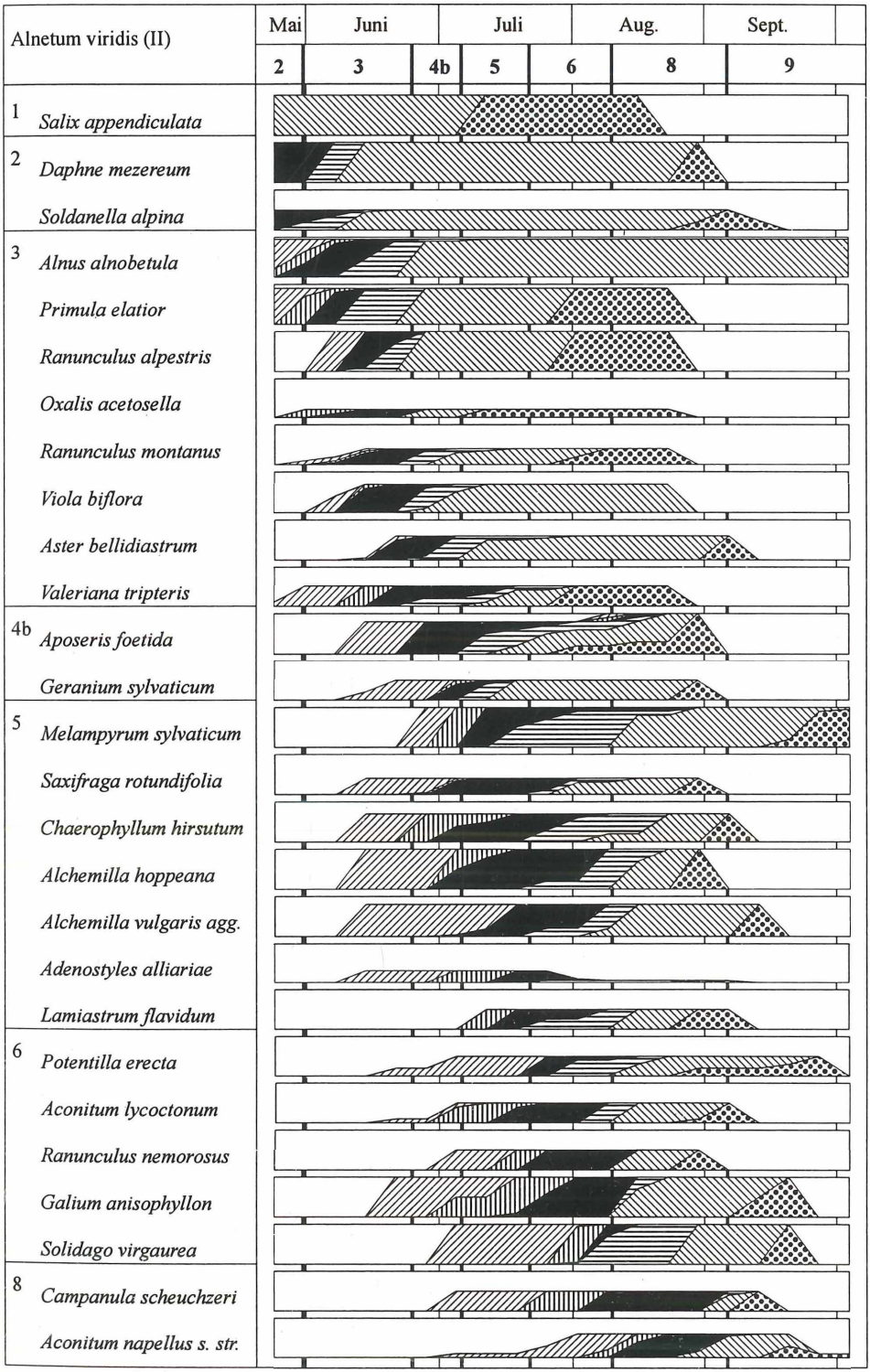

Abb. 2: Analytisch-quantitatives Phänospektrum aus dem *Alnetum viridis* (Fläche II). Legende siehe Abb. 1.

