

**Populationsbiologische und -ökologische Untersuchungen als Grundlage für  
einen wissenschaftlich fundierten Artenschutz -  
Erste Ergebnisse einer Modelluntersuchung an *Orchis morio* L.**

**Uwe-Volkmar Köck**

Synopsis

The formerly common species *Orchis morio* L. now is one of the mostly endangered orchids of Central Europe. Therefore a demographic study was started in 1988. Investigations on population dynamics, population structure, reproduction, and fitness parameters in dependence of weather conditions and vegetation type (*Thymo-Festucetum*; *Euphorbio-Callunetum*) were carried out. First conclusions for a management are discussed.

*Orchis morio*, conservation, population dynamics, demography, reproduction

**1. Einführung**

Der natürliche Prozeß des Aussterbens von Tier- und Pflanzenarten hat sich anthropogen bedingt in besorgniserregendem Maße vervielfacht. Die Erarbeitung von Rotbüchern und Roten Listen konnte diesen Prozeß nicht verlangsamen, jedoch diese Problematik für das öffentliche Bewußtsein und die Politik thematisieren. Nur für eine verschwindend geringe Zahl von Sippen ist über meist aufwendige Zucht- oder Artenschutzprogramme das akute Aussterben verhindert worden. Die Veränderung der ökonomischen Strukturen und Landnutzungsformen ist der einzige langfristige Ansatz zur Sicherung des Überlebens freilebender Arten über die Erhaltung ihrer Ökosysteme. Der in diesem Sinne praktizierte traditionelle Biotopschutz hofft, gleichzeitig damit möglichst viele und besonders die bedrohten Arten gewissermaßen automatisch erhalten zu können (vgl. BRÖRING & WIEGLEB 1990). Die Entwicklungen zeigen jedoch, daß erfolgreicher Artenschutz auf Dauer nur realisiert werden kann, wenn es gelingt, evolutiv intakte, sich langfristig selbst erhaltende Populationen zu sichern (FALK 1990).

Grundlegende Kenntnisse populationsgenetischer und demographischer Prozesse in ihrem engen Zusammenhang mit den Einflüssen der Umweltvariablen sowie stochastischer Ereignisse (z. B. Katastrophen) sind deshalb dringend für ein wissenschaftlich begründetes Artenmanagement naturschutzrelevanter bzw. gefährdeter Pflanzensippen notwendig. An entsprechenden Untersuchungen zur kritischen Populationsgröße, Populationsdynamik, Strukturierung von Populationen, Fitneßparametern für die Abschätzung von Populationstrends besteht besonders im deutschsprachigen Raum zumindest für pflanzliche Organismen ein beträchtliches Forschungsdefizit, worauf in jüngster Zeit von mehreren Autoren eindringlich hingewiesen worden ist (für das Gebiet der ehemaligen DDR vgl. KÖCK 1987). Populationsbiologische Analysen können dabei nur auf detaillierten Kenntnissen der Morphologie, des jährlichen Entwicklungsrhythmus, der Bestäubungs- und Verbreitungsbiologie und damit des gesamten Lebenszyklus der untersuchten Arten aufbauen. Diese demographischen Abläufe sind untrennbar mit ihrem populationsgenetischen "background" verknüpft. Ziel des Artenschutzes kann in letzter Konsequenz nur die Erhaltung der genetischen Variabilität sein (vgl. LOESCHKE 1988, NEUHÄUSER, im Druck). Einige Schlagworte sollen dieses Problemfeld nur andeuten: genetische Variabilität in natürlichen Populationen; Inzuchtdepression, Heterozygotie und Fitneß; effektive Populationsgröße und populationsgenetisches Verhalten kleiner Populationen; Gründer-Effekte, Bottlenecks und genetische Drift; Extinktionswahrscheinlichkeiten und Insel-Biographie.

