© Verlag Alexander Just, Dorfbeuern, Salzburg. Download unter www.biologiezentrum.at

Sauteria 18, 2009 277-298

Demographische Untersuchungen an *Colchicum autumnale* im Rahmen eines angewandten Naturschutzprojektes – ein Zwischenbericht

Demographic studies of *Colchicum autumnale* – preliminary results

Silvia WINTER & Monika KRIECHBAUM

Schlagwörter: *Colchicum autumnale*, Demographie, Naturschutz, Management, Giftpflanzen, Matrixpopulationsmodelle.

Key words: *Colchicum autumnale*, demography, nature conservation, management, poisonous plants, matrix population models.

Zusammenfassung: In Österreich hat die giftige Herbstzeitlose *(Colchicum autumnale)* im Grünland vorwiegend extensiv bewirtschafteter Regionen neuerdings zugenommen. Da die Giftstoffe weder durch Trocknung im Heu noch durch Vergärung in der Silage abgebaut werden, kann der Aufwuchs kaum mehr landwirtschaftlich verwertet werden. Ziel dieser Studie ist es einen Weg zu finden, die Abundanz der Herbstzeitlose im Grünland zu reduzieren, ohne den naturschutzfachlichen Wert der Wiesen zu verschlechtern. In drei Regionen Niederösterreichs wurden insgesamt sieben Versuchsflächen mit jeweils vier verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten eingerichtet: (0) Mahd im Sommer (Nullvariante) (1) Mahd im Sommer und Blütenentfernung im Herbst (2) spätere Frühlingsmahd und Mahd im Sommer (3) Frühlingsmahd (Mai) und Mahd im Sommer. Für die Untersuchungen der Populationsstruktur erfolgte die Anlage von insgesamt 140 Dauerquadraten mit 1 x 1 m. Um die demographische Entwicklung der Populationen mit Hilfe einer Übergangsmatrix nachvollziehen zu können, wurde der Lebenszyklus von *Colchicum autumnale* in fünf Größenklassen unterteilt: Keimling, juvenile, mittlere vegetative, große vegetative und generative Pflanzen. Die Demographie der unterschiedlichen Versuchsflächen unterscheidet sich signifikant voneinander, wobei zwei Gruppen charakterisiert werden können: Die erste

© Verlag Alexander Just, Bad Salzungen · Sabine Reisenauer, Wolfgang Lewandowski, Jürgen Dengler, Jutta Dengler

weist eine geringe Individuendichte und einen geringen Anteil an Jungpflanzen (Keimlinge und Juvenile) auf, während die zweite hohe Individuendichten und große Anteile an Jungpflanzen hat. Die ersten Ergebnisse der Bewirtschaftungsversuche zeigen, dass der Anteil und die absolute Anzahl der großen vegetativen und generativen Individuen bei den im Frühling gemähten Varianten zurückgegangen sind. Nach drei Jahren konnte auf den 2006 angelegten Versuchsflächen nur mehr eine Pflanze der früh gemähten Varianten (3) blühen (im Vergleich zu 413 der Nullvariante). Die Populationswachstumsrate λ war kleiner als 1 bei den früh gemähten Varianten (3, 2), während λ der Nullvariante und der Variante Blütenentfernung deutlich größer als 1 war. Diese vorläufigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Herbstzeitlose durch eine frühe Mahd im Mai eingedämmt werden kann.

Summary: Recently, the toxic herb *Colchicum autumnale* has increased in extensively managed grasslands in parts of Austria. As the toxic components persist in hay and silage, the fodder can hardly be used anymore. The objective of this study is to find out how to reduce *Colchicum autumnale* effectively without deteriorating the present nature conservation status of the grasslands. We established seven research plots in three different regions. Within each plot four different treatments were applied: (0) mowing in summer (control treatment) (1) mowing in summer and removal of the flowers in autumn (2) mowing in late spring and summer (3) mowing in early spring (May) and summer. In order to investigate the population structure we established 140 permanent subplots (1 m²). The life cycle of *Colchicum autumnale* was categorized into five different life stages: seedling, juvenile, medium vegetative, large vegetative and generative plants. The data of each treatment were integrated in one transition matrix. The demography of the different plots differs significantly — two groups can be distinguished: the first one shows low proportions of young plants (seedlings and juveniles) with low densities of *Colchicum autumnale,* whereas the second one exhibits high fractions of young plants and high densities. The first results of the management experiments show that the absolute number and proportion of large vegetative and generative plants was declining in the plots that were mown in spring. In a pilot study, after three years only one flowering individual in the spring-mown-treatments was found (compared to 413 plants of the control treatments). The population growth rate λ of the early-cut-treatments was less than 1, whereas λ of the control and the flower-removal-treatment showed values explicitly greater than 1. These preliminary results imply that a high abundance of *Colchicum autumnale* can be reduced by early cutting in May.

1. Einleitung

Herbstzeitlosen als Unkraut im Grünland sind an sich kein neues Problem und bereits in Arbeiten aus der ersten Hälfte des 20. Jh. werden Vorschläge gemacht, wie sie bekämpft werden können (BORNEMANN 1920, WEHSARG 1929, KORSMO 1930). Während jedoch seit den 1960er Jahren (Intensivierung der Landwirtschaft) bis Ende des 20. Jahrhunderts die Herbstzeitlose als Problempflanze praktisch kein Thema mehr war, häufen sich in den letzten Jahren Berichte über ihre Zunahme (GASTEINER 2001, BRIEMLE & RÜCK 2003). Erst kürzlich

© Verlag Alexander Lust, Porfleuern - Bestellung: Postfach 1 Amtsgericht Jena HRA 1 Tel. 0 36 41 / 2 11 00 www.lust-verlag.de

ereignete sich in Deutschland ein tödlicher Vergiftungsfall von Rindern (Elsässer, Gießen, 2008: in verbis). Da Zusammenhänge zwischen der Zunahme der Herbstzeitlosen und einer Extensivierung der Grünlandnutzung und entsprechenden Naturschutzauflagen vermutet werden (BRIEMLE & RÜCK 2003), hat das Thema sowohl für die Landwirtschaft, als auch für den Naturschutz Relevanz. Stark mit Herbstzeitlosen „befallene" Grünlandflächen sind sehr häufig auch ökologisch wertvolle Flächen, da es sich um mäßig intensiv bis extensiv bewirtschaftete Flächen handelt, die sehr artenreich sind. Deshalb ist es von zentraler Bedeutung nicht nur effektive Managementmaßnahmen zu entwickeln, die die Herbstzeitlose zurückdrängen, sondern auch deren Auswirkungen auf die Artenvielfalt zu berücksichtigen. Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten populationsbiologischen Untersuchungen sind eingebettet in das Projekt „Giftpflanzen im Grünland aktuelle Zunahme, Ursachen und Lösungsmöglichkeiten am Beispiel der Herbstzeitlose", in dem auch phytochemische und veterinärmedizinische Fragestellungen bearbeitet werden. In diesem Projekt wird ein partizipativer Ansatz verfolgt: Über die gesamte Projektdauer hinweg erfolgt eine Zusammenarbeit und Koordination mit Landwirten, die Probleme mit Herbstzeitlosen haben.

Es werden populationsbiologische Untersuchungen durchgeführt, da die Populationsdynamik einer Art Aussagen über ihre Vitalität zulässt, selbst wenn die Gesamtzahl der Individuen unverändert bleiben sollte. Weiters können aufgrund der Matrix-Populationsmodelle Aussagen über die zukünftige Entwicklung von Populationen getroffen und kritische Lebensphasen identifiziert werden (CASWELL 2001).

Der vorliegenden Arbeit, in der die ersten Ergebnisse der demographischen Untersuchungen vorgestellt werden, liegen folgende Fragen zu Grunde:

1) Welche Größenklassen und deren Übergänge ineinander können bei *Colchicum autumnale* beobachtet werden?
2) Gibt es Unterschiede in der Struktur und Dichte verschiedener Populationen? Dominiert generative über vegetative Reproduktion, oder ist diese Relation variabel?
3) Welche Bewirtschaftungsvariante ist dazu geeignet, die Populationswachstumsrate λ zu reduzieren?