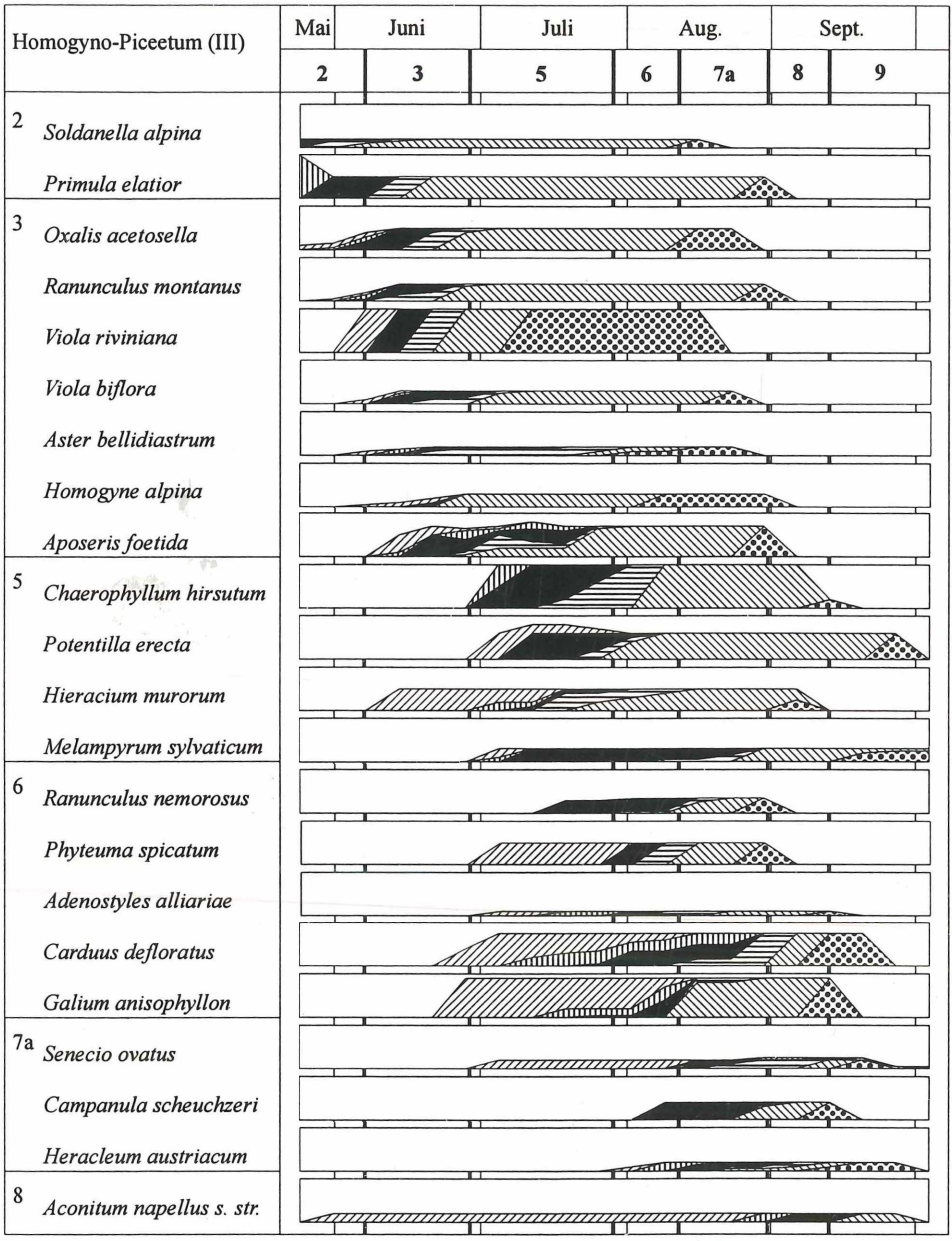

Abb. 3: Analytisch-quantitatives Phänospektrum aus dem *Homogyno-Piceetum* (Fläche III). Legende siehe Abb. 1.