Vor diesem Hintergrund wurde 1988 eine populationsbiologische Untersuchung an *Orchis morio* L., dem Kleinen Knabenkraut, begonnen. Diese Art, einst eine der häufigsten Orchideen Mitteleuropas, hat drastische Bestandseinbußen hinnehmen müssen, die auf dem Territorium der ehemaligen DDR eine Größenordnung von 97,3 % aller Fundorte erreichte. Von den verbliebenen, z. T. geographisch isolierten Vorkommen weisen nur 21,8 % Populationsgrößen von mehr als 100 Individuen auf, in denen jedoch 96 % des Gesamtbestandes konzentriert sind (BÖHNERT & HAMEL 1988).

## 2. Untersuchungsgebiet und Methodik

Die Untersuchungsflächen befinden sich auf dem "Lucienberg", einem der zahlreichen Porphyrhügel in der Porphyrykuppenlandschaft nördlich von Halle/Saale in der Nähe des Dorfes Brachwitz. In einem Vegetationskomplex aus Trocken- und Halbtrockenrasen sowie Zwergstrauchheiden ist hier die größte Population von *O. morio* in der ehemaligen DDR zu finden (BÖHNERT & HAMEL 1988). Die Böden stellen Ranker und flachgründige Braunerden dar.

Im Frühjahr 1988 wurden fünf und 1989 weitere zwei Dauerquadrate von je 1 m<sup>2</sup> Größe in zwei verschiedenen Pflanzengesellschaften (*Thymo-Festucetum cinereae* und *Euphorbio-Callunetum*; mittlerer Deckungsgrad 55 bzw. 75 %) eingerichtet. Die Position jedes Individuums wurde über seine Koordinaten dokumentiert; damit ist das Verfolgen aller Einzelschicksale möglich. Folgende Parameter wurden erfaßt:

Rosettendurchmesser	Ende Dez./Anf. Jan.
Zahl der Blätter	
Höhe des Blütenstandes	Ende April/Anf. Mai
Zahl der Blüten	
Zahl der Kapseln	Juni

Für die statistische Auswertung wurden die Dauerflächen in jeweils vier Teilflächen unterteilt, die als Wiederholungen betrachtet werden. Für diese erste Auswertung wurden nur solche Teilflächen mit einer Populationsdichte von mehr als 60/m<sup>2</sup> herangezogen. Die Unterschiede in den Verteilungen der Blüten- und Kapselzahl sowie in den Stengelhöhen zwischen den drei Vegetationsperioden und den beiden Pflanzengesellschaften wurde mit Hilfe von Kontingenztafeln (2 x 1-Maß) auf Signifikanz geprüft.

## 3. Populationsdynamik

Die mittlere Populationsdichte betrug zu Beginn der Untersuchungen im *Thymo-Festucetum* 79,7/m<sup>2</sup> und im *Euphorbio-Callunetum* 78,0/m<sup>2</sup>. Diese Dichte blieb über die drei Beobachtungsjahre hinweg stabil. Die Geburtsrate betrug 1989 und 1990 in der Heidekrautgesellschaft jeweils 4 %. Im Blauschwingelrasen erreichte diese 1989 5 %, während 1990 keine Jungpflanzen beobachtet wurden. Da die Länge möglicher Dormanzperioden der Knollen noch nicht genau bekannt ist, bleibt die Berechnung von Mortalitätsraten noch mit Unsicherheiten behaftet; diese betragen 1989 im *Thymo-Festucetum* 1,4 % und im *Euphorbio-Callunetum* 2,4 %.