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchte Art und Untersuchungsgebiet

Colchicum autumnale (Colchicaceae) ist ein ausdauernder Knollengeophyt, der im Herbst (August bis Oktober) Blüten und unterirdische Blatt- und Fruchtanlagen ausbildet. Erst im darauf folgenden Frühjahr erscheinen die Blätter und Kapseln über der Erde. Im Herbst (Ende August bis Ende September) wird auch die Tochterknolle mit Wurzelsystem angelegt, im darauf folgenden Frühjahr wird die Stärke aus der Mutterknolle für das Wachstum der Blätter und Kapseln

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

verwendet und auch teilweise in die Tochterknolle verlagert. Im Juni sterben die Mutterknolle und das Wurzelsystem ab (KELLER 1899, FRANKOVÁ et al. 2003). Fremdbestäubung überwiegt, der Anteil der Selbstbestäubung hängt von der Anwesenheit und der Anzahl möglicher Bestäuber (Bienen, Hummeln, Zweiflügler, Schmetterlinge und kleine Nacktschnecken (HEGI 1908)) ab. Nach dem Aufreißen der Kapsel können die Samen vom Menschen (Heuwender, Traktorreifen, etc.), Weidevieh, Wind oder auch von Ameisen (PERSSON 1993) verbreitet werden. Die Keimung der ca. 2,5 mm großen Samen erfolgt im Herbst, wobei das Kotyledon im Boden bleibt und das erste Laubblatt im Frühling an die Erdoberfläche tritt (IRMISCH 1856 zit. in WEHSARG 1929). Keimversuche außerhalb des natürlichen Habitats scheitern meist (WEHSARG 1929), auch eigene Keimversuche führten nur zu sehr geringen Keimraten, was den Schluss nahe legt, dass *Colchicum autumnale* über eine ausgeprägte Dormanz zu verfügen scheint. Bezüglich der Lichtbedingungen für die Keimung ist die Herbstzeitlose wohl indifferent, da sowohl unter Wechsellicht (unpubl. Daten WINTER 2008), als auch in Dunkelheit (unpubl. Daten JUNG 2008) Keimung stattgefunden hat. *Colchicum autumnale* weist unabhängig von Nährstoff- und Humusgehalt eine starke Verpilzung mit endotropher Mykorrhiza des *Paris quadrifolia*-Typs auf (WINTER & BIRGEL 1953). Neben der generativen Vermehrung kann sich die Herbstzeitlose durch die Bildung einer Adventivknospe auch vegetativ vermehren. Die Hauptwirkstoffe dieser Giftpflanze sind die Alkaloide Colchicin und Colchicein, die die Zellteilung unterbinden, die peripheren Nervenenden paralysieren und als starkes Kapillargift wirken. Die Giftstoffe bleiben auch nach Trocknung und Lagerung erhalten (COOPER & JOHNSON 1998). Die Verbreitung von *Colchicum autumnale* reicht im Norden bis nach Dänemark und zum Baltikum, im Osten bis nach Litauen und Rumänien, im Süden bis Nord-Spanien und -Italien und im Westen bis zum östlichsten Rand Irlands (BUTCHER 1954). Die Herbstzeitlose hat einen mittleren Wärmeanspruch und ein ausgeprägtes Feuchtigkeitsbedürfnis, deshalb bevorzugt sie nährstoffreiche Tal- und Bergwiesen mittlerer Höhenlagen (LOEW & KIRCHNER 1934).

In drei Gebieten wurden Versuchsflächen angelegt (siehe Abb. 1). Die der Abbildung zugrunde liegende Karte basiert auf der floristischen Kartierung (NIKLFELD & SCHRATT-EHRENDORFER 1967-2005). Die Vorliebe der Herbstzeitlose für kalkreichere und nicht zu kalte Standorte ist aus dieser Karte abzulesen: Ihr Vorkommen hat Lücken in den silikatischen Zentralalpen und auf den sauren Gesteinsböden des Wald- und Mühlviertels.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

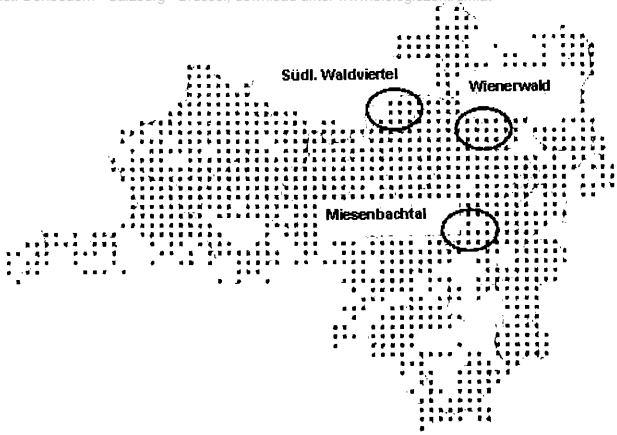

Abb. 1: Verbreitungskarte von *Colchicum autumnale* in Österreich mit den drei Untersuchungsgebieten (veränderte Abb. nach NIKLFELD & SCHRATT-EHRENDORFER 1967-2005)

Die Versuchsflächen liegen auf einer Seehöhe von 400-750 m. Bodentypen mit Staunässe (Gley und Pseudogley) und stark von Niederschlägen geprägte Bodentypen (Braunerden) bzw. Böden, die sich zu Braunerden weiter entwickeln (Pararendzina), herrschen vor (siehe Tab. 1).

2.2 Bewirtschaftungsversuche

In jeder Region wurden 2008 zwei Versuchsflächen mit jeweils vier Bewirtschaftungsvarianten angelegt (Ausnahme: südliches Waldviertel drei Versuchsflächen, wobei LA und Teile von LR im Rahmen eines Pilotversuchs bereits 2006 eingerichtet wurden). Für die populationsbiologischen Untersuchungen wurden pro Bewirtschaftungsvariante fünf Dauerquadrate (1 m^2) eingerichtet. Jeweils fünf Dauerquadrate liegen in einer Bahn mit einer Länge von 21 m und einer Breite von 3 m. Diese Fläche wird gleich bewirtschaftet (= eine Bewirtschaftungsvariante). Die Länge der Bahnen, die bereits 2006 angelegt wurden, beträgt bei der nährstoffarmen Fläche in Leopolds (LA) 15 m, bei der nährstoffreichen Fläche in Leopolds (LR) nur 9 m (2006 wurden nur insgesamt 12 Dauerquadrate auf LR eingerichtet). Die 2008 angelegten Bahnen wurden auf 21m ausgedehnt, um Platz für Bodensamenbankuntersuchungen und Keimexperimente zu schaffen. Die Versuchsflächen LA und LR wurden 2008 auf die gleiche Länge erweitert (bei der Versuchsfläche LR wurden pro Variante zwei

© Verlag Alexander Just: Dorfbauern - Salzburg, Download unter www.dorfbauern.com

Dauerquadrate hinzugefügt). Obwohl fehlende Randomisierung zu unzuverlässigen Resultaten führen kann, ist dies in unserer Arbeit aufgrund der Wiederholungen (Versuchsflächen in drei Regionen) und des Probenumfanges unwahrscheinlich. Weiters wurde bei der Positionierung der Flächen auf größtmögliche Homogenität (hinsichtlich Standort und Pflanzenbestand) der Flächen geachtet, damit die Versuchsergebnisse nicht durch Unterschiede in den Standortsparametern verfälscht werden.

Tab. 1: Auflistung der Versuchsflächen mit Koordinaten, Seehöhe, Boden- (BFW 2008) und Wiesentyp.

