

Linzer biol. Beitr.	26/1	1081-1111	30.12.1994
---------------------	------	-----------	------------

Biologie und Ökologie von *Scilla kladnii* SCHUR (*Hyacinthaceae*) in den Ostkarpaten

V. V. KRICSFALUSY & A. V. VAJNAGI

Abstract: Biology and ecology of *Scilla kladnii* SCHUR (*Hyacinthaceae*) in the East Carpathians

The results of complex bioecological investigations of *Scilla kladnii* SCHUR in the East Carpathians (on the territory of the Ukraine) are presented. The recent area of this species, its ecology and phytocenotic peculiarities, the state and structure of different populations is analysed. The seasonal rhythm of the vegetation and the morpho- and ontogenesis are studied and the intra- and interpopulation variability of the species is investigated by using 18 morphological parameters. The most important aspects of reproductive biology (vegetative reproduction, flowering and pollination, seed regeneration) are elucidated. Some opinions about protection and human use of the species are also stated.

In den letzten Jahrzehnten haben die negativen Einwirkungen des Menschen auf die Umwelt bedeutend zugenommen. Die Diversität und Artenzahl der Flora nahm signifikant ab. Um diesen Prozeß aufzuhalten, sind eine Reihe von Naturschutzmaßnahmen notwendig. Diese sollten die Biologie gefährdeter Arten und die Situation entsprechender Biotope berücksichtigen. Dadurch gewinnen bioökologische Forschungen an seltenen, gefährdeten und dekorativen Pflanzen besondere Aktualität (KRICSFALUSY 1991).

Scilla kladnii SCHUR (Abb. 1) aus der Familie der *Hyacinthaceae* ist ein besonders dekorativer, ephemeroider Vorfrühlingsblüher und Geophyt. Erfolgreiche Schutzmaßnahmen müssen in erster Linie ganze Biotope betreffen. Das bedeutet ein Verbot von Herbiziden und anderen chemischen Belastungen, übermäßiger Beweidung, Umpflügen von Brachland und Fällen von Bäumen.

Nach den allgemeinen Vorstellungen über die Flora dieser Region kämen im Ostkarpatenraum *S. bifolia* L. (FOMIN & BORDZILOVSKYJ 1950; MORDAK 1979) und *S. bifolia* subsp. *subtriphyllo* (SCHUR) DOM. (DOMIN 1931) sowie *S. nivalis* BOISS. (FODOR 1974; ČOPYK 1976) vor.

Durch Untersuchungen von SPETA (1976, 1981 und weitere) und eine neue kritische Studie (KRICSFALUSY, VAJNAGI & SCHRAMMEL, 1993) konnte festgestellt werden, daß in der Flora dieses Gebietes nur *S. kladnii* (= *S. bifolia* subsp. *subtriphyllo*) vorkommt.

1082



Abb. 1: *Scilla kladnii* SCHUR 1866

Material und Methode

Untersuchungsgebiet

Von 1989 bis 1993 wurden Untersuchungen an 8 Populationen von *S. kladnii* auf dem Territorium der Westukraine durchgeführt (Abb. 2).

Transkarpatengebiet

Tiefland

I. Umgebung des Dorfes Voročevo, Bezirk Perečyn (130 m Seehöhe)

Ostkarpaten

II. Hügelland: Umgebung des Dorfes Šajan, Bezirk Chust (260 m Seehöhe)

III. Untere Gebirgslage: Antalovecka Poljana, Berg im Vigorlat-Gutynskij-Gebirge (810 m Seehöhe)

IV. Obere Gebirgslage: Dumen Berg im Svydoveckyjgebirge (950 m Seehöhe)

V. Obere Gebirgslage: Menčul-Kvasivskij, Berg im Čornogirskijgebirge (1200 m Seehöhe)

Iwano - Frankowskgebiet

Ostkarpaten

VI. Untere Gebirgslage: Umgebung der Stadt Deljatin, Bezirk Kolomyja (680 m Seehöhe)

Tschernowzygebiet

Ostkarpaten

VII. Hügelland: Umgebung des Dorfes Kamjane, Bezirk Storoschynec (430 m Seehöhe)

Karpatenvorland

VIII. Umgebung des Dorfes Jurkovi, Bezirk Zastavne (260 m Seehöhe)

Im folgenden werden die untersuchten Populationen jeweils unter den oben geographisch beschriebenen Punkten angeführt.

Präparation

Nach SPETA (1984) macht das Querschneiden der Zwiebeln mit Rasierklinge oder Messer und die anschließende Färbung der Schnittfläche mit Tintenbleistift morphologische und anatomische Untersuchungen leicht möglich. Eine wertvolle Ergänzung liefert der Längsschnitt durch das Zentrum der Zwiebel. Die Schnitte werden im Bereich der Innovationsknospe geführt. Der Basisteil der Zwiebel wird angefärbt, der obere Teil wird sukzessive entblättert, um so die verschiedenen Blattyten festzustellen. Die selbe Methode ist auch auf Keimlinge anwendbar. Da Gefäßbündel und Epidermen besonders schön hervortreten, können mit Hilfe eines Auflichtmikroskopes und Zeichenapparates maßstabgetreue Abbildungen angefertigt werden.

Morphologische Variabilität

Intra- und Interpopulationsvariabilität wird anhand von Stichproben morphometrisch untersucht. Jeder Population wurden 25 generative Individuen entnommen, an denen folgende 18 Merkmale gemessen wurden:

- 1) Gesamthöhe der Pflanze (cm)
- 2) Schafthöhe (cm)
- 3) Rhachislänge (cm)
- 4) Zwiebelhöhe (cm)
- 5) Zwiebeldurchmesser (cm)
- 6) Anzahl der Blätter (n)
- 7) Blattlänge (cm)
- 8) Blattbreite (cm)
- 9) Anzahl der Blüten im Blütenstand (n)
- 10) Blütenblattlänge (cm)
- 11) Blütenblattbreite (cm)
- 12) Staubfadenlänge (cm)
- 13) Staubbeutelänge (cm)
- 14) Stempellänge (cm)
- 15) Fruchtknotendurchmesser (cm)
- 16) Kapselzahl je Pflanze (n)
- 17) Kapsellänge (cm)
- 18) Kapseldurchmesser (cm).

Die Bestimmung der optimalen ökologisch-phytozönotischen Wachstumsbedingungen wurde folgendermaßen durchgeführt:

Nach einem Punktesystem werden 7 Individualmerkmale und 6 Populationsmerkmale berücksichtigt:

- 1) Pflanzenhöhe (8 Punkte)
- 2) Zwiebeldurchmesser (3 P.)
- 3) Blätterzahl (5 P.)
- 4) Anzahl der Blüten im Blütenstand (5 P.)
- 5) Samenzahl pro Frucht (10 P.)
- 6) Zahl der Samenanlagen pro Fruchtknoten (3 P.)
- 7) Gesamtphytomasse der Pflanze (8 P.)
- 8) Populationsdichte pro m² (10 P.)
- 9) Phytomasse der Pflanzen pro m² (8 P.)
- 10) Nachwuchsmenge (p+j) pro m² (10 P.)
- 11) Anzahl generativer Pflanzen pro m² (10 P.)
- 12) Anzahl der Samen einer Pflanze (10 P.)
- 13) Anzahl der Samenanlagen einer Pflanze (3 P.)

Der Punktemaximalbetrag (Optimumkennziffer) auf das Individuum bezogen weist auf optimale ökologische und auf die Population bezogen auf optimale phytozönotische Bedingungen hin. Das ökologisch-phytozönotische Optimum ist in Habitaten realisiert, wo ökologisches und zönotisches Optimum am besten übereinstimmen.

Bei der Bestimmung der Samenproduktion wurde nach der Methode von RABOTNOV (1950) vorgegangen. Für jede Population wurde die reale Samenproduktion (RSP) von 25-30 Individuen gemessen und die potentielle Samenproduktion (PSP) bestimmt. Es wurde auch die Fruchtmenge und Samenmenge (FM und SM) bezogen auf die jeweiligen Populationen berechnet.

Zur Bestimmung der Erneuerungsstufe der Population wurde der Erneuerungsindex kalkuliert:

$$\frac{\text{Nachwuchsmenge (p+j)}}{\text{Generativpflanzen (g)}} = 100\% \text{ (ZLOBIN 1989)}$$

Die statistische Auswertung folgt den Verfahren von ZAJCEV (1984). Für die arithmetischen Mittel wurden Varianz, Standardabweichung und Varianzkoeffizient errechnet. Zum Vergleich biometrischer Parameter wurde der Student t-Test verwendet. Beziehungen zwischen den Merkmalen wurden durch Korrelationskoeffizienten dargestellt. Die Datenverarbeitung und statistische Auswertung wurde auf einem IBM Personalcomputer durchgeführt.

Verbreitungsareal

SPETA (1976 und weitere) hat festgestellt, daß die früher als monotypisch angesehene Gruppe *S. bifolia* von der Iberischen Halbinsel bis nach Kleinasien in Wirklichkeit aus einer Reihe von Arten zusammengesetzt ist. Dazu gehört auch *S. kladnii*.

Das heute bekannte Areal von *S. kladnii* umfaßt das nördliche Rumänien, östliche Gebiete Ungarns und der Slowakei, das südöstliche Polen und die südwestliche Ukraine. Die Verbreitung von *S. kladnii* steht mit Gebirgssystemen in Mitteleuropa in Zusammenhang. Aufgrund unserer Ergebnisse kann *S. kladnii* zur montan-europäischen Verbreitungsgruppe des europäischen Typs als nemorales Florenelement nach MALYNOVSKYJ (1980) betrachtet werden.

Die ersten Angaben über Vorkommen und Artenbestand von *Scilla* im Transkarpatengebiet liefert MARGITAI (1923). Seine Angaben wurden von JÁVORKA (1925) und DOMIN (1929) präzisiert und ergänzt. Spätere Verbreitungsangaben stammen von CHARKEVIČ (1951), FODOR (1956, 1974), ARTJUŠENKO & CHARKEVIČ (1956) und ČOPYK (1976).

Die Herbarbelege im Herbarium am Lehrstuhl für Botanik der Staatlichen Universität Uschgorod (UU) stammen von 32 Lokalitäten. Nach eigenen Beobachtungen ist

S. kladnii vom Tiefland (120 m Seehöhe) bis ins Hochgebirge (1900 m Seehöhe) verbreitet. Durch Belege in den Herbarien des Naturkundemuseums der Akademie der Wissenschaften der Ukraine in Lwow (LWS) und der Lwower (LW) und Tschernowitzer (CHER) Universität sind 17 Lokalitäten dieser Art auf dem Gebiet der Ostkarpaten dokumentiert.