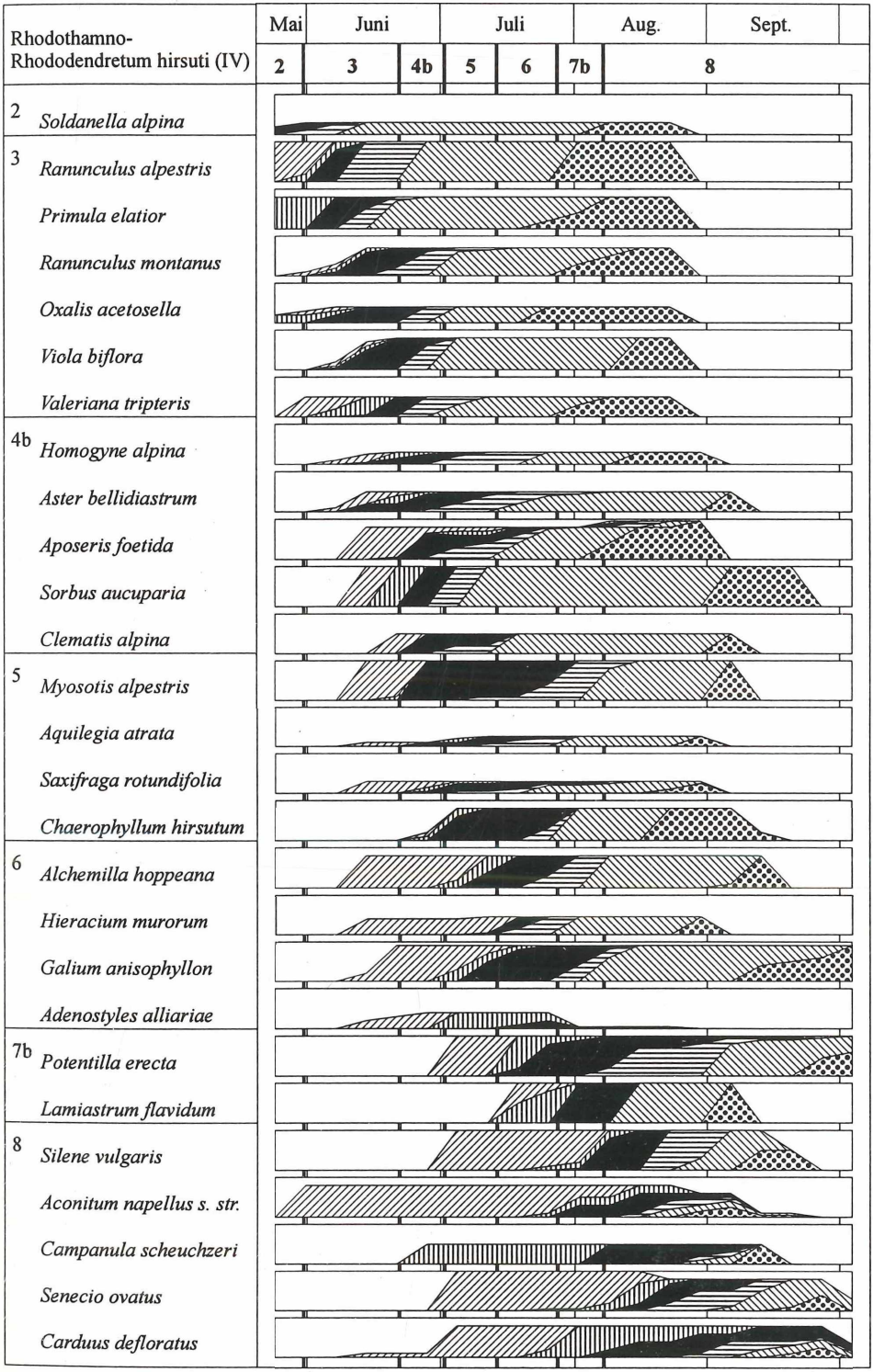

Abb. 4: Analytisch-quantitatives Phänospektrum aus dem *Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti* (Fläche IV). Legende siehe Abb. 1.