Gebiete	Versuchsflächen	Koordinaten (WGS 84)	Seehöhe	Bodentyp	Wiesentyp
Südl. Waldviertel	Leopolds nährstoffarm (LA)	15°17'37" 48°25'29"	750 m	Bodenformkomplex, Lockersediment-Braunerde	Magerwiese
	Leopolds nährstoffreich (LR)	15°17'32" 48°25'30"			Wechselfeuchte Fettwiese
	Kuhberg (K)	15°25'12" 48°24'26"	686 m	Typlscher Gley	Feuchtwiese
Wienerwald	Irenental (I)	16°04'35" 48°12'43"	400 m	Typischer Pseudogley	Frische Fettwiese
	Alland (A)	16°05'25" 48°04'05"	400 m	Braunlehm	Trocken bis frische Fettwiese
Miesenbachtal	Scheuchenstein (S)	15°58'58" 47°49'51"	600 m	Braunlehm	Frisch bis trockene Fettwiese
	Ochsenheide (H)	15°57'39" 47°52'20"	600 m	Pararendzina	Magerwiese

Folgende Bewirtschaftungsvarianten wurden auf allen Versuchsflächen eingerichtet:

- **Variante 3 (Frühlingsmahd):** Die Flächen werden Anfang/Mitte Mai gemäht. Die zweite bzw. dritte Mahd wird zum gleichen Zeitpunkt wie „wiesenüblich" durchgeführt (meist Juni/Juli).
- **Variante 2 (spätere Frühlingsmahd):** Die Flächen werden Mitte/Ende Mai und zum „wiesenüblichen" Zeitpunkt gemäht (meist Juni/Juli).
- **Variante 1 (Blütenentfernung):** Die Blüten werden im Herbst in wöchentlichem bis zehntägigem Abstand wiederholt abgemäht (bzw. händisch entfernt). Je nach Standort wird die Wiese vorher ein- oder zweimal gemäht (1. Mahd meist Juni/Juli).

© Verlag Alexander Just, Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel, download unter www.biologiezentrum.at

- **Nullvariante:** die Fläche wird in gleicher Weise wie bisher weiterbewirtschaftet. Je nach Standort ein- oder zweimalige Mahd (1. Schnitttermin meist Juni/Juli).

Das Mähgut wird von den gemähten Flächen entfernt.

2.3 Populationsdynamik

Um die demographische Entwicklung der Populationen mit Hilfe eines Matrix-Populationsmodells nachvollziehen zu können, wurde der Lebenszyklus von *Colchicum autumnale* in 5 Größenklassen unterteilt („stage-classified", CASWELL 2001; siehe Abb. 2):

1. **Keimlinge (K)** haben nur ein sehr schmales Laubblatt, das Kotyledon verbleibt im Boden (hypogäische Keimung). Die Keimung erfolgt im Herbst, das Laubblatt erscheint erstmals im Frühling. Da die Unterscheidung zu juvenilen Individuen oft nicht möglich ist, wird der Begriff Keimling hier in einem weiten Sinn gebraucht (vgl. BÜHLER & SCHMID 2001).
2. **Juvenile (B1)** sind junge Pflanzen, die ebenfalls nur ein Laubblatt haben, aber mehr als ein Jahr alt sind. Das Blatt ist in der Regel breiter als das Laubblatt des Keimlings (meist zwischen 0,5-0,8 cm breit).
3. **Mittlere vegetative (B2)** Pflanzen haben zwei Laubblätter und bilden keine Blüten aus.
4. **Große vegetative (B3)** Pflanzen haben drei oder mehr Blätter, sind imstande sich vegetativ, aber nicht generativ zu vermehren.
5. **Generative (BK)** bzw. adulte Individuen verfügen über drei oder mehr Blätter (in seltenen Fällen auch zwei) und bilden Blüten und Kapseln aus.

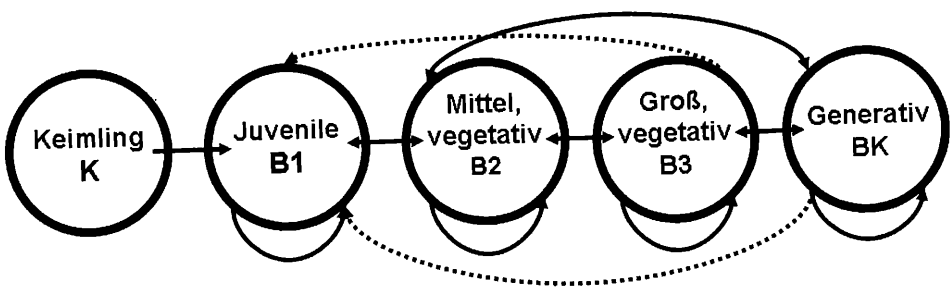

Abb. 2: Lebenszyklus von *Colchicum autumnale*. Die Pfeile symbolisieren die beobachteten Übergänge von einer Größenklasse zur anderen (grauer Pfeil = generative Vermehrung, punktierte Pfeile = fragliche Übergänge).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten; download unter www.biologiezentrum.at

Die möglichen Übergänge von einer Größenklasse in eine andere sind durch Pfeile dargestellt (siehe Abb. 2). Der graue Pfeil symbolisiert die generative Vermehrung, punktierte Linien sind nur durch sehr wenige Beobachtungen belegt und deshalb fraglich. In der Abb. 3 sind die Übergänge in einer Matrix dargestellt und nach ihrer Art (Wachstum, Stagnation, Regression, Reproduktion) unterschiedlich abgebildet. Ein großer Teil der Übergänge kann auch auf vegetative Vermehrung zurückzuführen sein (grau hinterlegte Kästchen), d. h., dass neue Individuen aus der Größenklasse B1, B2, B3 und BK hervorgehen können.

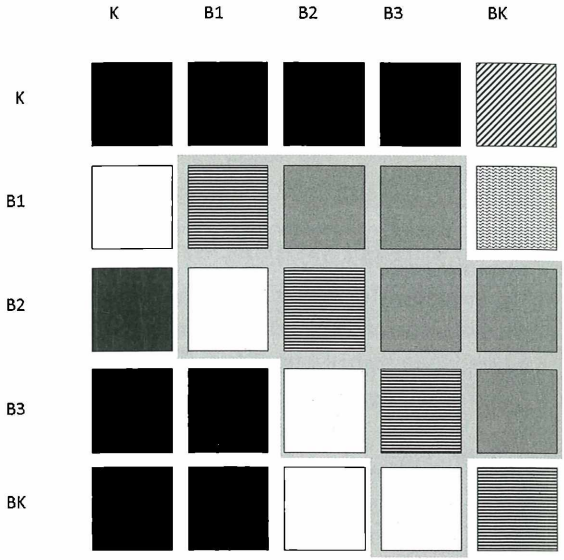

Abb. 3: Darstellung der möglichen Übergänge von einer Größenklasse in eine andere. Die grau hinterlegten Kästchen weisen auf Übergänge hin, die auch auf klonale Vermehrung zurückgehen können.
Weiß: Wachstum
Waagrechte Schraffur: Stagnation
Grau: Regression
Diagonale Schraffur: Reproduktion
Schwarz: unmögliche Übergänge
Wellige Schraffur: fragliche Übergänge

Wir haben bei der Erstellung des Lebenszykluses angenommen, dass *Colchicum autumnale* keine langfristige Bodensamenbank ausbildet (POSCHLOD & JACKEL 1993), deshalb wurde „Same" nicht als gesonderte Größenklasse bzw. Lebensstadium aufgenommen. Falls sich diese Annahme im Laufe der Untersuchungen als falsch herausstellen sollte, müssten die Größenklasse „Same" in den Lebenszyklus integriert und entsprechende Keimraten von der Bodensamenbank berechnet werden. Unklar ist auch noch, ob die Knolle von *Colchicum autumnale* mehrere Jahre unterirdisch überdauern kann. Unsere Untersuchungen deuten darauf hin, dass dies auch bei *Colchicum autumnale* vorkommen könnte – nachgewiesen werden soll dies durch das Ausgraben „verschollener" Pflanzen auf Dauerflächen am Ende der Versuchsdauer.

In jedem Dauerquadrat wurden alle *Colchicum*-Individuen (unterteilt in versch. Größenklassen, siehe Abb. 2) mittels eines 1 m^2-Erhebungsrahmens, der in 100 quadratische Teilflächen mit der Seitenlänge von 10 cm unterteilt ist, ge-

zählt. Jedes Individuum wurde einem Teilquadrat zugeordnet und auf ein gerastertes Datenblatt übertragen. Zusätzlich wurde für jedes Individuum die Zahl der Blätter, Kapseln und Blüten festgehalten und die maximale Länge und Breite des größten Blattes geschätzt. Weiters wurden auf der gesamten Bahn die Zahl der Blüten im Herbst im rund 10-tägigen Abstand festgehalten und Kapseln vor dem Schnitttermin von 20 Individuen für die Zählung der Samen gesammelt. Der Reproduktionswert wurde für jede Bewirtschaftungsvariante durch die Multiplikation der Keimrate (Anzahl gekeimter Individuen auf den Dauerquadraten in Beziehung gesetzt mit der Gesamtzahl der produzierten Samen pro Quadratmeter) mit der durchschnittlichen Zahl der Kapseln (und der Samen) pro Quadratmeter ermittelt.