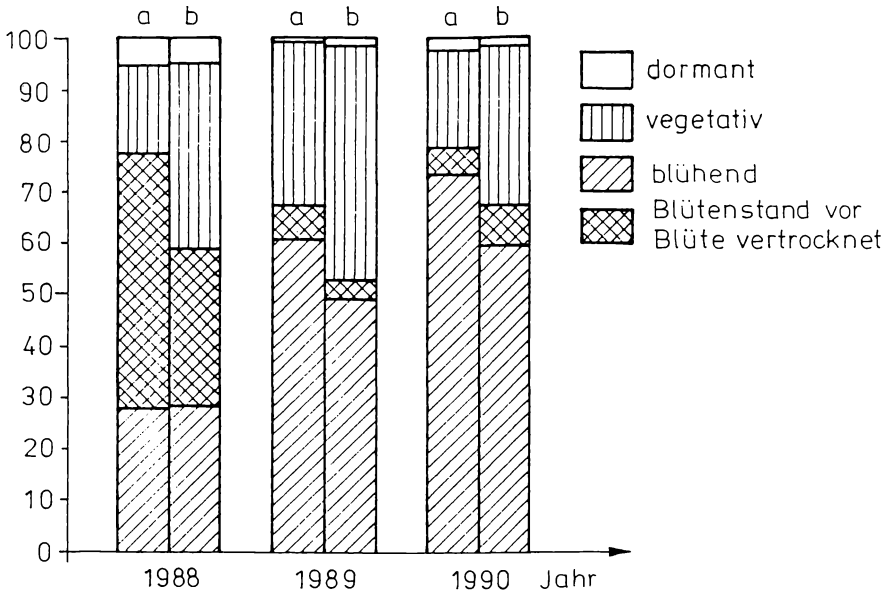
In gleicher Weise wie bei *Dactylorhiza sambucina* (INGHE & TAMM 1988), *Ophrys sphegodes* (HUTCHINGS 1987 a) oder *Spiranthes spiralis* (WELLS 1967) ist auch bei *O. morio* in geringem Umfang eine vegetative Reproduktion zu verzeichnen, d. h. statt normalerweise einer entwickeln sich zwei Tochterknollen. Da die Geburtsrate aber insgesamt sehr gering ist, erreicht diese Form der Reproduktion bis zu einem Drittel des jährlichen Betrages.

#### 4. Populationsstruktur

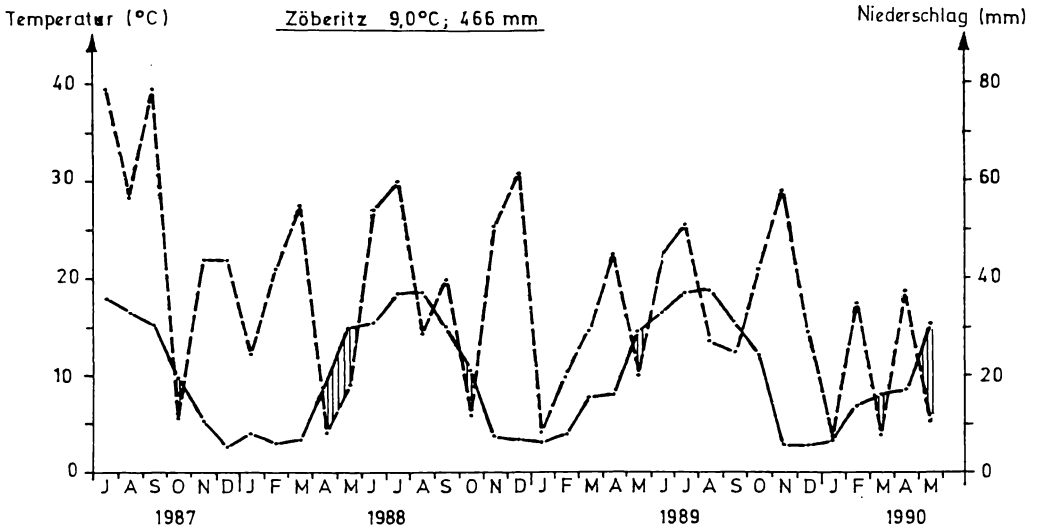
Aufgrund der jährlichen Neubildung einer Knolle für die folgende Vegetationsperiode befinden sich die Knollen-Orchideen in einem Zustand "ewiger somatischer Jugend" (HARPER 1977). Im Gegensatz zu den höheren Tieren ist die generative Reproduktion bei den höheren Pflanzen zu meist größen- und nicht altersabhängig. Aus diesen Gründen soll eine funktionelle und größen-klassifizierte Populationsstruktur beschrieben werden.