Ökologisch-phytozönotische Einordnung

S. kladnii ist ein Vorfrühlingsblüher; Geophemeroid, Mesohygrophyt eutropher und seminitrophiler Wälder; verbreitet auf schwachsauren und neutralen Böden, die reich an Humus und organischem Material sind; auf lockerem, schlammigem und lehmigem Boden; Indikator für Frühlingsfeuchtigkeit und frostbeständig.

Sie wächst sowohl im Tiefland als auch im Gebirge in Laub- und feuchten Mischwäldern, im Gebüsch und auf Wiesen. Sie ist eine typische Waldart und kommt oft an den Ufern von Bergbächen vor.

Laut ROTHMALER (1988), SOÓ (1973) und weiteren Autoren kommt *S. kladnii* in den Pflanzengesellschaften folgender Klassen vor:

Quercu-Fagetea Br.-Bl. in Br.-Bl. et Vlieger. 37

Quercetea robori-petraeae nom. inval. Br.-Bl. et Tx. 43

Rhamno-Prunetea Rivas Goday et Bocja Carbonell 61

Robinietea Jurko ex Hadač et Sofron 80

Molinio-Arrhenatheretea Tx. 37

Galio-Urticetea dioicae Pass. ex Kopecký 69

Urtico-Sambucetea Doing 62 em. Pass. 68

Im Transkarpatischen Tiefland (Population I) wächst *S. kladnii* auf begrast-tonartigen schwerlehmigen Wiesenböden in der Assoziation Aegopodio-Sambucetum. Für die Populationen II, III, IV und V ist das Vorkommen in den Assoziationen Dentario-Fagetum, Fraxino-Fagetum, Soldanello-Nardetum und Luzulo-Fagetum charakteristisch. Die Populationen I bis VII kommen auf dunkelbraunen Gebirgs- und nichtpodsoligen Waldböden vor. Die Population des Karpatenvorlandes (VIII) wächst in der Assoziation Urtico-Aegopodietum auf den typischen Mittelhumusschwarzerden. An den nordöstlichen Hauptabhängen der Karpaten und im Vorgebirge (VII) kommt *S. kladnii* in der Assoziation Dentario-Fagetum auf begrasteten oberflächlich lehmigen Podsolböden vor. Population VI kommt in sekundären Gemeinschaften (Chelidonio-Robinion) auf mittel- und leicht lehmigen Wald- und Podsolböden vor. Die Bodenbezeichnungen richten sich nach RUDNEVA (1960).

Morphologische Variabilität

Die Morphologie von *S. bifolia* wurde von LOEW & KIRCHNER (1934) abgehandelt. Eine kurze Charakteristik der Morphologie von *S. kladnii* ist als Ergänzung angebracht:

S. kladnii ist eine vieljährige Zwiebelpflanze. Die Zwiebel ist eiförmig, (1,1) 1,5 bis 2,5 (4,2) cm lang, (0,7) 1 bis 2 (2,8) cm im Durchmesser und ist mit einem dunkelgrauen, innen rötlichbräunlichen Pallium bedeckt.

Die Zwiebeln liegen in einer Tiefe von 4 bis 10 (15) cm. Die Wurzeln sind relativ dick und gelblichweiß. Es werden auch weiße Kontraktiwurzeln mit geriffelter Oberfläche gebildet. Die grundständigen Laubblätter umhüllen unterirdisch den Schaft eng, werden oberirdisch breitlinealisch mit einer kurzen kapuzenförmigen Spitze. Gewöhnlich besitzt *S. kladnii* 2, seltener 3 Blätter mit einer Länge von (7,1) 10 bis 15 (25,3) cm und einer Breite von (0,5) 1,5 bis 2 cm. Die Infloreszenz ist (8) 15 bis 20 (39,2) hoch, vielblütig und trägt (1) 3 bis 10 (20) Blüten. Bei der Fruchtreifung verliert der Blütenstengel seinen Turgor und legt sich auf den Boden. Der Blütenstand ist eine offene Traube, einseitig ausgerichtet, die unteren Blütenstiele sind viel länger als die oberen. Deckblätter fehlen. Die Blüten sind weit geöffnet und blau. Die Perigonblätter sind frei, länglich, stumpf, (0,5) 0,8 bis 1 (1,1) cm lang und 0,2 bis 0,3 (0,5) cm breit. Die 6 Staubblätter sind kürzer als die Perigonblätter. Der oberständige Fruchtknoten ist synkarp, dreifächrig und mit einem fadenförmigen Griffel versehen. Die Frucht ist dreifächrig, vielsamig, saftig, sie stellt eine kugelförmig, dreikantige Samenkapsel dar, die sich loculicid öffnet, ist (0,5) 0,7 bis 0,9 (1,2) cm lang und (0,4) 0,6 bis 0,8 (1) cm breit. Die Samen sind rund, frisch bräunlichgelb, getrocknet braun.

SCHUR (1866) hat Pflanzen mit weißen, rosa und purpurvioletten Blüten beschrieben. In Population III haben wir alle oben aufgezählten Formen entdeckt (Abb. 3). Außerdem konnten wir eine große Vielfalt in der Schattierung der Blütenfarbe von schneeweiß und rosa bis zu dunkelvioletten beobachten. In den anderen Populationen fanden wir ebenfalls Pflanzen mit weißen und rosa Blüten, aber in geringer Zahl.

Bei den 8 beschriebenen Populationen von *S. kladnii* konnten wir folgende teratologische Blütenabänderungen feststellen:

P (2)+(2)+(2) A (2)+(2)+(2) G (3), P 3+(2) A 4 G (3), P 4 A 4 G (3), P 4 A 4+(2) G (3), P 4+(2) A 6 G (3), P 5 A 5 G (3), P 5 A 7 G (3).

Pflanzen mit teratologischen Blütenabänderungen wurden hauptsächlich in den Gebirgspopulationen gefunden. Besonders zeichnet sich Population III aus, wo alle Anomalien in großer Anzahl vertreten waren.

Die Analyse ergab, daß innerhalb aller 8 untersuchten Populationen (I-VIII) folgende Parameter eine geringe Variationsbreite zeigten - Stempellänge (Cv = 13,0-21,3%), Staubfadenlänge (Cv = 8,8-19,5%) und folgende Parameter eine hohe Variationsbreite - Blütenzahl (Cv = 45,8-69,9%), Rhachislänge (Cv = 33,1-71,4%) und Kapselanzahl

($C_v = 35,0-73\%$). Der Variationskoeffizient der anderen Parameter bewegt sich in den Grenzen mittlerer Werte. In allen untersuchten Populationen von *S. kladnii* ist ein gesetzmäßiger Anstieg der Variationsbreite der morphologischen Parameter mit zunehmender Seehöhe der Fundorte zu erkennen.

Die geographische Variabilität der untersuchten Art wurde durch den Vergleich der arithmetischen Mittel der morphologischen Parameter dokumentiert und ihre Signifikanz mittels Student t-Test geprüft.

Populationen aus den nordöstlichen Ostkarpaten (VI-VIII) sind untereinander ähnlicher (Merkmalsunterschied 12,5-25%) als Populationen aus den südwestlichen Ostkarpaten (I-V) (Merkmalsunterschied 50-81,3 %).

Maximale Unterschiedswerte ergeben sich aufgrund der Parameter Stengelhöhe, Blattlänge und Stempellänge. Minimale Unterschiedswerte zeigen Blattanzahl und Blütenblattbreite.

Die Ergebnisse der Analyse der morphologischen Parameter innerhalb und zwischen Populationen sind in Abb. 4 als Mittelwerte, Standardabweichung und Variation dargestellt. Der Varianzvergleich ergibt, daß keine signifikanten Unterschiede zwischen den Populationen erkennbar sind.

Um die Wechselbeziehungen zwischen den morphologischen Parametern zu dokumentieren, wurde eine Korrelationsanalyse aller möglicher Merkmalspaare durchgeführt. Positive Korrelationen in allen Populationen:

- 1) Zwiebelhöhe und Zwiebeldurchmesser
- 2) Zwiebelhöhe und Schaftöhe
- 3) Rhachislänge und Blütenzahl im Blütenstand
- 4) Stempellänge und Durchmesser des Fruchtknoten
- 5) Länge und Durchmesser der Kapsel.

Unterschiede der Korrelationskoeffizienten aller Merkmalspaare wurden mittels Student t-Test überprüft. Unterschiede in Tieflandpopulationen schwanken zwischen 14,7 und 26,5%, Unterschiede in Gebirgspopulationen zwischen 5,9 und 48,2%. Die Unterschiede zwischen Tiefland und Gebirgspopulationen betragen 10 bis 51,2%.

Die Resultate deuten auf Unterschiede zwischen Tiefland- und Gebirgspopulationen hin, die aber nicht signifikant sind. Wahrscheinlich ergeben sich die Unterschiede durch Anpassungen der Art an hoch variable Biotopverhältnisse. Die intraspezifische Differenzierung wird als Resultat von Mikroevolutionsverhältnissen, die in den Populationen ablaufen, betrachtet.

Weitere Untersuchungen zur intraspezifischen Struktur von *S. kladnii* sind notwendig.

Phänologie und Morphogenese

Der Entwicklungszyklus von *S. kladnii* verläuft in zwei Perioden, die einander abwechseln: eine lange Periode der Sproßbildung ab dem Zeitpunkt seiner Entstehung in der Zwiebel unter der Erde und eine kurze Periode der oberirdischen Entwicklung.

Die frühe Entwicklung von *S. kladnii* beginnt im Frühling noch vor dem Abschmelzen der Schneedecke. Nach der Schneeschmelze verläuft die Entwicklung sehr schnell. Zwischen dem Erscheinen des Sprosses an der Erdoberfläche und dem Öffnen der ersten Blüte vergehen nicht mehr als 5 bis 7 Tage. Massenblüte tritt bei einer Bodentemperatur von 1 bis 2° C in ca. 10 cm Tiefe ein. Bei den Tiefland- und Vorgebirgspopulationen erfolgt dies Ende März/Anfang April. Im Gebirge verzögert sich die Blütezeit um zwei bis drei Wochen und beginnt erst in der zweiten Aprildekade oder in der ersten Maidekade. Die Dauer der Blütezeit ist von Wetterverhältnissen abhängig und kann von 1 bis 3 Wochen schwanken.

Die Periode der Fruchtentwicklung fällt mit der Laubentfaltung der Bäume und dem allgemeinen Anwachsen der Sommergraspflanzen zusammen. Zu dieser Zeit verlieren die Blütenstengel den Turgor und legen sich auf den Boden. Dort reifen auch die Samenkapseln. Die Blätter beginnen zu welken und werden gelb.