Die populationsbiologischen Daten wurden mittels „Übergangsmatrizen" („transition matrices") ausgewertet. Hierfür wird die Übergangswahrscheinlichkeit von einer Größenklasse zu einer anderen als Prozentsatz der Individuen berechnet, die im selben Stadium verbleiben oder in andere Stadien übergehen (CASWELL 2001). Individuen, die durch klonale Vermehrung entstanden sind, wurden zu den entsprechenden Matrixwerten addiert (CASWELL 2001). In Abb. 3 sind die Übergänge, die auch auf klonale Vermehrung zurückgehen können, grau hinterlegt. Als Zeitintervall haben wir ein Jahr gewählt. Weiters wurden pro Übergangsmatrix die Populationswachstumsrate (λ) und die Elastizitätsmatrix berechnet (CASWELL 2001). Die Populationswachstumsrate gibt an, wie stark sich die Population von einem Jahr auf das nächste vermehren kann, während die Elastizitätsmatrix pro Übergang den Wert festhält, der λ verhältnismäßig am stärksten beeinflussen kann (CASWELL 2001). Aufgrund der geringeren Zahl an Dauerflächen der Versuchsfläche LR wurden diese Daten noch nicht mittels Übergangsmatrizen ausgewertet. Die Daten der Populationszusammensetzung und die ersten Ergebnisse der Populationsveränderungen unter verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten wurden mit der Kruskal-Wallis-Anova des Programms Statistica getestet. Um den Effekt der Varianten nicht abzubilden, wurde für die bereits 2006 eingerichteten Bewirtschaftungsversuche nur die Populationszusammensetzung der Nullvariante für die Darstellung herangezogen (LR $n = 11$, LA $n = 5$). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Populationen wurden durch zweiteilige Vergleiche der p Werte des Kruskal-Wallis-Tests ermittelt und sind in den Abb. 4 und 10 bei gleicher Gruppenzugehörigkeit mit den gleichen Buchstaben gekennzeichnet.

3. Ergebnisse

3.1 Populationsdynamik

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass der Anteil der vegetativen Individuen in sämtlichen Populationen viel größer ist, als der der blühenden und fruchtenden (siehe Abb. 4 und 6). Die demographische Zusammensetzung der einzelnen Populationen unterscheidet sich deutlich ($p < 0{,}001$) voneinander. Dabei sind

grob gesprochen zwei Gruppen erkennbar: Die beiden Flächen im Wienerwald (I und A) bilden mit der nährstoffreichen Fläche im Waldviertel (LR) eine Gruppe und die übrigen Flächen die andere. Die Fläche in Miesenbach (H) scheint in ihrer Populationszusammensetzung zwischen beiden Gruppen zu stehen.

Tab. 2: Prozentuelle Zusammensetzung der verschiedenen Populationen (Mittelwert).

Population	K	B1	B2	B3	BK
I	0,01	0,02	0,14	0,52	0,32
A	0,02	0,06	0,13	0,49	0,31
LR	0	0,08	0,23	0,36	0,32
H	0,11	0,20	0,24	0,24	0,17
K	0,15	0,21	0,31	0,17	0,14
LA	0,07	0,43	0,34	0,08	0,07
S	0,34	0,15	0,18	0,16	0,10

In Tab. 2 sind die Anteile der verschiedenen Größenklassen in den Populationen dargestellt. Die Populationen LA und H weichen leicht von der mittleren Gruppenzusammensetzung ab, ansonsten sind die beiden Populationsgruppen gut erkennbar. Die Gruppe der Flächen I, A und LR hat signifikant kleinere Anteile von Keimlingen und juvenilen Pflanzen und im Gegenzug größere Anteile von großen vegetativen und generativen Pflanzen an der Gesamtpopulation. Der Populationsanteil der Keimlinge ist in Scheuchenstein (S) besonders hoch. Der Unterschied bei den mittleren vegetativen Pflanzen (B2) ist zwischen den Populationen nicht so deutlich ausgeprägt.

Die Dichte der Herbstzeitlosen pro Quadratmeter lässt ebenfalls zwei signifikant von einander unterscheidbare Gruppen(komplexe) erkennen: Die Flächen I, A und LR weisen im Vergleich zu den übrigen Flächen geringere Individuendichten auf. Vor allem in Scheuchenstein (S) gibt es sehr viele Herbstzeitlosen pro Quadratmeter (bis zu 287). Die hohen Individuendichten sind v. a. auf die große Zahl an Keimlingen und Jungpflanzen zurückzuführen. Betrachtet man die Struktur der einzelnen Populationen, so kristallisieren sich erneut die gleichen Gruppen heraus, die im Verhältnis von adulten und großen vegetativen zu Jungpflanzen stark divergieren (siehe Abb. 6).

© Verlag Alexander Just, Dorfbeuern / Salzburg - Brüssel. Download unter www.biologiezentrum.at

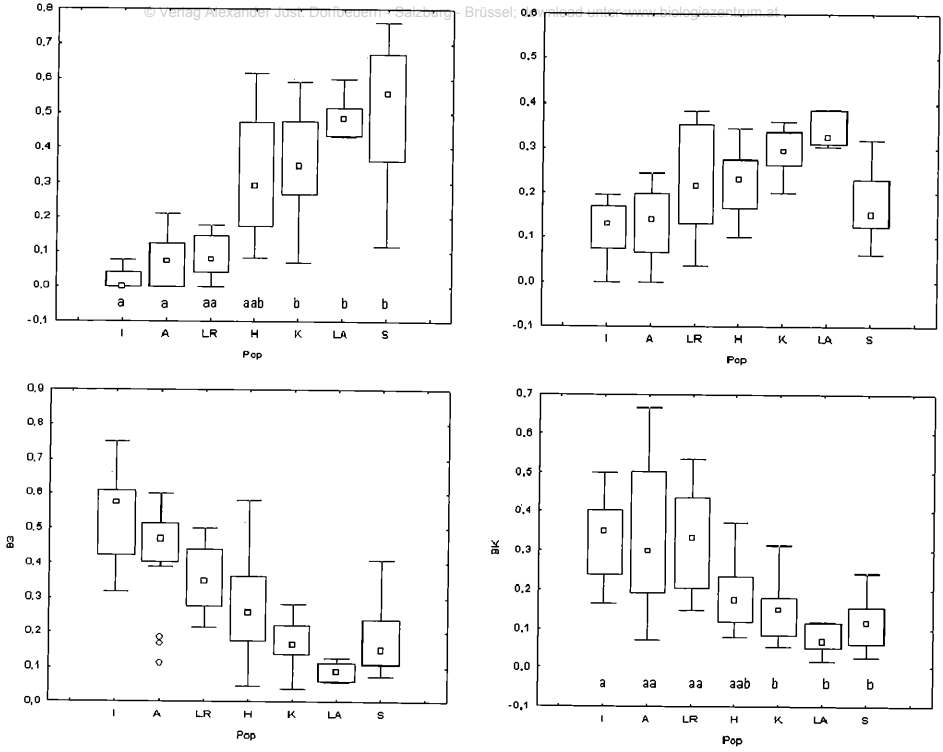

Abb. 4: Prozentueller Populationsanteil der verschiedenen Größenklassen (K und B1 wurden zu B1 zusammengefasst) von sieben Populationen (gleiche Buchstaben = gleiche Gruppenzugehörigkeiten).