5 – *Chaerophyllum hirsutum*-Phase

Als charakteristische Artenkombination konnten dieser Sommerphase die Hochstauden *Chaerophyllum hirsutum* und *Saxifraga rotundifolia* zugeordnet werden; zu diesem weißen Grundton mischten sich insbesondere die Farben Blau-Violett und Gelb, die u.a. von *Myosotis alpestris, Aquilegia atrata, Lamiastrum flavidum, Hieracium murorum* und dem einzigen aufgenommenen Therophyten *Melampyrum sylvaticum* hervorgerufen wurden. Trotz der vergleichsweise hohen Artenzahlen war jedoch die Blütenmenge dieser Phänophase als nicht sehr hoch einzustufen. Der Blühhöhepunkt konnte in allen Untersuchungsflächen im Juli festgestellt werden.

6 – *Galium anisophyllon*-Phase

Obwohl sich diese Sommerphase durch eine hohe Blütenmenge und Blühintensität auswies, wurde sie vorläufig nach dem ziemlich unscheinbaren Alpen-Labkraut benannt, da dieses in allen vier Aufnahmeflächen beobachtet wurde. Aspektprägend erwiesen sich vielmehr die auffallenden Blütenstände von *Adenostyles alliariae, Ranunculus nemorosus* und *Solidago virgaurea,* wodurch weiße, gelbe und violette Farbtöne vorherrschten. Etliche Arten vorangegangener Phasen befanden sich im Stadium der Fruchtreife (z.B. *Viola biflora, Clematis alpina, Chaerophyllum hirsutum*) oder bereits im Stadium der Diasporenausbreitung (z.B. *Salix appendiculata, Primula elatior, Oxalis acetosella*). Zeitlich erstreckte sich die *Galium anisophyllon*-Phase in den Flächen I und II von Mitte Juli bis Mitte August. In der Fläche III lag ihr Höhepunkt in der ersten August-Hälfte, in der Fläche IV in der zweiten Juli-Hälfte. Das Wetter präsentierte sich während der Monate Juli und August als durchwegs typisch für die Lage am Alpennordrand (Monatsmittel von +12°C durch stabiles Hochdruckwetter).

7a – *Heracleum austriacum*-Phase und 7b – *Potentilla erecta*-Phase

Die *Heracleum austriacum*-Phase der Fläche III fiel mit der zweiten August-Hälfte zusammen und wurde von den drei anemochoren Arten *Heracleum austriacum, Senecio ovatus* und *Campanula scheuchzeri* charakterisiert. Die beiden letztgenannten Sippen waren jedoch in den Flächen II bzw. IV Elemente der *Aconitum napellus*-Gruppe. Etwa zur selben Zeit begann die Diasporenausbreitung von *Soldanella alpina.*

In der *Potentilla erecta*-Phase der Fläche IV war neben der namensgebenden Fingerkraut-Art noch *Lamiastrum flavidum* auffallend, das jedoch bereits in der *Galium anisophyllon*-Phase in der Fläche I auftrat. Durch die geringen Individuenzahlen beider gelbblühender, zoochorer Arten resultierte eine geringe Blütenmenge mit Schwerpunkt zum Monatswechsel Juli-August.