Der Samenausfall erfolgt in der zweiten Maidekade im Tiefland und in der ersten Junidekade im Gebirge. Zu dieser Zeit sterben alle oberirdischen Pflanzenteile ab. Die oberirdische Entwicklung von *S. kladnii* läuft also in sehr kurzer Zeit ab. Ihr Ende fällt mit der vollen Laubentfaltung und mit dem Anhalten des Sommerschattens zusammen. Das phänologische Spektrum verschiedener *S. kladnii* Populationen ist auf Abb. 5 dargestellt.

Nach dem vegetativen Wachstum, der Fruchtreifung und dem Samenausfall tritt die Pflanze in eine Ruheperiode ein. Die Wurzeln sterben nun endgültig ab. Oft ist bei Zwiebeln das Verdorren und Abblättern des untersten Teiles des Zwiebelkuchens zu erkennen. Ende Juni erreichen die Zwiebeln ein volles Ruhestadium und sehen äußerlich leblos aus.

Im Mai setzen morphogenetische Prozesse ein, Blüten- und Blattanlagen werden entwickelt. Am Grund der noch nicht völlig fertigen Infloreszenz des Triebes des nächsten Jahres entsteht der Kegel einer Erneuerungsknospe. Zuerst werden grundständige Schuppen angelegt, dann entstehen der Reihe nach Blattanlagen. Mitte August erscheint die Blütenstandsanlage, woraus sich im nächsten Jahr die Infloreszenz entwickelt.

Ende des Sommers treiben die Wurzeln, die sehr schnell wachsen. Schon Mitte bis Ende September haben die Pflanzen ein völlig entwickeltes Wurzelsystem. Etwas später wird in der Zwiebel der Blütenstand entwickelt. Im Herbst wächst dieser weiter, bleibt aber in der Zwiebel. Gleichzeitig mit dem Wachstum verlaufen die Prozesse der Mikro- und Makrosporogenese. Im Winter erreichen die Triebe die Oberfläche der

Laubstreu und Ende Februar kann man unter dem Schnee schon ihre Spitzen sehen. Sie sind zum Blühen bereit, sobald der Schnee geschmolzen ist.

Wenn der Trieb des laufenden Jahres verblüht und die Fruchtreife beginnt, bildet sich aus der Innovationsknospe ein Blütenstand, der in der Vegetationsperiode des nächsten Jahres blühen wird.

Die Entwicklung des monokarpischen Triebes von der Entstehung des Wachstumskegels bis zum Absterben aller oberirdischen Organe in einem Zyklus dauert 3 Saisonen oder 24 Monate. Während dieser Periode dauert die oberirdische Entwicklung des Triebes nur 2 bis 3 Monate, während die unterirdische Entwicklung viel mehr Zeit beansprucht. Teile des Triebes (Mutterkuchen und Zwiebelschuppen) funktionieren in der Zwiebel noch zwei Jahre. Die Gesamtdauer des kleinen Lebenszyklus beträgt vier Jahre.

Die Embryologie von *S. kladnii* wurde von SVOMA (1981) untersucht. Karyologische Studien gehen auf SPETA (1976 u.a.) zurück und wurden von KERESZTY & SZILÁGYI (1986) weitergeführt. Auf dem Gebiet der Ostkarpaten wurde wie andermorts auch nur die Chromosomenzahl $2n=18$ für *S. kladnii* ermittelt (SVEŠNIKOVA & KRICSFALUSY 1985 und SPETA 1994).

Ontogenese

S. kladnii gehört zu den Pflanzen mit langer Ontogenese und langsamem Verlauf der vorgenerativen Periode (6-7 Jahre). Im Laufe des großen Lebenszyklus (Entstehen der befruchteten Zygote bis zum natürlichen Tod) durchläuft die Pflanze der Reihe nach 4 Altersstadien mit folgenden Etappen: se - p - j - im - v - g - s - Absterben (Abb. 6).

1. Latenzperiode

se - S a m e n : Gerundet, olivbraun. Die Samen besitzen Elaiosomen, die sich aus dem Exostom entwickelten. An den Wuchsorten sind immer ruhende Samen vorhanden, die eine Populationsreserve darstellen.

2. Vorgenerative Periode

p - K e i m l i n g : Die Keimung erfolgt im Frühling. Das Keimblatt ist epigäisch. Während der ersten Vegetationsperiode erreicht die einzige Wurzel eine Länge von 3 bis 5 cm und zieht die Keimknospe mit dem Basalteil des Keimblattes in den Boden hinein. Dort erfolgt die Zwiebelbildung. Gegen Ende der Vegetationsperiode verwelkt das Keimblatt.

j - J u v e n i l p f l a n z e n : Zu dieser Gruppe zählen nur Individuen aus der Samenvermehrung. Diese Periode dauert 3 bis 4 Jahre. Für Juvenilpflanzen typisch ist ihre geringe Größe, unbedeutende Zwiebel und wenige Wurzeln. Die Pflanzen besitzen ein

zylinderförmiges Laubblatt. Die Zwiebel ist oval, ihre Höhe beträgt das zweifache des breitesten Durchmessers. Kontraktilwurzeln sind stets vorhanden.

im - Immaturpflanzen: Die Gesamtgröße der Pflanze nimmt zu. Die Pflanze trägt nur ein einziges abgeflachtes Laubblatt. Auch bei zunehmender Zwiebelgröße bleibt das Verhältnis Höhe zu Durchmesser (siehe j) erhalten. Die Zahl der Wurzeln und Kontraktilwurzeln nimmt zu. Diesen Alterszustand weisen 3 bis 6 jährige *S. kladnii* Pflanzen auf.

v - Virginalpflanzen: Zu dieser Gruppe zählen Individuen aus generativer und vegetativer Vermehrung. 2 (manchmal 3) Laubblätter sind vorhanden, deren Form sich von den generativen Pflanzen nicht unterscheidet, wenn auch die Blätter etwas kleiner sind. Die Zwiebeln haben in dieser Periode doppelt so viele Sekundärwurzeln als immature Pflanzen. Dieses Stadium dauert 1 bis 2 Jahre.

3. Generative Periode

g - Generativpflanzen: Die Pflanzen blühen erst im siebenten Lebensjahr. 2 bis 3 Laubblätter sind vorhanden. Die großen Zwiebeln sind eiförmig gerundet und liegen in der Optimaltiefe. Werden die Zwiebeln ausgewaschen oder ausgegraben, so bilden sich Kontraktilwurzeln, welche die Zwiebel wieder in die entsprechende Tiefe ziehen. Die Individuen vermehren sich gelegentlich auch vegetativ.

4. Postgenerative Periode

s - Senilpflanzen: Die oberirdischen Pflanzenteile verschwinden völlig. Die Zwiebel wird locker und beginnt anzufaulen. Die Anzahl der Wurzeln nimmt ab, die Kontraktilwurzeln verschwinden. Der Anteil dieser Gruppe in einer Zönose ist gering.

Während der Ontogenese durchläuft *S. kladnii* folgende Stufen der Morphogenese: 1) Sämling 2) sich nicht vegetativ vermehrende Eintriebpflanzen, 3) verzweigte Pflanzen mit Zwiebelteilung, 4) Kompaktklonen aus nichtverzweigten oder sich verzweigenden Pflanzen, 5) zerfallende Klone vegetativer Entstehung. Die Stufen 4) und 5) können entfallen.

Wie aus Tab. 1 ersichtlich ändern sich die morphologischen Parameter von *S. kladnii* mit dem Altern der Pflanze. Während der Ontogenese vergrößern sich allmählich Länge und Breite der Laubblätter, Zwiebelgröße und -masse, Wurzelzahl und Lagertiefe der Erneuerungsknospe.

Die Analyse von Individuen aller Altersgruppen von verschiedenen Abhängen der Ostkarpaten zeigte, daß keine wesentlichen Unterschiede sichtbar sind.

Der Ablauf des vollen Lebenszyklus stimmt im Tiefland und Gebirge weitgehend überein. Gebirgspflanzen haben kleinere Zwiebeln, Blätter und Blütenstengel und weniger Blüten im Blütenstand. Die Erneuerungsknospen lagern in geringerer Tiefe.

Demographie

Die Analyse der Altersspektren (Tab. 2, Abb. 7) zeigt, daß alle untersuchten Populationen das gesamte Spektrum aufweisen und einen jungen (maximum $j+im$) und normalen Typus darstellen. Die Populationen können sich durch Samenbildung und auf vegetativem Weg selbständig erneuern und sind nicht durch Keimzufuhr von außen abhängig. Nur in Population VII dominieren generative Pflanzen, weshalb man sie zum vollständigen, reifen (maximum g) und normalen Typ zuordnen kann. An allen untersuchten Standorten herrschen vorgenerative Individuen vor. Ihr relativer Anteil in der Population reicht von 35,8 bis 89,36 Prozent. Eine Besonderheit in allen Populationen ist das äußerst seltene Vorkommen der Senilpflanzen. Die meisten Individuen erreichen diesen Zustand nicht, weil sie schon während früherer Wachstumsphasen verschwinden.

Im allgemeinen sichert der mehrstufige Altersaufbau ausreichenden Nachwuchs und die jährliche Samenproduktion eine stabile Erhaltung der Art in der Zönose. Die Erhaltung der Population geht hauptsächlich auf Samen zurück.

Aufgrund des Vergleiches der Altersgruppen in den Populationen haben wir ein Modell erstellt, das die häufigsten Wechselbeziehungen im adulten Anteil der Zönosen berücksichtigt. 2 charakteristische Typen lassen sich gegenüberstellen - Tieflandtyp und Gebirgstyp. In beiden Populationstypen werden maximale Anteile von den Juvenilstadien repräsentiert. Im Gebirgs-typ ist die Relation ($p+j+im$) zu ($v+g+s$) verschoben. Der Fraktionsanteil der j - und im - Individuen ist um ein Zweifaches geringer. Auf den dichtbegrasten Almen überwiegt die vegetative Vermehrung der Art gegenüber der Vermehrung durch Samen.

Im Laufe der Untersuchungen wurde die Dichte und die Phytomasse der Populationen bestimmt.

Die Phytomassewerte sind in Population I am höchsten (Tab. 2, Abb. 9), in Population VIII am niedrigsten. Beide Lokalitäten sind an sommergrüne Gebüschgesellschaften gebunden. Offensichtlich hat diese Vegetationsgesellschaft Bedeutung für die genannten Parameter. Trotz der geringen Phytomassewerte bei Population VIII ist hier der höchste Anteil an Keimlingen und Juvenilpflanzen erreicht.

Die absoluten Phytomassewerte von Individuen verschiedener Altersgruppen streuen sehr stark, aber die relativen Werte gleichen einander sehr oft.