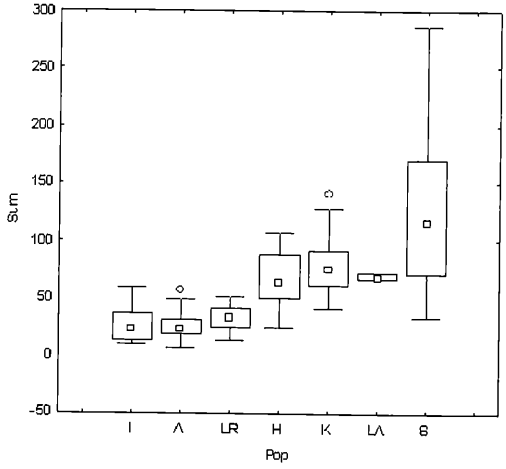

Abb. 5: Dichte (= Zahl der Herbstzeitlosen-Individuen pro m²) von sieben Populationen

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

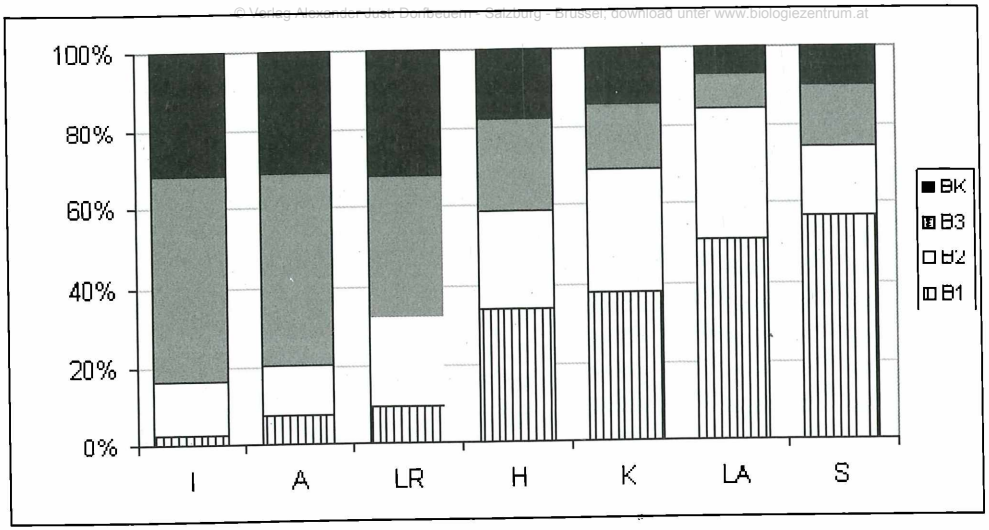

Abb. 6: Durchschnittlicher, relativer Populationsanteil der einzelnen Größenklassen der Herbstzeitlose von sieben Populationen (K und B1 wurden zu B1 zusammengefasst).

Vegetative Vermehrung tritt v. a. bei vegetativen und adulten Pflanzen auf. Der Anteil der klonalen Vermehrung am Populationswachstum schwankt von Population zu Population. So liegt z.B. das Verhältnis zwischen klonaler und generativer Vermehrung (2006-2008) bei der wechselfeuchten Fettwiese LR bei 1:3,5 im Gegensatz zu 1:46,6 bei der Magerwiese LA in Leopolds. Durch klonale Vermehrung entstehen so genannte „Nester", das sind extrem dicht stehende Individuen, die aus einem Exemplar bzw. wenigen Individuen entstanden sind (siehe Abb. 7). Es wäre auch möglich, dass mehrere Samen aus einer Kapsel in unmittelbarer Nähe der Mutterpflanze keimen. Allerdings spricht das Vorhandensein ungleicher Größenklassen (Abb. 7) eher für eine vegetative Vermehrung (WEHSARG 1929).

Abb. 7: Ein ausgegrabenes „Nest" von Herbstzeitlosen in Scheuchenstein (Miesenbachtal).

3.2 Erste Ergebnisse der Bewirtschaftungsversuche

www.biologiezentrum.at

Colchicum autumnale kann nach dem Verlust der Blätter durch die Mahd in der aktuellen Vegetationsperiode keine neuen mehr ausbilden. Werden die Blätter nur teilweise abgemäht, da noch nicht das gesamte Blatt über der Erdoberfläche erschienen ist, so werden die unteren Blattabschnitte nachgeschoben. Als erstes Indiz für die Wirksamkeit der Eindämmung von Herbstzeitlosen durch frühere Mahd kann der im Herbst 2007 und 2008 auf diesen Flächen deutlich reduzierte Blühaspekt angeführt werden. In Abb. 8 ist deutlich erkennbar, dass bei den früh gemähten Varianten 3 und 2 die Zahl der Blüten auf fast null zurückgegangen ist. Besonders stark ist dieser Effekt bei der Variante 3, die bereits Anfang/Mitte Mai gemäht wurde. Dieser Trend ist sowohl bei der wechselfeuchten Fettwiese (LR), als auch bei der Magerwiese (LA) erkennbar.

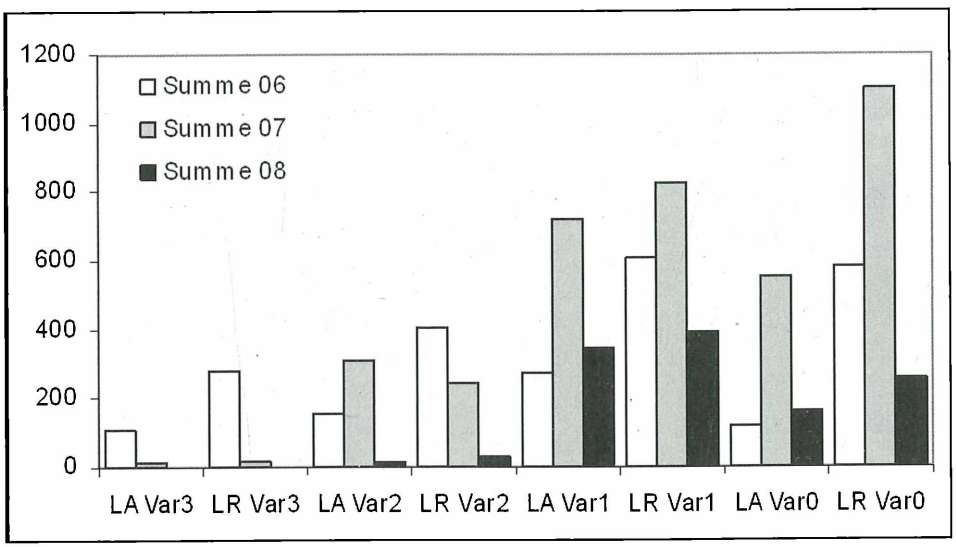

Abb. 8: Gesamtblütenzahl der vier Bewirtschaftungsvarianten von den Versuchsflächen LA und LR von 2006-2008 (Var3 = Frühlingsmahd, Var2 = spätere Frühlingsmahd, Var1 = Blütenentfernung, Var0 = Nullvariante).

In absoluten Zahlen konnten auf der Fläche LA Variante 3 im Jahr 2008 keine Blüten und nur noch eine Blüte auf der nährstoffreichen Versuchsfläche in Leopolds (LR) festgestellt werden (im Gegensatz zu 159 und 254 der zugehörigen Nullvarianten). Der Blühaspekt variiert allerdings über die Jahre hinweg, so war das Jahr 2007 für *Colchicum autumnale* offensichtlich ein gutes Blühjahr (siehe Abb. 8).

Betrachtet man die Übergangsmatrizen (siehe Tab. 3), so wird deutlich, dass die Stagnation der kleinen vegetativen (B1, B2) und die Regression der großen vegetativen und generativen Pflanzen (B3, BK) bei den früh gemähten

©Verlag Akademie der Bayerischen Landwirtschaft; download unter www.stmelf.bayern.de/akademie

Varianten (Variante 2 & 3) den größten Teil der Populationsdynamik abdecken. Der Verbleib in der Größenklasse B1 und B2 ist bei diesen Varianten am bedeutendsten für die Änderungen der Populationswachstumsrate λ (ablesbar in der Elastizitätsmatrix). Die generative Reproduktion spielt in der Populationsentwicklung keine Rolle, da die frühe Mahd eine Samenausreifung verhindert und es weiters auch kaum mehr generative Pflanzen gibt. Ein kleiner Unterschied in den Übergangs- und Elastizitätsmatrizen ist bei den mittleren und großen vegetativen Pflanzen erkennbar: während bei Variante 3 der Verbleib in der Größenklasse B2 vorherrscht, verbleibt der Großteil der Pflanzen bei Variante 2 im mittleren B2 und im großen vegetativen B3 Stadium. Die Populationswachstumsrate liegt bei Variante 3 bei 0,92 und bei Variante 2 bei 0,94 – also in einem engen Bereich. Da der Wert kleiner als 1 ist, schrumpfen diese Populationen geringfügig.