8 – *Aconitum napellus*-Phase

Der letzte Hauptblühaspekt in den Aufnahmeflächen am Untersberg wurde von *Aconitum napellus* s. str. eingenommen, dem sich *Campanula scheuchzeri* (in den Flächen II und IV) sowie *Silene vulgaris, Acinos alpinus, Carduus defloratus* und *Senecio ovatus* (in der Fläche IV) anschlossen. Der Beginn der Phase wurde in den Flächen I, II und IV Mitte August festgestellt, in der Fläche III erst Anfang September. Die für die einzelnen Beobachtungsflächen sehr unterschiedlichen Phasenlängen ergaben sich aus der variierenden Beteiligung oben genannter Arten an der *Aconitum napellus*-Gruppe bzw. durch den Wildverbiß, der die Blütenstände des Echten Eisenhutes z.T. vollständig reduzierte, weshalb in der Fläche I das Ende dieser Phase nicht eindeutig feststellbar war. Während der *Aconitum napellus*-Phase, die mit einer für die Jahreszeit ungewöhnlich warmen Schönwetterperiode zusammenfiel, befanden sich bereits viele Arten früherer symphänologischer Gruppen im Stadium der Diasporenausbreitung (z.B. *Daphne mezereum, Clematis alpina*).

9 – Herbst- bzw. Ruhephase

Der Beginn dieser Phase konnte nur in den Flächen II und III mit Sicherheit nachgewiesen werden, er lag jeweils in der ersten September-Hälfte.

Am 26. September wurde im Bereich der Untersuchungsflächen der erste Morgenfrost festgestellt, noch am 4. Oktober blühte *Carduus defloratus* als letzte Pflanze (Fläche IV). Mit dem ersten Schneefall in der zweiten Oktoberwoche endete der Beobachtungszeitraum.

5. Diskussion

5.1. Vegetationszeit

Der winterlichen Schneebedeckung kommt in der subalpinen und alpinen Stufe eine besondere Bedeutung zu. Einerseits schützt sie die Pflanzen vor Frostschäden und Austrocknung (BILLINGS & BLISS 1959), andererseits stellt sie einen wichtigen Faktor für die Länge der Vegetationsperiode und damit für die Phänologie der Pflanzen dar (KUDO 1991).

Die Vegetationszeit wird nach ROSENKRANZ (1950) als jene Zeitspanne definiert, die zwischen dem Eintritt des Vorfrühlings und dem Absinken der Tagesmitteltemperatur unter +5°C liegt. Der Beginn des Vorfrühlings ist nach DIERSCHKE (1989) eindeutig durch noch kahle sommergrüne Gehölze und die Blüte von *Daphne mezereum* oder im subalpin-alpinen Bereich auch von *Soldanella alpina* (WINTELER 1927, GAMS 1927) charakterisiert; im Untersuchungsgebiet konnten diese Kriterien am 25. Mai festgestellt werden. Das Ende der Vegetationszeit wurde im Beobachtungsjahr am 10. Oktober durch intensive Schneefälle markiert, die direkt auf eine Schönwetterperiode folgten und eine beständige Schneedecke ausbildeten. Die Gesamtlänge der Vegetationszeit betrug demnach rund 150 Tage und entsprach dem von ROSENKRANZ (1955) für das Untersberg-Plateau angegeben Wert von maximal sechs Monaten. Sie kann bereits alpinen Verhältnissen gleichgesetzt werden, wie sie in den Alpenrandzonen nur vereinzelt, z.B. am Dachstein, auftreten (ROSENKRANZ 1950). Im Untersuchungsjahr reichte die Vegetationszeit für die meisten Pflanzenarten im Beobachtungsgebiet aus, um ihren generativen Zyklus zu beenden.

5.2. Vitalität

Einige Pflanzenarten wiesen im Untersuchungsjahr allerdings keine generativen Erscheinungen auf. Beispielsweise kamen in der Fläche I 24 % und in der Fläche III sogar 38 % der bestandesbildenden Arten nicht zur Anthese. Als Beispiele dafür können *Pinus mugo, Picea abies, Rosa pendulina, Erica carnea, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Rhododendron hirsutum, Sorbus chamaemespilus, Lonicera nigra, Salix retusa* und *Salix waldsteiniana* angeführt werden. Möglicherweise war der Blüh-Ausfall dieser Arten auf schlechte klimatische Verhältnisse im Frühjahr (niederschlagsreiche und kühle Monate April bis Juni) bzw. auf ein Spätfrostereignis zurückzuführen. Der auffallend hohe Anteil verholzter, nicht zur Blüte gelangender Arten steht nicht im Widerspruch zu Literaturangaben. Nach CALLAGHAN & COLLINS (1981) wird im alpinen und arktischen Bereich aus unterschiedlichen Gründen (begrenzte Ressourcenverfügbarkeit, schwierige Etablierung von Samen und Keimlingen etc.) die vegetative gegenüber der generativen Reproduktion begünstigt. Auch KUDO (1991) konnte zeigen, daß im subalpinen Bereich Sträucher und Zwergsträucher dazu neigen, sich verstärkt vegetativ zu vermehren. Als Folge der mächtigen und lang anhaltenden Schneedecke wiesen in den Flächen III und IV die bestandesbildenden Arten *Picea abies* bzw. *Pinus mugo* starken Schimmelbefall auf. Im Gegensatz zu den sichtbar geschwächten Legföhren zeigten die benachbarten Grünerlen eine hohe Vitalität.