Z.B. beträgt die höchste durchschnittliche Phytomasse generativer Pflanzen in Population I - 275,48 g/m², die geringste in Population VIII - 39,93 g/m². Die relativen Anteile liegen bei 68,83 bzw. 65,41 %. In der Analyse werden relative Anteile bevorzugt, da sie das Verhältnis dieser oder jener Gruppe von Individuen zur Gesamtphytomasse zeigen.

Tab. 3 und Abb. 9 zeigen, daß die Dichte- und Phytomassewerte in Population I am höchsten sind. Hier wird das phytozönotische Optimum der Art realisiert (Kennwert = 51 Punkte). Im Altersaufbau dominieren die juvenilen Individuen. Eine bedeutende Zahl generativer Pflanzen und maximaler Samenertrag zeigen, daß diese Population die optimale *S. kladnii* Gesellschaft ausbildet.

Gerade in dieser Population erreicht der ökologische Kennwert eine maximale Punktezahl (75). Das weist darauf hin, daß die ökologisch-phytozönologischen Existenzbedingungen der Art hier dem theoretischen Idealzustand am nächsten kommen (Abb. 10),

Das ökologische Optimum der Art wird in Population III realisiert (Kennwert = 39). Die Dichte ist zwar ziemlich niedrig, aber im Altersaufbau dominieren stark entwickelte Individuen mit hoher Vitalität. Ähnlich wie im vorher angeführten Beispiel ist ein optimaler Altersbestand vorhanden, die Population erhält sich durch Entwicklung aus Samen.

Ökologisch nur wenig unterscheidet sich davon Population VIII (Kennwert = 37). Die Pflanzen sind hier sehr groß, aber im Altersaufbau gibt es nur wenige generative Individuen. Das gesellschaftsbildende Niveau dieser Population ist gering.

Vegetative Vermehrung

Die Zwiebelstruktur von *S. kladnii* wurde von SPETA (1981, 1984) untersucht. Nach Angaben dieses Autors und unserer Untersuchungen ist *S. kladnii* eine vieljährige Semitunika-Pflanze (nach der Terminologie von ARTJUŠENKO) oder eine Art mit kompakt entwickelten imbrikativen Zwiebelblättern des gemischten Typs (nach der Terminologie von SPETA). D.h. sie besteht aus Basen von Laubblättern und Niederblättern. Jährlich werden 1 bis 2 Niederblätter und 2 bis 3 Laubblätter angelegt. Die Zwiebelblätter funktionieren etwa 2 bis 3 Jahre, d.h. die Zwiebel besteht im Durchschnitt aus 12 bis 15 Schuppen. Die inneren Schuppen sind dick, fleischig und hell, die Außenschuppen mit verbrauchten Reserven sind häutig, zuerst hellbraun und später dunkel (Abb. 11). Nach der Anordnung der Blatt- und Reproduktionsorgane in der Zwiebel kann sie dem sympodialen Verzweigungstyp zugeordnet werden.

S. kladnii gehört zu den Arten mit monozentrischem Biomorphentyp mit vollständiger, später nicht spezialisierter Desintegration (monozentrischer Biomorphentyp nach SMIRNOVA et al. 1976). Während der ganzen prägenerativen und zum Teil der generativen Periode existiert das Einzelwesen in einer einheitlichen kompakten Form. Die teilweise Desintegration tritt erst in der Mitte der generativen Periode ein. Die volle Partikulation wird am Ende dieser Periode verwirklicht. Dabei entstehen die Individuen der zweiten Generation.

Kennzeichnend für *S. kladnii* ist eine normale Partikulation im mittleren generativen Zustand und der vegetative Zerfall alter generativer Individuen. Im ersten Fall bilden

sich Tochterzwiebeln in den Schuppenachseln, die näher zur Peripherie liegen. Der Wachstumskegel der Mutterzwiebel stirbt dabei nicht ab und funktioniert weiter. Das Individuum ist zum mehrfachen Blühen und Fruchten fähig. Beim vegetativen Zerfall stirbt der Zwiebelkuchen der Mutterzwiebel ab. Gleichzeitig werden in den Achseln der Zwiebelschuppen nahe des Wachstumskegels die Tochterzwiebeln angelegt. Durch vegetative Vermehrung entstandene Individuen durchlaufen keinen vollen ontogenetischen Zyklus, sondern einen gedrängten: v - g - s; g - s.

S. kladnii ist ein vegetativ wenig beweglicher Typ. Nach ARTJUŠENKO & CHARKEVIČ (1956) wurden bei einer Population auf dem Antalovecka Poljana - Berg Individuen mit Nestern bis zu 9 Zwiebeln gefunden. Wir haben solche Klone nicht entdeckt. Die maximale Individuenzahl in einem Nest ist drei.

Die Intensivität der vegetativen Vermehrung steigt mit zunehmender Seehöhe an. Während ihr Anteil bei Population I unbedeutend ist (0,6 %), steigt er im Hochgebirge (Population V) auf 5,7 % an. Aus allen Populationen ist die Intensität vegetativer Vermehrung im Karpatenvorland am größten.

In Summe ist die vegetative Vermehrung zönotisch für die Art nicht bedeutsam. Die hohe potentielle und faktische Samenproduktion und die Myrmekochorie führen zu einer relativ gleichmäßigen Diasporenverteilung im Zönosengebiet und zu einer großen Nachwuchsmenge.

Samenvermehrung

Die Effektivität der Samenvermehrung von *S. kladnii* hängt von vielen Faktoren ab. Wichtig ist der Prozeß der Bestäubung und die Vitalität der Pollenkörner (bezogen auf alle Populationen sind nur 10 - 15 % nicht vital). Die Blüten von *S. kladnii* sind homogam und schwach protogyn.

S. kladnii - eine entomophile Pflanze - wird hauptsächlich von der Hummelgattung *Bombus* und von Honigbienen bestäubt. Primär attraktiv ist der Blütenstaub als Nahrung für Insekten und deren Larven, aber auch der Nektar. Sekundär ist die Farbe der Blütenblätter attraktiv, da die blaue Farbe im Ultraviolettbereich von den Sehorganen der Insekten gut wahrgenommen wird.

Die Blüten öffnen sich im Blütenstand von unten nach oben. Die Blütezeit einer Blüte dauert 3 bis 4 Tage, die eines Blütenstandes durchschnittlich 15 Tage.

Früchte werden im Tiefland 6 bis 7 Wochen lang getragen, im Gebirge 4 bis 5 Wochen lang. Unter dem Einfluß verschiedener Wetterverhältnisse kann sich der Zeitpunkt des Fruchtragens verschieben. Die Zeitspanne ändert sich aber nur geringfügig.

Die Ergebnisse zur Samenvermehrung sind in Tab. 4 zusammengefaßt. Es ist möglich, den Einfluß verschiedener Vegetationsverhältnisse auf die Dynamik der Samenproduktion zu analysieren. Mit zunehmender Seehöhe verringert sich die Zahl der Früchte

pro Pflanze. Die Prozentanteile der Fruchtmenge zeigen dies nicht an. Mit zunehmender Seehöhe verringern sich auch hinsichtlich der potentiellen (PSP) und realen (RSP) Samenproduktivität die Zahl der Samenanlagen und Samen pro Frucht.

Die Werte der relativen Samenmenge (SM) in Tiefland- und Gebirgspopulationen überlappen einander, was für eine gute Anpassungsfähigkeit der Art an verschiedene Umweltbedingungen spricht. Die höchsten Werte der Samenmenge (SM) werden in Buchenwäldern erreicht.

An allen 8 Standorten mit Ausnahme von Population I variiert die Samenzahl stärker als die Samenanlagenzahl pro Frucht.

Das ist erklärbar, weil die Entwicklung von der Samenanlage zum Samen ein langer und komplizierter Prozeß ist, der hauptsächlich vom Verlauf der Sporogenese und der Effektivität der Bestäubung und Befruchtung abhängt. In allen Populationen wurden Blüten gefunden, in denen keine Samen gebildet wurden. PSP und RSP sind positiv korreliert. Zusammen mit einem hohen SM-Wert weist dies auf gute Anpassungsfähigkeit an heutige Umweltverhältnisse hin.

Der Samenertrag verringert sich mit steigender Seehöhe (Tab. 5). Einem Maximalwert von 1732,8 Stück/m² in Population I steht ein Minimalwert von 347,7 Stück/m² gegenüber. Unter gleichen Umweltverhältnissen kann ein hoher Ernteertrag auf zwei Weisen erzielt werden:

- hoher Wert der realen Samenproduktion (RSP) in Population VIII
- hohe Zahl generativ entstandener fruchtender Individuen in Population I.

Der Index der Populationserneuerung ist sehr ungleichmäßig verteilt. Maximale Werte werden in sommergrünen Gebüschgesellschaften (Population I, VI, VIII) erreicht, minimale Werte in Wald- und Wiesenazonosen (Population III, IV, VII). Betrachtet man die Variabilität dieses Indexwertes (mit Ausnahme der Populationen VII und VIII, wo eine hohe Signifikanz besteht), so steigen die Werte mit zunehmender Seehöhe an. Population VII unterscheidet sich von allen anderen durch einen Erneuerungsindex von nur 62,16 %. Trotz hoher Samenerte (342,46 Stück/m²) überlebt nur eine geringe Nachwuchsmenge an diesem Standort. Ausreichende natürliche Samenproduktion ist an diesem Standort nicht gewährleistet. Die Population und damit deren Genpool könnte mit der Zeit aussterben und verlorengehen.

Möglichkeiten der Nutzung

Nach Untersuchungen von HARMER (1980) und LEHRACH (1981) enthalten Zwiebeln der *S. bifolia*-Verwandtschaft keine Herzglykoside. In der Volksmedizin der Ostkarpaten wird *S. kladnii* aber als Hustenmittel, harntreibendes Mittel und Brechmittel verwendet. Die wirksamen Inhaltsstoffe bedürfen einer kritischen Untersuchung.

S. kladnii ist eine sehr dekorative Pflanze, die sehr früh blüht, schon wenige Tage nach der Schneeschmelze. Sie kann für verschiedene Blumenarrangements Verwendung finden. In größerer Zahl angepflanzt ist diese Pflanze sehr dekorativ, da sie früher als andere zu blühen beginnt. Geringe Ansprüche an Zucht und eine breite ökologische Amplitude könnte für Blumenzüchter interessant sein. Außerdem könnten weiße und rosa Blütenformen für dekorative Zwecke ausgelesen und vermehrt werden.