Tab. 3: Übergangs- und Elastizitätsmatrizen der nährstoffarmen Versuchsfläche (LA) in Leopolds mit der Populationswachstumsrate λ.

2007-08 LA Variante 3 (Frühlingsmahd) - λ = 0,92										
Übergangsmatrix						Elastizitätsmatrix				
	K	B1	B2	B3	BK	K	B1	B2	B3	BK
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	**0,813**	**0,806**	0,116	0	0	0	**0,284**	0,040	0	0
B2	0,028	0,056	**0,852**	**0,647**	**0,778**	0	0,040	**0,614**	0,008	0
B3	0	0	0,011	0,324	0,222	0	0	0,008	0,004	0
BK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007-08 LA Variante 2 (spätere Frühlingsmahd) - λ = 0,94										
Übergangsmatrix						Elastizitätsmatrix				
	K	B1	B2	B3	BK	K	B1	B2	B3	BK
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	**0,814**	**0,714**	0,099	0	0	0	**0,122**	0,039	0	0
B2	0,118	0,171	**0,753**	0,183	0,222	0	0,039	**0,399**	0,051	0,011
B3	0	0	0,109	**0,617**	**0,667**	0	0	0,062	**0,186**	0,036
BK	0	0	0	0,15	0,111	0	0	0	0,047	0,006
2007-08 LA Variante 1 (Blütenentfernung) - λ = 1,22										
Übergangsmatrix						Elastizitätsmatrix				
	K	B1	B2	B3	BK	K	B1	B2	B3	BK
K	0	0	0	0	**4,010**	0	0	0	0	**0,101**
B1	**0,777**	0,344	0,029	0	0	0,087	0,036	0,004	0	0
B2	0,086	**0,594**	**0,686**	0,060	0	0,014	0,091	**0,146**	0,008	0
B3	0	0	0,190	**0,642**	**0,750**	0	0	0,074	**0,158**	0,068
BK	0	0	0,048	0,284	0,250	0	0	0,035	**0,134**	0,044
2007-08 LA Nullvariante - λ = 1,41										
Übergangsmatrix						Elastizitätsmatrix				
	K	B1	B2	B3	BK	K	B1	B2	B3	BK
K	0	0	0	0	**5,374**	0	0	0	0	**0,118**
B1	**0,748**	0,393	0,047	0	0	0,096	0,039	0,005	0	0
B2	0,101	**0,607**	**0,671**	0,143	0	0,022	**0,101**	**0,117**	0,006	0
B3	0	0	0,212	0,357	0,143	0	0	0,088	0,036	0,019
BK	0	0	0,047	**0,536**	**0,857**	0	0	0,036	**0,101**	**0,213**

© Verein Alexander Just: Dorfbeuern - Schriftenreihe Band 14 (2010) - http://zobodat.at/publikationen/

Bis auf den Übergang von der Größenklasse B1 zur Klasse B2 und der Reproduktionsrate unterscheidet sich das Bild der Übergangsmatrix der Variante 1 kaum von dem der Variante 2. Betrachtet man die Elastizitätsmatrix der Variante 1 so wird deutlich, dass die Stagnation und das Wachstum der großen vegetativen Pflanzen sowie die „Produktion" neuer Keimlinge wesentlich für das Populationswachstum sind. Offensichtlich können trotz der Entfernung der Blüten im Herbst im darauf folgenden Frühjahr Kapseln ausgebildet werden. Die Populationswachstumsrate liegt bei 1,22, d. h. dass die Population mäßig stark wächst. Das Bild, das sich sowohl in der Übergangs-, als auch in der Elastizitätsmatrix der Nullvariante abzeichnet, macht deutlich, wie bedeutend die generative Fortpflanzung und der Übergang/Verbleib in der Größenklasse der generativen Pflanzen für die Populationswachstumsrate ist. Bei ungestörter Entwicklung der Herbstzeitlosen (d. h. vor allem bei später Mähnutzung der Wiesen) kann sich die Art rasch vermehren, die Populationswachstumsrate liegt bei 1,41.

Betrachtet man die absolute Anzahl von großen vegetativen und generativen Pflanzen von zwei Versuchsflächen im Waldviertel unter verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten über einen Zeitraum von drei Jahren hinweg (2006-2008), so wird ein Rückgang dieser beiden Größenklassen vor allem bei der Variante 3 (Frühlingsmahd) deutlich erkennbar (siehe Abb. 9). Die generativen Pflanzen sind im dritten Jahr völlig aus der Population „verschwunden" Bei Variante 2 ist in dieser Abbildung kein deutlicher Trend erkennbar. Die Zahl der generativen Pflanzen hingegen ist bei der Variante 1 und bei der Nullvariante stark angestiegen.

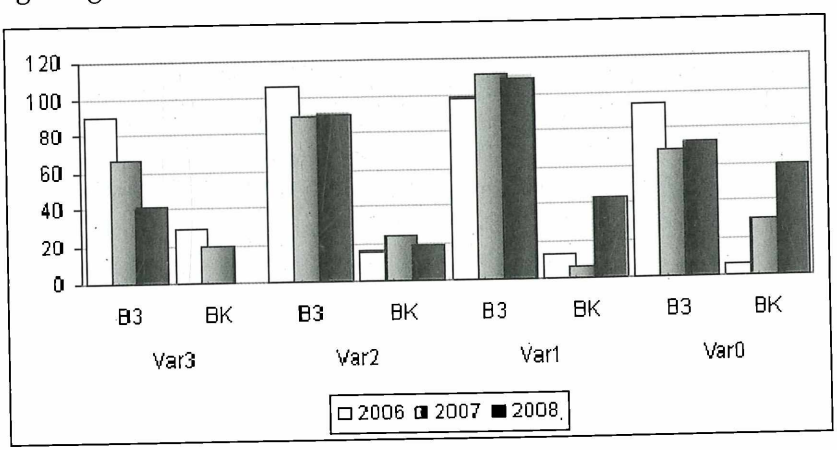

Abb. 9: Veränderung der absoluten Anzahl an großen vegetativen (B3) und generativen (BK) Herbstzeitlosen der beiden Versuchsflächen in Leopolds (LR und LA) bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten von 2006-2008 (Var3 = Frühlingsmahd, Var2 = spätere Frühlingsmahd, Var1 = Blütenentfernung, Var0 = Nullvariante).

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Die gleiche Entwicklung zeigen die Boxplots der Abb. 10: die Veränderung der Zahl der generativen Pflanzen von 2006-2008 unterscheidet sich sowohl bei der Nullvariante, als auch bei der Variante Blütenentfernung hochsignifikant von der Variante 3. Variante 2 unterscheidet sich signifikant von der Nullvariante, jedoch nicht signifikant von der Variante Blütenentfernung. Es lässt sich aus der Abb. 10 auch erkennen, dass die Zahl der generativen Pflanzen bei der früh gemähten Variante 3 deutlich abgenommen hat, während bei der etwas später gemähten Variante 2 die absolute Anzahl etwa gleich geblieben ist und die der übrigen Flächen zugenommen hat.

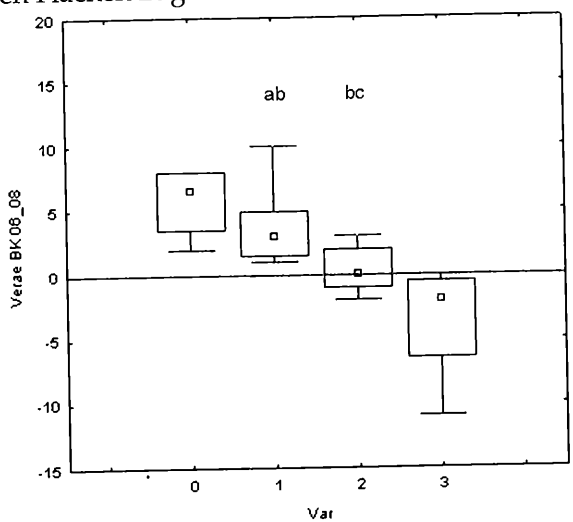

Abb. 10: Veränderung der generativen Individuen der beiden Versuchsflächen in Leopolds (LR und LA) im Jahr 2008 relativ zum Jahr 2006. Die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten sind hochsignifikant (p = 0,0001) und werden durch die Buchstaben (a, ab, bc, c) gekennzeichnet (0 = Nullvariante, 1 = Blütenentfernung, 2 = spätere Frühlingsmahd, 3 = Frühlingsmahd). Die graue Linie zeigt eine unveränderte Zahl an adulten Pflanzen an.