Der am Untersberg durch hohe Wilddichten hervorgerufene Verbiß an Pflanzen wirkte sich im Untersuchungsgebiet vor allem an Blütenständen einiger Hochstauden aus.

5.3. Zeitliche und räumliche Variabilität

Aufgrund der generellen Verschiedenheit der einzelnen Pflanzengesellschaften ergaben sich zwangsläufig unterschiedliche Artenzusammensetzungen in den symphänologischen Gruppen und den daraus resultierenden Phänophasen. Die Pflanzenarten *Soldanella alpina, Viola biflora, Ranunculus montanus, Oxalis acetosella, Chaerophyllum hirsutum, Galium anisophyllon* und *Aconitum napellus* s. str. sind jedoch hinsichtlich ihres Blühverhaltens in allen vier Untersuchungsflächen relativ konstant, sodaß einige von ihnen zur vorläufigen Benennung der symphänologischen Gruppen bzw. Phänophasen herangezogen wurden.

Auch *Primula elatior, Adenostyles alliariae* und *Aposeris foetida* kamen in allen vier Beobachtungsflächen vor, zeigten jedoch ihr Blühmaximum zum Teil zu unterschiedlichen Zeitpunkten und charakterisierten dadurch, in Verbindung mit anderen Arten, verschiedene Phänophasen. *Carduus defloratus* zeigte durch sein Blühverhalten eine markante unterschiedliche Gruppenzugehörigkeit: während sich die Art in der Fläche IV von Anfang August bis über den Beobachtungszeitraum hinaus im Stadium der Hauptblüte befand, blühte sie in der Fläche III nur bis Ende August und schloß ihren generativen Zyklus bereits in der zweiten September-Hälfte ab.

Während *Lamiastrum flavidum* in planar-montanen Laubwäldern zu Beginn des Vollfrühlings blüht (DIERSCHKE 1995), fiel seine Blüte in den subalpinen Untersuchungsflächen in phänologische Sommerphasen. Ein gegensätzliches Verhalten wies hingegen *Alnus alnobetula* auf, die durch ihre Blattentfaltung und Blüte am Untersberg den Anfang des Erstfrühlings – definitionsgemäß bestimmt durch eine Ergrünung winterkahler Gehölze (DIERSCHKE 1989) – markierte, in den Tieflagen jedoch im Allgemeinen den Vollfrühling einleitet (DIERSCHKE 1995). Als Ursachen für diese Unterschiede im Blühverhalten sind neben genetischer Sippendifferenzierung in Ökotypen (PATZKE 1990) diverse Standortsfaktoren denkbar; insbesondere veränderte kleinklimatische Bedingungen und bodenökologische Unterschiede können für phänologische Abweichungen auf engsten Raum verantwortlich sein (DIERSCHKE 1982). Übertragen auf die vier Beobachtungsflächen am Untersberg könnten folgende Faktoren die zeitliche Variabilität der Phänophasen beeinflussen: der im Gegensatz zu den untersuchten Grünerlengebüschen (Flächen I und II) sowie zum lückigen Legföhrenkrummholz (Fläche IV) geringere Lichtgenuß und die geringere Nährstoffverfügbarkeit im subalpinen Fichtenwald (Fläche III) dürften dort für die verlängerten und verspätet einsetzenden Phänophasen maßgeblich sein.