Das sind Beweise dafür, daß *S. kladnii* als Heilpflanze und Zierpflanze von Interesse ist und deshalb geschützt werden sollte.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Univ. Doz. Dr. F. Speta und Herrn Dr. Z. Kereszty herzlich für die Möglichkeit in Ihren Herbarien zu arbeiten, für die Durchsicht von Ihnen gesammelter Herbarien und für die Bekanntgabe Ihrer Forschungsergebnisse in den Ostkarpaten.

Unser aufrichtiger Dank gilt auch Herrn Univ. Doz. Dr. F. Speta für die Durchsicht und wissenschaftliche Redaktion des Manuskriptes. Frau Dr. R. Turbina sei für die Übersetzung ins Deutsche gedankt und Herrn Dr. G. Aubrecht für die Erstellung einer EDV-Fassung.

Literatur

ARTJUŠENKO Z.T. & S.S. CHARKEVIČ (1956): Rannevesennie dekorativnye rastenija prirodnoj flory Sovetskich Karpat. — Bot. žurn. (Leningrad) 41,11: 1604-1616.

CHARKEVIČ S.S. (1951): K flore Zakarpatskoj oblasti SSSR. — Materialy gerbarija AN SSSR (Bot. Inst. im. V.L. Komarova) I,14: 51-69.

ČOPYK V.I. (1976): Vysokohirna flora Ukrainських Karpat. — Kiew: Vydavnyctvo Naukova dumka.

DOMIN K. (1929): Additamenta ad cognitionem florum Subcarpathicæ. — Acta Bot. Bohem. 13: 26-43.

DOMIN K. (1931): Schedae ad floras Cechoslovenicam exsiccata. Centuria III. — Acta Bot. Bohem. 10: 3-79.

FODOR S.S. (1956): Rastitelnyj pokrov Zakarpatskoj oblasti. — Naučnye zapiski Uzgorodskogo universiteta 17: 116-141.

FODOR S.S. (1974): Flora Zakarpattja. — Lwow: Vydavnyctvo Vyšša škola.

FOMIN E.I. & BORDZILOVSKYJ Y.I. (1950): *Scilla* L. — In: Flora UkrRSR. T. 3. - Kiew: Vydavnyctvo AN UkrRSR.

HARMER M. (1980): Beitrag zur Chemotaxonomie der Gattung *Scilla* s.l. - Diplomarbeit, Wien.

JÁVORKA SZ. (1925): Magyar Flóra. — Budapest: Akadémiai Kiadó.

- KERESZTY Z. & L. SZILÁGYI (1986): Cytological investigation of *Scilla bifolia* populations in Hungary. — Acta Bot. Hung. 32: 167-176.
- KOPP B. (1981): Über Inhaltsstoffe von *Liliaceae* anhand ausgewählter Beispiele. - Linzer biol. Beitr. 13/1: 52-54.
- KRICSFALUSY V.V. (1991): Studies on the problem of the preservation of the biodiversity of ephemeroïd geophytes in Transcarpathia. — Thaiszia (Košice) 1: 143-149.
- KRICSFALUSY V.V., VAJNAGI A.V. & R.E. SCHRAMEL (1993): Taksonomičnyj perehľad rodu *Scilla* L. (*Hyacinthaceae*) v Ukraïnskych Karpatach. — Ukr. bot. žurn. (Kiew) 50/4: 47-55.
- LEHRACH E. (1981): Phenolische Inhaltsstoffe in der Gattung *Scilla* s. l. — Diplomarbeit, Wien.
- LOEW E. & KIRCHNER O. (1934): *Scilla* L. — In: KIRCHNER O., LOEW E., SCHRÖTER C. et al. (1934): Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas.— Stuttgart: Verlagsbuchhandlung Eugen Ulmer: 560-572.
- MALYNOVSKYJ K.A. (1980): Flora i roslynnist vysokohirja Ukraïnskych Karpat.- Kiew: Vydavnyetvo Naukova dumka.
- MARGITTAI A. (1923): Vznosy k flore Podkarpatskoj Rusi (Kvartalnik IV sekcii: 8-99). — Mukačëvo: Izdatelstvo Pannonija.
- MORDAK E.V. (1979): *Scilla* L. - In: Flora evropejskoj časti SSSR. T. 4. — Leningrad: Izdatelstvo Nauka.
- RABOTNOV T.A. (1950): Žiznennyj cykl mnogoletnich travjanistyh rastenij v lugovyh cenozach. — Trudy AN SSSR 3,6: 7-204.
- ROTHMALER W. (1988): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Bd. 4 — Berlin: Volk und Wissen, Volkseigener Verlag.
- RUDNEVA Y.N. (1960): Počëvnyj pokrov Zakarpatskoj oblasti. — Moskau: Izdatelstvo Nauka.
- SCHUR F. (1866): Enumeratio plantarum Transsilvaniae. — Vindobonae: Caroli Graesner.
- SOÓ R. (1973): A magyar flóra és vegetáció rendsertani novenyföldrajzu kézikönyve 5 kötet. — Budapest: Akadémiai Kiadó.
- SMIRNOVA O.V. et al. (1976): Cenopuljacii rastenij (osnovnye ponjatija i structura). — Moskau: Izdatelstvo Nauka.
- SPETA F. (1976): Cytotaxonomischer Beitrag zur Kenntnis der *Scilla*-Arten Ungarns und Siebenbürgens. — Naturk. Jahrb. Linz 22: 9-63.
- SPETA F. (1981): Die frühjahrsblühenden *Scilla*-Arten des östlichen Mittelmeerraumes. — Naturk. Jahrb. Linz 25: 19-198.
- SPETA F. (1984): Zwiebeln - versteckte Vielfalt in einfacher Form. — Linzer Biol. Beitr. 16/1: 3-44.
- SPETA F. (1994): Leben und Werk von Ferdinand Schur. — Stapfia 32: 334 pp.

- SPETA F. (1994): Leben und Werk von Ferdinand Schur. — *Stapfia* 32: 334 pp.
- SVEŠNIKOVA L.I. & KRICSFALUSY V.V. (1985): Číslo chromosom nekotorych predstavitelej se-
mejstv *Amaryllidaceae* i *Liliaceae* flory UkrSSR i GrSSR. — *Bot. žurn. (Leningrad)* 70/6: 806-
808.
- SVOMA E. (1981): Zur systematischen Embryologie der Gattung *Scilla* L. (*Liliaceae*). — *Stapfia* 9:
1-124.
- ZAJCEV G.N. (1984): *Matematičeskaja statistika v eksperimentalnoj botanike*. — Moskau: Izda-
telstvo Vysšaja škola.
- ZLOBIN Y.A. (1989): *Principy i metody izučenija cenotičeskich populjacij rastenij*. — Kazan: Izda-
telstvo Kazanskogo universiteta.

Anschrift des Verfassers: Dr. Vladimir KRICSFALUSY,
Gagarina 92, UKR-294020 Uzhgorod, Ukraine.

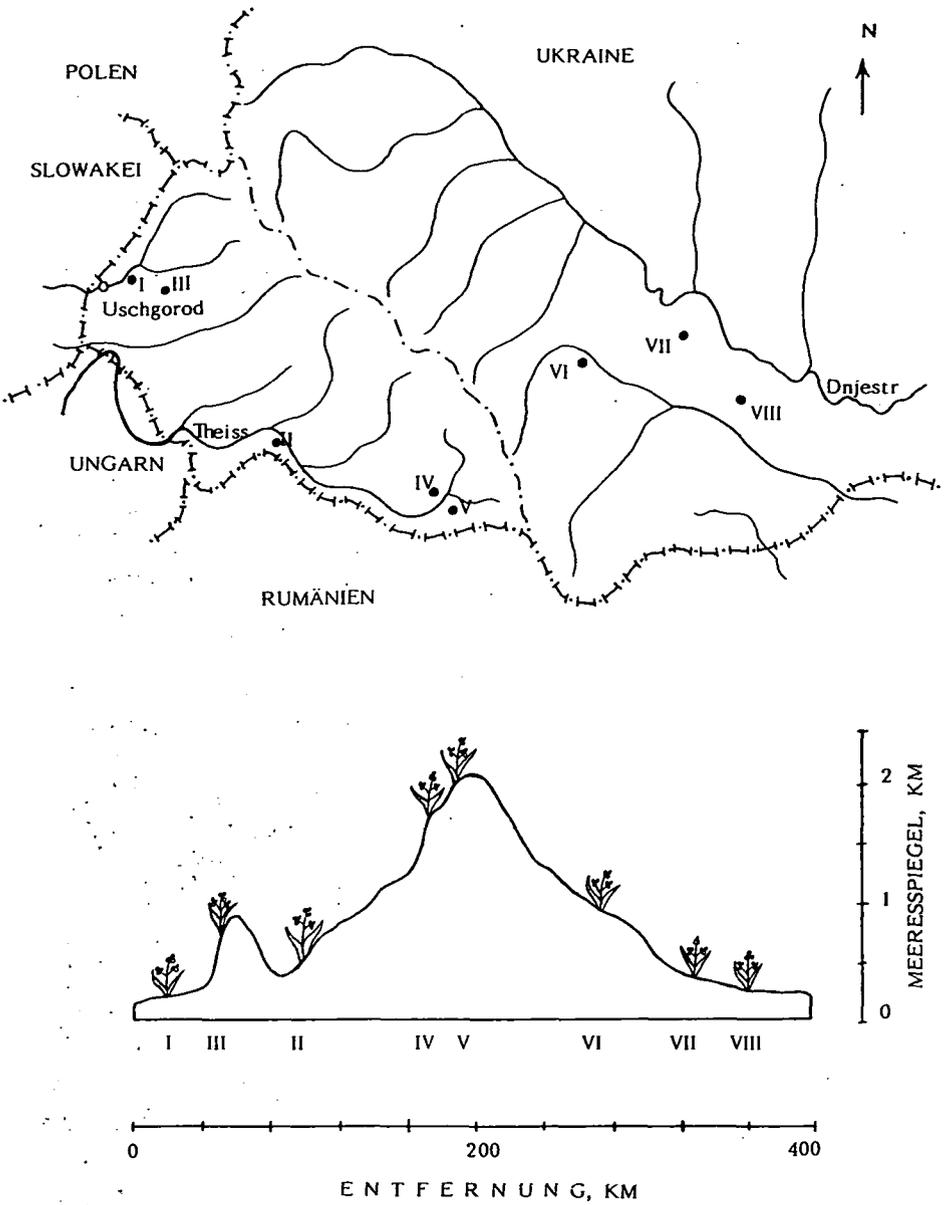


Abb. 2: Fundorte der untersuchten Populationen von *S. kladnii*:
I - Voročevo, II - Šajan, III - Antalovecka Poljana, IV - Dumen, V - Menčul Kvasivskij, VI - Deljatyn, VII - Kamjane, VIII - Jurkovci