4. Diskussion

4.1 Populationsdynamik

Die Ergebnisse der demographischen Untersuchungen weisen auf zwei Populations-Gruppen hin, die sich in ihrer Altersstruktur und Pflanzendichte deutlich voneinander unterscheiden: (1) Die erste Gruppe hat eine niedrige Individuendichte, in der adulte und große vegetative Individuen vorherrschen (Populationen auf nährstoffreichem Standort: I, A, LR). Die zweite Gruppe weist eine hohe Individuendichte und einen hohen Anteil an Keimlingen und juvenilen Pflanzen auf, während die Zahl der adulten und großen vegetativen Individuen vergleichsweise niedrig ist (übrige Populationen). Der Anteil von adulten

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Pflanzen liegt in englischen Populationen bei 15-20% (BUTCHER 1954), während Angaben aus Polen sich im Bereich von 40-60% bewegen (MRÓZ 2006). Populationen können nach ihrer Demographie laut RABOTNOV (1969) in drei Typen eingeteilt werden: Im „normalen" Typ sind sämtliche Größenklassen in einer Population vertreten, im „regressiven" Typ entstehen keine Keimlinge mehr und im „invasiven" Typ sind noch nicht alle Größenklassen vorhanden, da ein Standort erst besetzt wurde. Dort herrschen Keimlinge und juvenile Pflanzen vor. Von den untersuchten *Colchicum autumnale* Populationen können I, A & LR mit dem „regressiven" Typ verglichen werden, während alle übrigen Populationen dem „invasiven" Typ ähneln. Die gleichen Populationstypen konnten auch bei *Gentiana pneumonanthe* (OOSTERMEIJER et al. 1994) und *Salvia pratensis* (HEGLAND et al. 2001) festgestellt werden. Im konkreten Fall der Herbstzeitlosen scheinen sich die „regressiven Populationen" (hier die Populationen auf nährstoffreichen Standorten) kaum mehr generativ fortpflanzen zu können, obwohl sehr viele Samen von den adulten Individuen produziert werden. In Relation dazu scheint die klonale Vermehrung häufiger vorzukommen (1:3,5 LR statt 1:46,6 LA). In Istrien konnte FURLANI (1904) für *Colchicum autumnale* je nach Bodentyp zwei Populationsgruppen unterscheiden, wobei die Herbstzeitlose auf humusreicheren Böden gewöhnlich in „Nestern" vorkam (vermutlich klonal entstandene Individuen). Durch klonales Wachstum können mehrjährige Pflanzen ungünstige Umweltbedingungen (wie z. B. verschlechterte Lichtbedingungen) sehr lange Zeitspannen überdauern. Ungünstige Umweltbedingungen wie ein Mangel an Licht in der untersten Vegetationsschicht könnte die Zahl der geeigneten Keimstellen reduzieren und dadurch die Keimung unterdrücken (LENNARTSSON & OOSTERMEIJER 2001, BRYS et al. 2004) bzw. die Etablierung der Keimlinge behindern. Da die Ausbildung der Mykorrhiza nicht vom Nährstoff- oder Humusgehalt des Bodens abhängig ist, spielt sie für die unterschiedliche Keimlings- bzw. Jungpflanzenzahl wahrscheinlich eine untergeordnete Rolle (WINTER & BIRGEL 1953). Ein weiterer Einflussfaktor auf die unterschiedliche Häufigkeit von Keimlingen könnte auf die Häufigkeit und Artzusammensetzung der vor Ort vorhandenen Ameisenpopulationen zurückzuführen sein, da die mit Elaiosomen versehenen Samen von *Colchicum autumnale* häufig von Ameisen ausgebreitet werden (DELATTE & CHABRERIE 2008).

4.2 Erste Ergebnisse der Bewirtschaftungsversuche

Betrachten wir die ersten Ergebnisse der Bewirtschaftungsversuche, so wird die große Bedeutung der späten Mahd (Juni, Juli) für den Übergang der großen vegetativen Pflanzen in das generative Stadium und die folgende generative Reproduktion deutlich (siehe auch LENNARTSSON & OOSTERMEIJER 2001, BRYS et al. 2004). Der Verbleib der generativen Pflanzen in diesem Stadium spielt bei der Nullvariante für die Populationswachstumsrate (λ) die größte Rolle. Neben der Stagnation der generativen Pflanzen, ist der Übergang von großen

© Verlag Alexander Just: Dorfbauern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
vegetativen zu generativen Individuen wichtig für λ. Dieser Übergang beeinflusst auch die Populationswachstumsrate von *Primula veris* am stärksten und deshalb empfehlen BRYS et al. (2004), dass bei Managementmaßnahmen an diesem Punkt angesetzt werden sollte.

Trotz der wiederholten Blütenentfernung konnten im darauf folgenden Jahr Kapseln ausgebildet werden. Dies könnte auf eine hohe Wachstumsgeschwindigkeit des Pollenschlauches bei *Colchicum autumnale* zurückzuführen sein, da die Perigonröhre bei der Herbstzeitlose 10-20 cm lang ist und die Blütezeit nur etwa sieben bis zehn Tage beträgt. Die tatsächliche Wachstumsgeschwindigkeit ist jedoch nicht bekannt (FURLANI 1904). Weiters ist die Herbstzeitlose im Stande Nucellarembryonen ohne Befruchtung auszubilden. Dieser Fortpflanzungsvorgang ist bei *Colchicum autumnale* nur ein Neben- bzw. Ersatzvorgang für eine normale Befruchtung (FURLANI 1904). Diese Fähigkeit wäre eine weitere mögliche Begründung für die trotz Blütenentfernung auftretenden Kapseln. Aus praktischer Sicht wäre der Aufwand wegen der langen Blütezeit über fast zwei Monate hinweg auf jeden Fall zu hoch, da mehrmals hintereinander gemäht werden müsste (siehe auch WEHSARG 1929).

Der Blühaspekt schwankt unabhängig von der Bewirtschaftungsvariante stark von Jahr zu Jahr, eine Ursache dafür könnte in den jährlich wechselnden Niederschlags- und Temperaturverhältnissen liegen (PRIETO et al. 2008).

Colchicum autumnale kann nach dem Verlust der Blätter durch die Mahd in der aktuellen Vegetationsperiode keine neuen mehr ausbilden. Weiters ist zum Schnittzeitpunkt im Mai die Samenreife noch nicht abgeschlossen. Der Zeitpunkt der Mahd ist entscheidend für den Erfolg der Zurückdrängung der Herbstzeitlosen, ein bereits um zwei Wochen verschobener Mahdtermin scheint den Erfolg der Bewirtschaftungsvariante erkennbar abzuschwächen. Der Schnittzeitpunkt sollte laut FRANKOVÁ et al. (2003) vor Mitte Mai angesetzt werden, da die junge Knolle zu diesem Zeitpunkt noch kaum Nährstoffe einlagern konnte und die restlichen Stärkereserven der alten Knolle vollständig für das Wachstum der Blätter und der Ausbildung der Kapseln aufgebraucht worden sind. Ab Mitte Mai werden die Assimilate massiv in die junge Knolle eingelagert.

Die Herbstzeitlose scheint große adaptive Fähigkeiten zu haben, d. h. dass sie lange in juvenilen bzw. immaturen Stadien ausharren kann (Größenklassen B1, B2 und B3), die Samen möglicherweise auch eine gewisse Zeit im Boden überdauern und adulte Pflanzen wieder in ein vegetatives oder vielleicht sogar dormantes Stadium übergehen können (vgl. RABOTNOV 1969). In den Elastizitätsmatrizen lässt sich diese Fähigkeit an der großen Bedeutung der Stagnation für die Populationswachstumsrate von den früh gemähten Varianten (2, 3) ablesen. Diese Fähigkeiten könnten bei der Auswertung der Bewirtschaftungsversuche und bei der Konstruktion der Übergangsmatrizen Probleme bereiten, da nach der Beendigung der Versuchsbewirtschaftung sich die Populationen unter

© Verlag Alexander Just, Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Umständen wieder sehr rasch erholen könnten. An drei Arten der südafrikanischen Gattung *Androcymbium* (Colchicaceae) konnten MEMBRIVES et al. (2002) eine Dormanz feststellen. Über *Colchicum autumnale* gibt es keine Angaben über eine mögliche Dormanz, erste Beobachtungen in den Dauerflächen und die Ähnlichkeit mit der südafrikanischen Gattung im Lebenszyklus und Biologie weisen jedoch auf eine mögliche Dormanz hin. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, so könnte der Effekt der Bewirtschaftungsversuche überschätzt werden.