In Abb. 1 ist der Anteil blühender, vegetativer und wahrscheinlich dormanter Individuen an der Gesamtpopulation zu ersehen. Im *Thymo-Festucetum* erreicht der Anteil blühender Pflanzen 67 bis 78 % und im *Euphorbio-Callunetum* 53 bis 67 %. Der Anteil dormanter Knollen war mit 1 bis 6 % sehr gering. Im Blauschwingelrasen blühten mehr als die Hälfte der Individuen jährlich, während 22 % in einer und weiter 16 % in zwei Vegetationsperioden mit der Blüte aussetzten. Nur ein sehr geringer Prozentsatz, 3 %, blieb während des gesamten Untersuchungszeitraumes vegetativ. In der Heidekrautgesellschaft war der Anteil jährlich blühender Pflanzen deutlich geringer. Etwa 55 % blühten nur ein- oder zweimal.

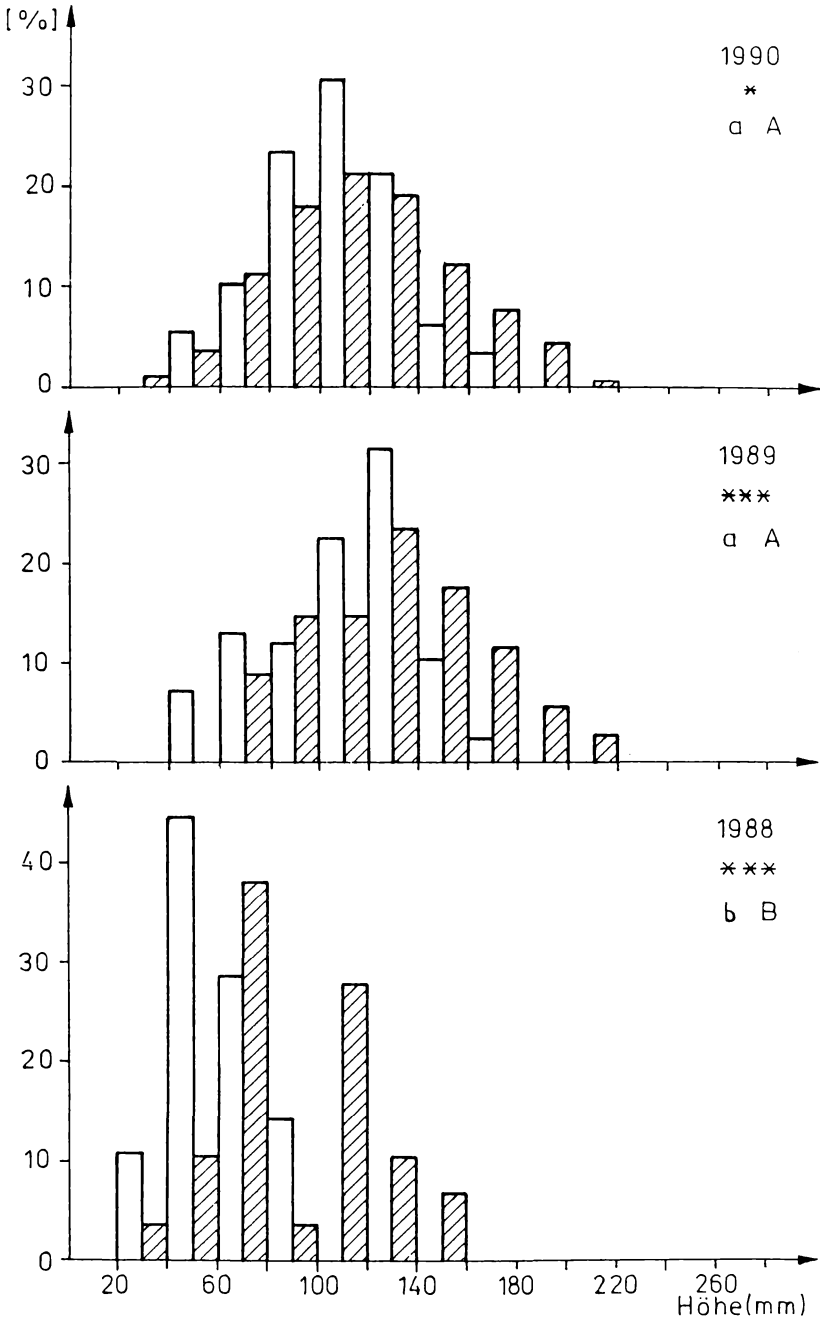
Extreme Frühjahrstrockenperioden, besonders im April (Abb. 2), beeinflussen die sich anschließende Blüte negativ, da sich ein großer Teil der angelegten Blütenstände nicht strecken kann und bereits vor dem Erblühen vertrocknet. Im Frühjahr 1988 waren davon im *Euphorbio-Callunetum* die Hälfte und im *Thymo-Festucetum* zwei Drittel der Pflanzen betroffen (Abb. 1). In ähnlicher Weise wird ebenfalls die Größenklassenverteilung der Blütenstände durch den Witterungsverlauf beeinflusst. Die Unterschiede sind in jedem Jahr zwischen beiden Pflanzengesellschaften signifikant. Im Vergleich der Jahre innerhalb der einzelnen Assoziationen sind die Unterschiede zwischen 1989 und 1990 statistisch nicht zu sichern; die Verteilung des Jahres 1988 jedoch ist signifikant verschieden (Abb. 3). Für eine Modellierung und mögliche Vorhersage der Populationsdynamik von alters-, stadien- oder größenstrukturierten Populationen haben sich Matrixmodelle