Abb. 3: *S. kladnii* (rosa)

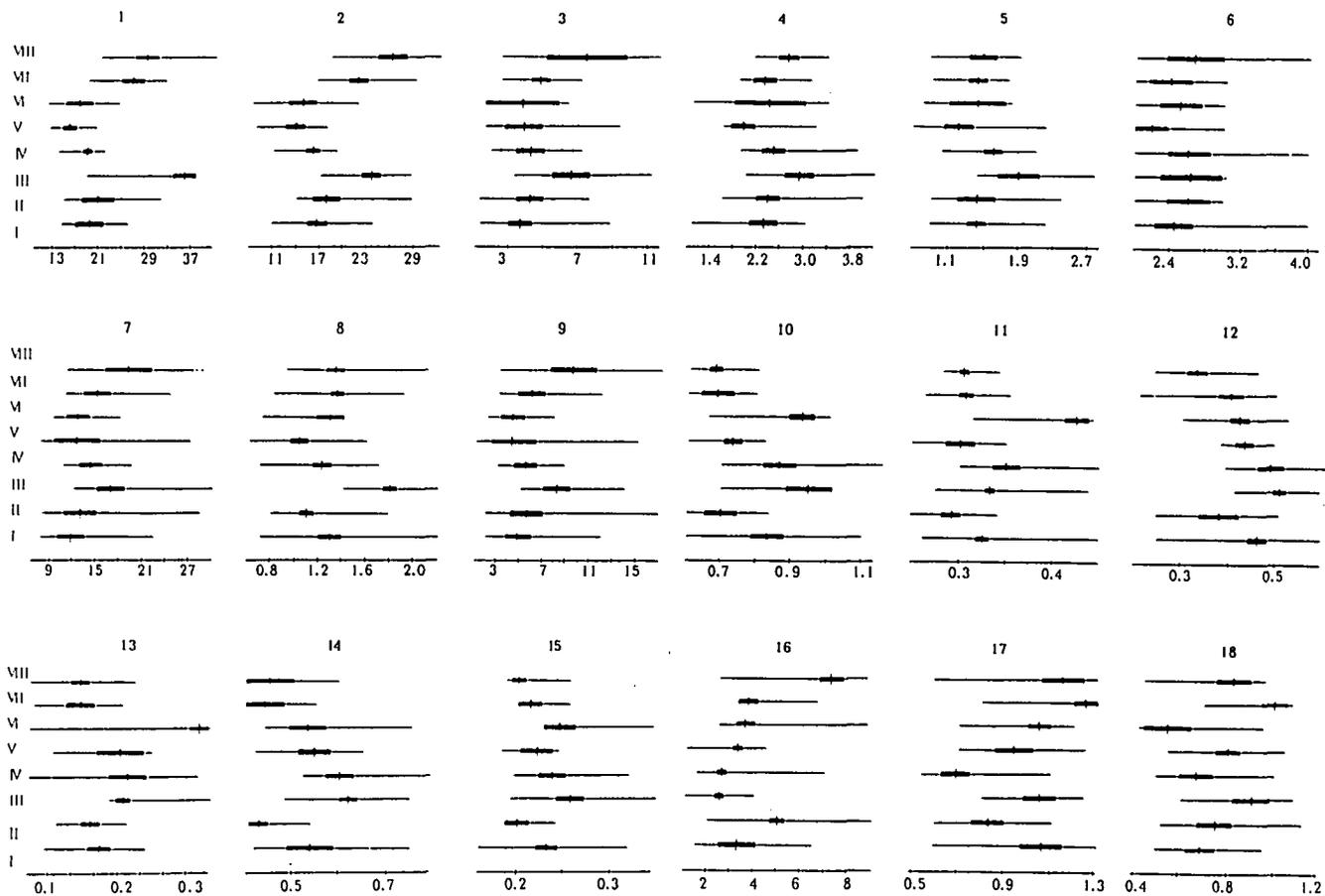


Abb. 4: Variabilität morphometrischer Merkmale innerhalb und zwischen Populationen (Nummerierung s. Abb. 2) von *S. kladnii*

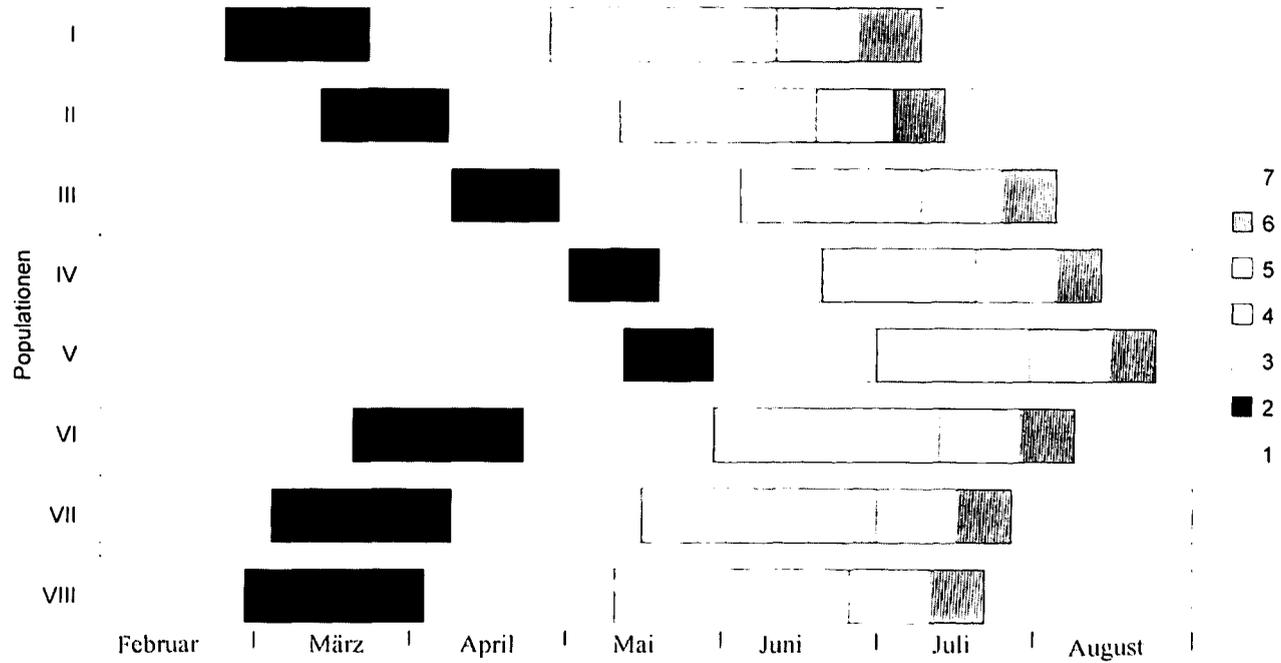


Abb. 5: Phänologische Spektren (Nummerierung s. Abb. 2) der Populationen von *S. kladnii*: 1,7 - Ruhezeit, 2 - Sproßbildung, 3 - Blüten, 4 - Fruchtbildung, 5 - Aussamen, 6 - Absterben des Vegetativteiles.



Abb. 6: Alterszustand von *S. kladnii*: se - Samen, p - Keimling, j - Juvenilpflanze, im - Immaturpflanze, v - Vegetativpflanze, g - Generativpflanze, s - Senilpflanze.

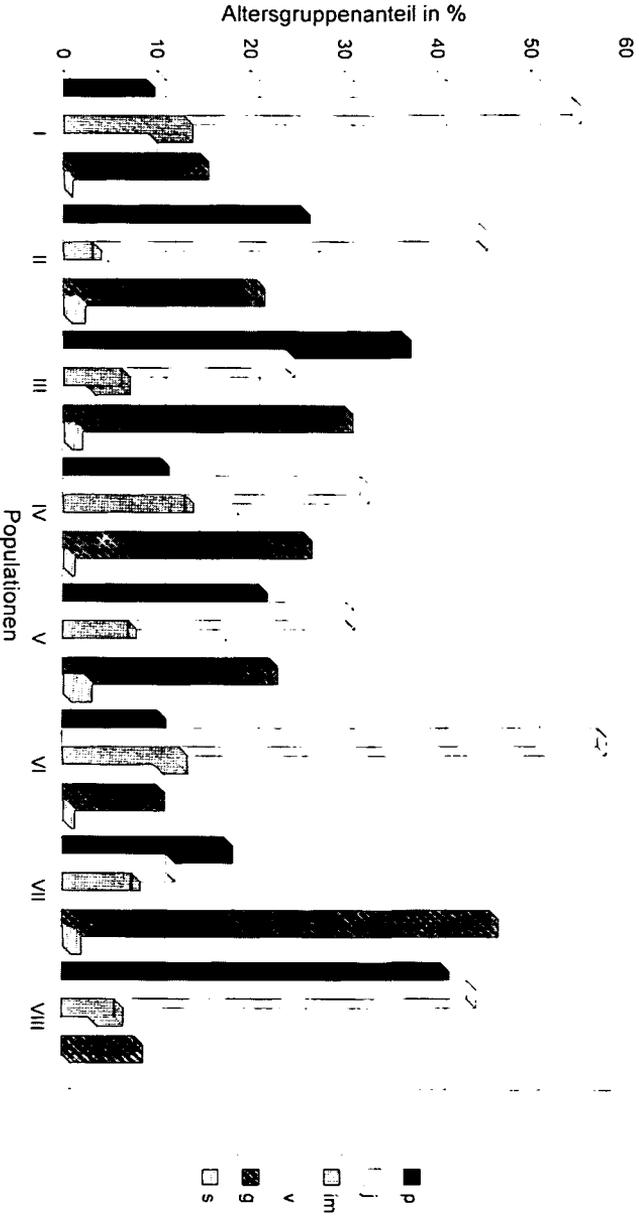


Abb. 7: Altersspektrien der Populationen (Nummerierung s. Abb. 2) von *S. kladhii*: p bis s - Alterszustand wie auf Abb. 6.