Abschließend wird noch einmal betont, daß aufgrund des einjährigen Beobachtungszeitraumes die Abgrenzung und Benennung der Phänophasen – so wie sie hier vorgenommen wurden – vorläufigen Charakter hat.

Literatur

ADLER, W., OSWALD, K., FISCHER, R. (1994): Exkursionsflora von Österreich. – Ulmer, Stuttgart: 1180 S.

BERGMEIER, E., MATTHÄS, U. (1996): Phänologisches Spektrum einer kretischen Phrygana. – Tuexenia 16: 433–450. Göttingen.

BILLINGS, W.D., BLISS, L.C. (1959): An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development, and productivity. – Ecology 40: 388–397.

CALLAGHAN, T.V., COLLINS, N.J. (1981): Life cycle, population dynamics and the growth of tundra plants. – In: BLISS, L.C., HEAL, O.W., MOORE, J.J. (eds.): Tundra Ecosystems: A comparative analysis. International Biological Programme 25. Cambridge University Press: 257–284.

DIERSCHKE, H. (1982): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens. – Tuexenia 2: 173–194. Göttingen.

(1989): Symphänologische Aufnahme- und Bestimmungsschlüssel für Blütenpflanzen und ihre Gesellschaften in Mitteleuropa. – Tuexenia 9: 477–484. Göttingen.

– (1994): Pflanzensoziologie. – Ulmer, Stuttgart: 683 S.

– (1995): Phänologie und symphänologische Artengruppen von Blütenpflanzen Mitteleuropas. – Tuexenia 15: 523–560. Göttingen.

GAMS, H. (1927): Von den Follatères zur Dent de Morcles. – Beitr. zur geobot. Landesaufn. 15: 760 S. Bern.
GOTTFRIED, M., PAULI, H., GRABHERR, G. (1994): Die Alpen im „Treibhaus": Nachweise für das erwärmungsbedingte Höhersteigen der alpinen und nivalen Vegetation. – Jb. Ver. Schutze Bergwelt 59: 13–23. München.
HASEKE-KNAPCZYK, H. (1989): Der Untersberg bei Salzburg. Die ober- und unterirdische Karstentwicklung und ihre Zusammenhänge. – Veröff. Öst. MaB-Prog. 15. Wagner, Innsbruck: 223 S.
KRÜSI, B. (1981): Phenological methods in permanent plot research. – Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel 75. Zürich: 115 S.
KUDO, G. (1991): Effects of snow-free period on the phenology of alpine plants inhabiting snow patches. – Arctic and Alpine Research 23/4: 436–443. Boulder.
OZENDA, P., BOREL, J.L. (1991): Mögliche Auswirkungen von Klimaveränderungen in den Alpen. – CIPRA – Kleine Schriften 8/91: 71 S. Vaduz.
PATZKE, E. (1990): Das Problem der Identität. Was kartieren wir eigentlich? –Florist. Rundbriefe. 12(2): 135–140. Bochum.
ROSENKRANZ, F. (1950): Die Vegetationszeit in Österreich. – Wetter und Leben 2: 203–205. Horn.
– (1955): Vegetationszeit. – In: Lendl, E. (ed.): Salzburg-Atlas. II. Teil: Text. Müller, Salzburg: 26.
WINTELER, R. (1927): Wälder, Sträucher, Zwergsträucher des Sernftales. – Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 72: 185 S. Zürich.

Mag. Florian Schwap
Mag. Oliver Stöhr
Ao.Univ.-Prof. Dr. Walter Strobl
Universität Salzburg, Institut für Botanik und Botanischer Garten
Hellbrunnerstraße 34
A-5020 Salzburg
Austria

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: NS_20

Autor(en)/Author(s): Schwap Florian, Stöhr Oliver, Strobl Walter

Artikel/Article: Beitrag zur Phänologie von drei subalpinen Gehölzgesellschaften am Untersberg bei Salzburg 77-89