4.3. Ausblick

Das Untersuchungsprogramm wird bis 2011 weitergeführt und weiters wird die Bodensamenbank und eventuelle Dormanzphänomene untersucht. Die Auswirkung der Bewirtschaftungsvarianten auf die Artenvielfalt wird nach der erneuten Aufnahme der Vegetation im letzten Versuchsjahr beurteilt.

5. Danksagung

Wir möchten unseren Geldgebern, dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt, und Wasserwirtschaft (BMLFUW), dem Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank, den Österreichischen Bundesforsten und der Biosphärenpark Wienerwald Management GesmbH sowie dem Land Niederösterreich herzlich für die finanzielle Unterstützung danken. Danke auch an Wolfgang Holzner für diverse Anregungen und Tipps sowie der praktischen Hilfe bei der Mahd. Weiters möchten wir Barbara Prohaska für die Mitarbeit bei der Versuchsanlage und Bernhard Splechtna für die Unterstützung bei statistischen Fragen danken. Dank gebührt weiters den Landwirten, die uns die Flächen für die Bewirtschaftungsversuche zur Verfügung gestellt haben und uns mit landwirtschaftlichem Gerät für die Mahd versorgt haben.

6. Literatur

BFW, 2008: Digitale Bodenkarte. – Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW). [http://gis.lebensministerium.at/ebod/frames/index.php?&gui_id=eBOD]

BORNEMANN, F., 1920: Die wichtigsten landwirtschaftlichen Unkräuter, ihre Lebensgeschichte und Methoden ihrer Bekämpfung. – Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin.

BRIEMLE, G. & RÜCK, K., 2003: Giftpflanzen auf der Pferdeweide sollte man im Auge behalten. – Fachpraxis **43**: 14-18.

BRYS, R., JACQUEMYN, H., ENDELS, P., DE BLUST, G. & HERMY, M., 2004: The effects of grassland management on plant performance and demography in the perennial herb *Primula veris*. – Journal of Applied Ecology **41**: 1080-1091.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

BUTCHER, R.W., 1954: Biological flora of the British Isles: *Colchicum autumnale* L. – Journal of Ecology **42**: 249-257.

BÜHLER, C. & SCHMID, B., 2001: The influence of management regime and altitude on the population structure of *Succisa pratensis*: Implications for vegetation monitoring. – Journal of Applied Ecology **38**: 689-698.

CASWELL, H., 2001: Matrix population models. – Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts. 722pp.

COOPER, M.R. & JOHNSON, A.W., 1998: Poisonous plants and fungi in Britain. Animal and human poisoning. – The Stationery Office, London. 398pp.

DELATTE, E. & CHABRERIE, O., 2008: Performances des plantes herbacées forestières dans la dispersion de leurs graines par la fourmi *Myrmica ruginodis*. – C. R. Biologies **331 (4)**: 309-320.

FRANKOVÁ, L., KOMJÁTHYOVÁ, H., BÓKA, K., GAŠPARÍKOVÁ, O. & PŠENÁK, M., 2003: Biochemical and physiological aspects of developmental cycle of *Colchicum autumnale* L. – Biologia Plantarum **47**: 509-516.

FURLANI, J., 1904: Zur Embryologie von *Colchicum autumnale* L. – Österreichische Botanische Zeitschrift **54**: 373-379.

GASTEINER, J., 2001: Giftpflanzen im Grünland Vergiftungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren. – 7. Alpenländisches Expertenforum, 22.-23. März 2001, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning: 25-28.

HEGI, G., 1908: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. – II. Band, A. Pichler's Witwe & Sohn, Wien. 405pp.

HEGLAND, S.J., VAN LEEUWEN, M. & OOSTERMEIJER, J.G.B., 2001: Population structure of *Salvia pratensis* in relation to vegetation and management of Dutch dry floodplain grasslands. – Journal of Applied Ecology **38**: 1277-1289.

IRMISCH, T., 1856: Morphologische Beobachtungen an einige Gewächsen aus den natürlichen Familien der Melanthaceen, Irideen und Aroideen. – Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen in Halle1: 129.

KELLER, R., 1899: Fortschritte auf dem Gebiet der Pflanzenphysiologie und –biologie. Biologisches Centralblatt, Band XIX, Nr. **13**: 438-442.

KORSMO, E., 1930: Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit: Biologische und praktische Untersuchungen. – Springer Verlag, Berlin. 580pp.

LENNARTSSON, T. & OOSTERMEIJER, J.G.B., 2001: Demographic variation and population viability in *Gentianella campestris*: Effects of grassland management and environmental stochasticity. – Journal of Ecology **89**: 451-463.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

LOEW, E. & KIRCHNER, 1934: *Colchicum* L. Zeitlose. In: KIRCHNER, O. VON, LOEW, E. & SCHRÖTER, C.: Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Spezielle Ökologie der Blütenpflanzen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. – Band 1, Abt. 3, Verlagsbuchhandlung Eugen Ulmer, Stuttgart. 1168pp.

MEMBRIVES, N., CAUJAPÉ-CASTELLS, J. & PEDROLA-MONFORT, A.A.J., 2002: Reproductive biology of the genus *Androcymbium* (Colchicaceae) in western southern Africa. – Orsis **17**: 37-59.

MRÓZ, L., 2006: Variation in stage structure and fitness traits between road verge and meadow populations of *Colchicum autumnale* (Liliaceae): Effects of habitat quality. – Acta Societatis Botanicorum Poloniae **75**: 69-78.

NIKLFELD, H. & SCHRATT-EHRENDORFER, L. (Leitung), 1967-2005: Floristische Kartierung Österreich. - Wien.

OOSTERMEIJER, J.G.B., VAN'T VEER, R. & DEN NIJS, J.C.M., 1994: Population structure of the rare, long-lived perennial *Gentiana pneumonanthe* in relation to vegetation and management in the Netherlands. – Journal of Applied Ecology **31**: 428-438.

PERSSON, K., 1993: Reproductive Strategies and Evolution in *Colchicum*. – 5th OPTIMA Meeting 8.-15. September 1986, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Istanbul: 397-414.

POSCHLOD, P. & JACKEL, A.-K., 1993: Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenregens und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwäbischen Alb. Flora **188**: 49-71.

PRIETO, P., PEÑUELAS, J., OGAYA, R. & ESTIARTE, M., 2008: Precipitation-dependent Flowering of *Globularia alypum* and *Erica multiflora* in Mediterranean Shrubland Under Experimental Drought and Warming, and its Inter-annual Variability. Annals of Botany **102**: 275-285.

RABOTNOV, T.A., 1969: On coenopopulations of perennial herbaceous plants in natural coenoses. – Vegetatio Acta Geobotanica **19**: 87-95.

WEHSARG, O., 1929: Die Verbreitung und Bekämpfung der Ackerunkräuter in Deutschland. Einzelunkräuter. Ihr Vorkommen und ihre Verbreitung. Herbstzeitlose und Weißer Germer. – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Berlin. 126pp.

WINTER, A. G. & BIRGEL, G., 1953: Untersuchungen über die Verbreitung, Ökologie und funktionelle Bedeutung der endotrophen Mykorrhiza bei gärtnerischen Kulturpflanzen. Die Naturwissenschaften, Heft **14**, Jahrgang 40: 393-394.

eingereicht: 4/2009 angenommen: 5/2009

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg; download unter www.biologiezentrum.at

Adresse:

Silvia WINTER & Monika KRIECHBAUM
Zentrum für Umwelt- und Naturschutz
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel Str. 33
A-1180 Wien

E-Mails:

silvia.winter@boku.ac.at
monika.kriechbaum@boku.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Winter Silvia, Kriechbaum Monika

Artikel/Article: Demographische Untersuchungen an Colchicum autumnale im Rahmen eines angewandten Natuschutzprojektes - ein Zwischenbericht. 277-298