1105

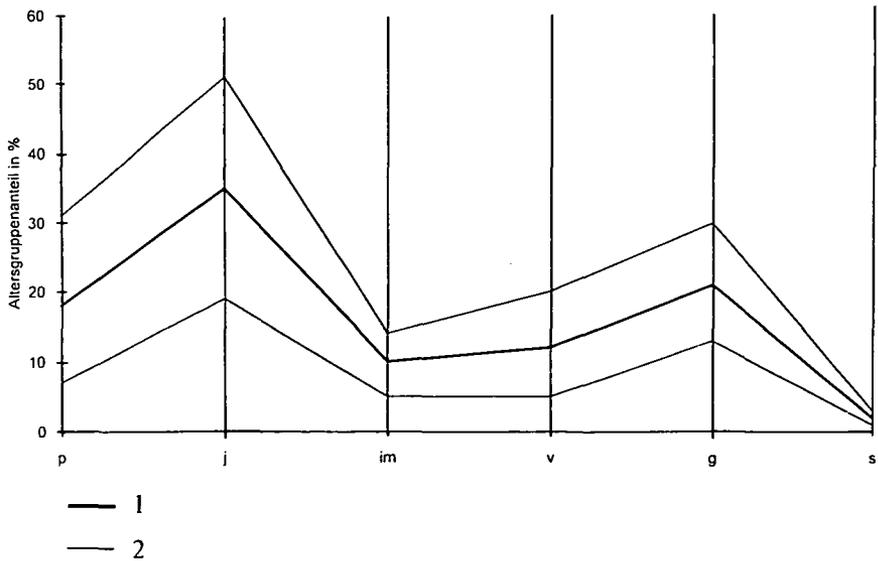
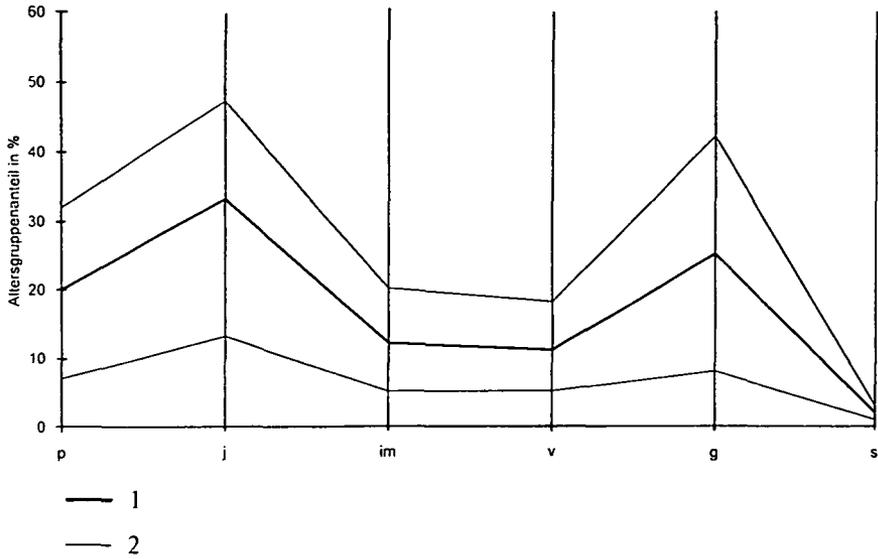


Abb. 8: Basisaltersspektren von *S. kladnii*: a - Tieflandpopulation, b - Gebirgspopulation; 1 - Basenspektren, 2 - Zone von Basenspektren ($\pm 3\delta$)

1106

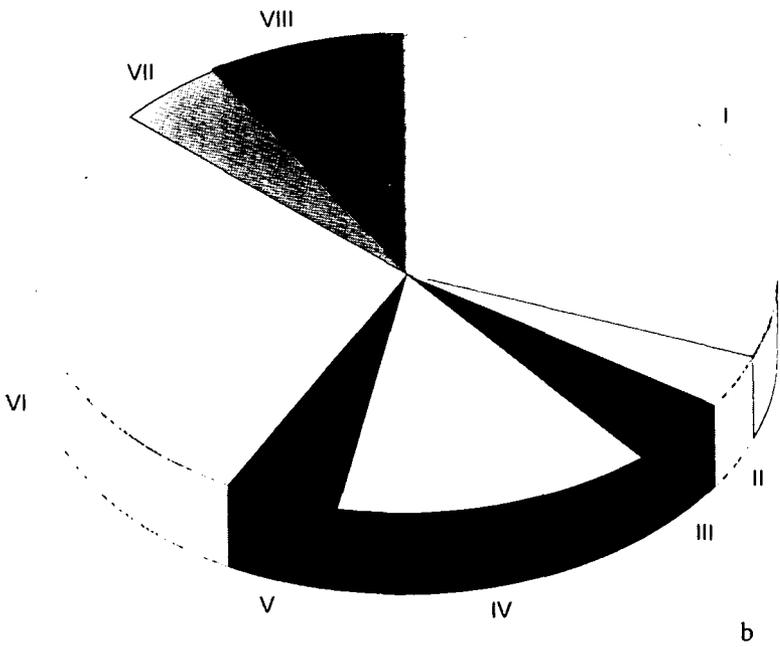
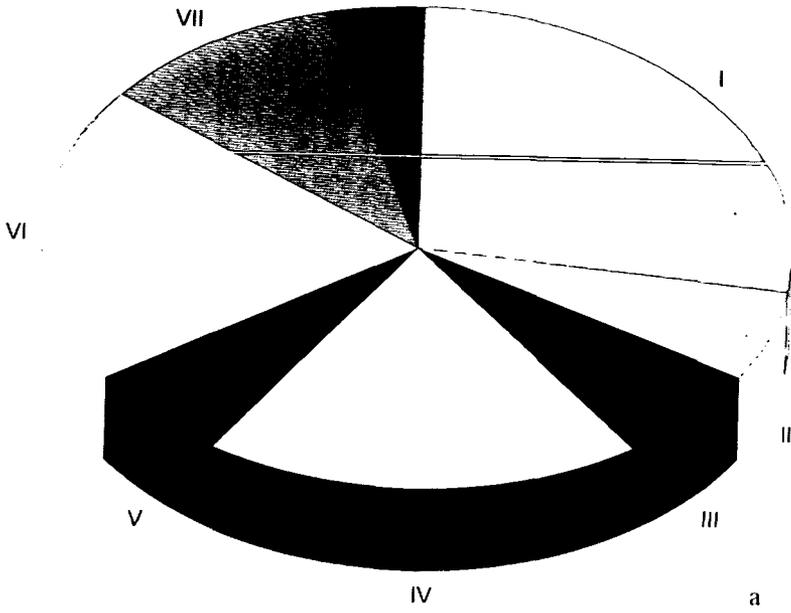


Abb. 9: Phytomasse Menge (b) und (a) der Populationen (Nummerierung s. Abb. 2) von *S. kladnii*

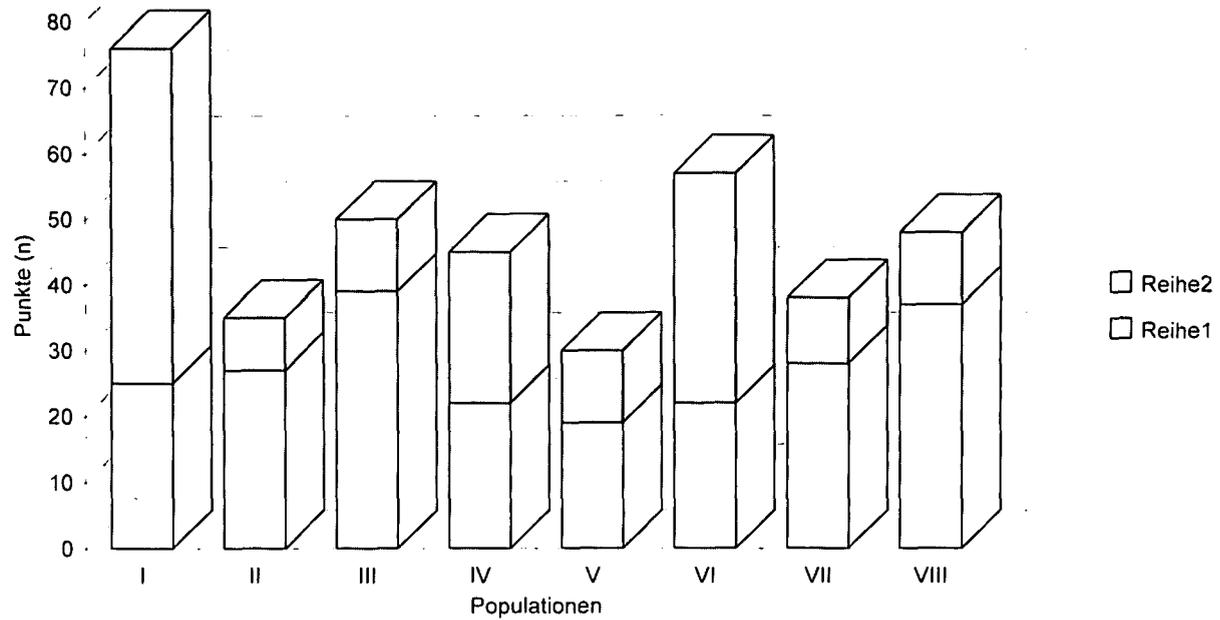


Abb. 10: Ökologisch - phytozönotische Optima von Individuen und Populationen (Nummerierung s. Abb. 2) von *S. kladnii*: 1 - Individuen, 2 - Populationen.

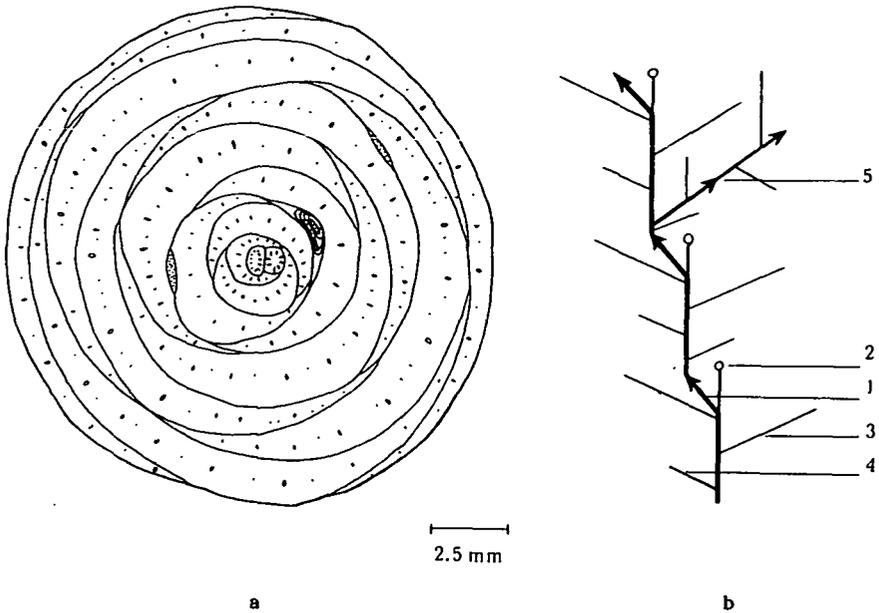


Abb. 11: Zwiebelstruktur von *S. kladnii*: a - horizontaler, b - vertikaler Schnitt schematisch, gestreckt. 1 - Innovation, 2 - Blütenstand, 3 - Laubblatt, 4 - Niederblatt, 5 - vegetative Vermehrung

Altersgruppe	Assimilatorische Blätter				Zwiebel			Gesamthöhe der Pflanze (cm)
	erstes		zweites		Höhe (cm)	Durchmesser (cm)	Lagerungstiefe (cm)	
	Länge (cm)	Breite (cm)	Länge (cm)	Breite (cm)				
p	2,54±0,03	0,13±0,24	-	-	0,45±0,21	0,05±0,02	0,13±0,11	-
j	6,77±0,51	0,25±0,21	-	-	0,84±0,12	0,36±0,12	3,03±0,14	-
im	10,33±0,84	0,50±0,36	-	-	1,35±0,11	0,58±0,43	4,66±0,35	-
v	13,43±0,32	0,65±0,50	14,98±0,44	0,80±0,54	1,56±0,36	0,88±0,27	5,41±0,38	-
g	15,91±0,27	1,04±0,41	15,60±0,31	0,81±0,37	1,85±0,64	1,95±0,54	7,14±0,62	19,86±0,37
s	-	-	-	-	1,62±0,23	0,94±0,31	4,25±0,41	-

Tab. 1: Morphologisches Charakteristikum der Alterszustände von *Scilla kladnii*

Population	Phytomasse						Gesamtphyto- masse (g/m ²)
	p	j	im	v	g	s	
I. Voročevo	<u>2,3</u>	<u>52,58</u>	<u>24</u>	<u>44,35</u>	<u>275,48</u>	<u>1,9</u>	400,61
	0,57	13,14	5,99	11,08	68,83	0,47	
II. Šajan	<u>0,8</u>	<u>3,02</u>	<u>2,16</u>	<u>14,25</u>	<u>68,97</u>	<u>1,92</u>	91,12
	0,88	3,31	2,37	15,64	75,69	2,11	
III. Antalovecka Poljana	<u>1,45</u>	<u>3,61</u>	<u>1,6</u>	<u>1,8</u>	<u>85,12</u>	<u>2,3</u>	95,88
	1,51	3,77	1,67	1,88	88,78	2,4	
IV. Dumen	<u>1,2</u>	<u>10,87</u>	<u>10,6</u>	<u>40,81</u>	<u>214,17</u>	<u>3,24</u>	280,89
	0,43	3,86	3,77	14,54	76,25	1,15	
V. Menčul Kvasivskyj	<u>0,9</u>	<u>4,54</u>	<u>2,16</u>	<u>14,25</u>	<u>64,97</u>	<u>4,4</u>	91,22
	0,99	4,98	2,37	15,62	71,22	4,82	
VI. Deljatyn	<u>2,45</u>	<u>51,06</u>	<u>21,3</u>	<u>42,61</u>	<u>174,24</u>	<u>3,34</u>	295
	0,83	17,31	7,23	14,44	59,06	1,13	
VII. Kamjane	<u>0,7</u>	<u>1,71</u>	<u>2,16</u>	<u>13,3</u>	<u>132,89</u>	<u>1,62</u>	152,38
	0,46	1,12	1,42	8,64	87,3	1,06	
VIII. Jurkovci	<u>2,85</u>	<u>11,59</u>	<u>2,88</u>	<u>3,8</u>	<u>39,93</u>	<u>0</u>	61,05
	4,67	18,98	4,72	6,22	65,41	0	

Tab. 2: Phytomasse der Altersgruppen und der Populationen von *Scilla kladnii*

Anmerkung: Über dem Strich ist die absolute Phytomasse (g/m²) der Altersgruppen und unter dem Strich ihr relativer Anteil an der Phytomasse (%) angegeben.

Population	Individuenmenge								Summe Ex./m ²
	p	j	im	v	g	s	p+j+im	v+g+s	
I. Voročevo	<u>46</u>	<u>282</u>	<u>67</u>	<u>47</u>	<u>76</u>	<u>1</u>	<u>395</u>	<u>124</u>	519
	8,85	54,32	12,91	9,1	14,64	0,18	76,08	23,92	
II. Šajan	<u>16</u>	<u>28</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>13</u>	<u>1</u>	<u>46</u>	<u>17</u>	63
	25,4	44,44	3,17	4,76	20,63	1,59	73,01	26,99	
III. Antalovecka Poljana	<u>29</u>	<u>19</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>24</u>	<u>1</u>	<u>53</u>	<u>27</u>	80
	36,25	23,75	6,25	2,5	30	1,25	66,25	33,75	
IV. Dumen	<u>24</u>	<u>73</u>	<u>30</u>	<u>43</u>	<u>59</u>	<u>1</u>	<u>127</u>	<u>103</u>	230
	10,43	31,74	13,04	18,7	25,65	0,44	55,21	44,79	
V. Menčul Kvasivskyj	<u>18</u>	<u>26</u>	<u>6</u>	<u>15</u>	<u>19</u>	<u>2</u>	<u>50</u>	<u>36</u>	86
	20,93	30,23	6,98	17,44	22,09	2,32	58,14	41,85	
VI. Deljatyn	<u>49</u>	<u>274</u>	<u>60</u>	<u>47</u>	<u>48</u>	<u>2</u>	<u>383</u>	<u>97</u>	480
	10,21	57,08	12,5	9,79	10	0,42	79,79	20,21	
VII. Kamjane	<u>14</u>	<u>9</u>	<u>6</u>	<u>14</u>	<u>37</u>	<u>1</u>	<u>29</u>	<u>52</u>	81
	17,28	11,11	7,41	17,28	45,68	1,23	35,8	64,2	
VIII. Jurkovci	<u>57</u>	<u>61</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>11</u>	<u>0</u>	<u>126</u>	<u>15</u>	141
	40,43	43,26	5,67	2,84	7,8	0	89,36	10,64	

Tab. 3: Menge und Altersbestand der Populationen von *Scilla kladnii*

Anmerkung: Über dem Strich ist die absolute Menge (Exemplare/m²) und unter dem Strich der relative Anteil (%) an der Altersgruppe angegeben.

Populationen	Jahr der Beobachtung	Statistische Kennziffer	Statistische Einheit					
			Individuum			Frucht		
			Blütenmenge	Fruchtmenge	FM (%)	PSP	RSP	SM (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Voročevo	1992	\bar{X}	5,52	3,29	59,6	8,2	6,92	84,39
		$\pm Sx$	0,45	1,61		4,57	3,56	
		Cv (%)	20,88	22,29		35,77	31,58	
		r	0,75			0,59		
II. Sajan	1988	\bar{X}	7,12	4,88	68,54	9,68	6,28	64,88
		$\pm Sx$	0,72	0,45		0,7	0,65	
		Cv (%)	50,84	46,31		36,26	51,75	
		r	0,76			0,93		
1992		\bar{X}	5,76	5	86,8	8,44	6,63	78,55
		$\pm Sx$	0,71	0,32		0,63	0,58	
		Cv (%)	62,04	40,18		37,32	37,91	
		r	0,64			0,69		
III. Antalovecka Poljana	1991	\bar{X}	4,84	2,5	51,65	8,68	6,28	72,35
		$\pm Sx$	0,3	0,19		0,7	0,65	
		Cv (%)	30,79	56,4		36,26	51,75	
		r	0,79			0,97		
1992		\bar{X}	3,48	2,44	70,11	7,61	5,21	68,46
		$\pm Sx$	0,23	0,19		0,46	0,51	
		Cv (%)	35,31	39,33		34,99	49,34	
		r	0,72			0,58		
IV. Dumen	1991	\bar{X}	4,21	2,88	68,41	6,36	4,84	76,1
		$\pm Sx$	0,38	0,29		0,35	0,4	
		Cv (%)	45,59	47,35		27,56	41,61	
		r	0,77			0,93		
1992		\bar{X}	3,88	2,52	64,95	5,08	2,64	51,96
		$\pm Sx$	0,35	0,29		0,29	0,29	
		Cv (%)	46,06	58,55		36,02	55,62	
		r	0,58			0,79		
V. Menčul Kvasivkyj	1991	\bar{X}	5,64	3,88	68,79	5,36	4,08	76,12
		$\pm Sx$	0,29	0,46		0,32	0,31	
		Cv (%)	40,58	58,73		29,92	38,04	
		r	0,55			0,63		
1992		\bar{X}	4,6	3,28	71,3	6,4	5,68	88,75
		$\pm Sx$	0,39	0,28		0,53	0,52	
		Cv (%)	43,03	42,68		41,58	45,38	
		r	0,75			0,59		
VI. Deljatyn	1992	\bar{X}	4,35	3,61	82,99	7,12	6,32	88,76
		$\pm Sx$	0,61	0,41		0,35	0,27	
		Cv (%)	69,91	55,43		27,34	29,64	
		r	0,37			0,63		
VII. Kamjane	1992	\bar{X}	5,68	3,68	64,79	8,16	6,92	84,8
		$\pm Sx$	0,57	0,38		0,56	0,52	
		Cv (%)	50,49	51,87		34,64	37,06	
		r	0,76			0,86		
VIII. Jurkovci	1992	\bar{X}	8,03	7,26	90,41	8,99	8,68	96,55
		$\pm Sx$	1,23	1,06		1,04	0,89	
		Cv (%)	76,55	84,37		65,48	67,37	
		r	0,48			0,72		

Tab. 4: Intensität der Samenvermehrung von *Scilla kladnii*

Populationen	Pro Frucht	Pro Individuum	Pro 1 m ²	Erneuerungsindex (%)
I. Voročevo	6,92±0,42	22,80±0,56	1732,8	431,58
II. Šajan	6,63±0,60	33,15±0,46	430,95	338,46
III. Antalovecka Poljana	6,28±0,37	15,70±0,61	376,8	200
IV. Dumen	2,64±0,24	6,65±0,48	392,35	164,41
V. Menčul Kvasivkyj	5,68±0,66	18,30±0,46	347,7	231,57
VI. Deljatyn	6,32±0,27	20,70±0,34	994	672,92
VII. Kamjane	6,92±0,31	25,46±0,70	942,46	62,16
VIII. Jurkovci	8,68±0,45	63,02±0,37	693,18	1072,73

Tab. 5: Samenertrag der Populationen von *Scilla kladnii*

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Linzer biologische Beiträge](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [0026_2](#)

Autor(en)/Author(s): Kricsfalusy Vladimir, Vajnagi A.V.

Artikel/Article: [Biologie und Ökologie von Scilla kladnii SCHUR \(Hyacinthaceae\) in den Ostkarpaten. 1081-1111](#)