als geeignet erwiesen (CASWELL 1986, GROENENDAEL & al. 1988, SCHMID 1990). Abb. 4 stellt die Übergangswahrscheinlichkeiten der wesentlichen Übergänge (blühend - blühend, blühend - vegetativ, vegetativ - blühend, vegetativ - vegetativ) von Vegetationsperiode zu Vegetationsperiode vergleichend für beide Pflanzengesellschaften dar. Grundlage dafür ist die Erarbeitung eines vollständigen Lebenszyklus-Schemas und die Quantifizierung der Übergänge von einem ontogenetischen Stadium in ein anderes. Die Daten in Abb. 5 beruhen vorerst auf der Mittelung von nur zwei Werten, so daß weiter längerfristige Untersuchungen zur Abschätzung der stochastischen und wetterabhängigen Variabilität dringend notwendig sind. Probleme ergeben sich weiterhin daraus, daß bestimmte Entwicklungsstadien nicht erfaßt werden können (Protokorme) oder nur vereinzelt auftreten (dormante Knollen, Jungpflanzen sowohl generativen als auch vegetativen Ursprungs).



**Abb. 1:** Populationsstruktur in Abhängigkeit von der Vegetation (a: *Thymo-Festucetum*; b: *Euphorbio-Callunetum*)



**Abb. 2:** Witterungsverlauf während der Untersuchungsperiode (Station Zöberitz bei Halle; mit freundlicher Genehmigung des WB Agrarmeteorologie der Sektion Pflanzenproduktion der Martin-Luther-Universität Halle)



**Abb. 3:** Größenklassenverteilung der Blütenstände von *O. morio*

( □ : *Thymo-Festucetum*; ▨ : *Euphorbio-Callunetum*; statist. Prüfung: zw. d. Ass. - n.s. nicht signifikant, \*  $p = 0,05$ , \*\*  $p = 0,01$ , \*\*\*  $p = 0,005$ ; in einer Ass. zw. d. Jahren - gleiche Buchstaben nicht signifikant, Kleinbuchstaben *Thymo-Festucetum*, Großbuchstaben *Euphorbio-Callunetum*)

Wahrscheinlichkeit

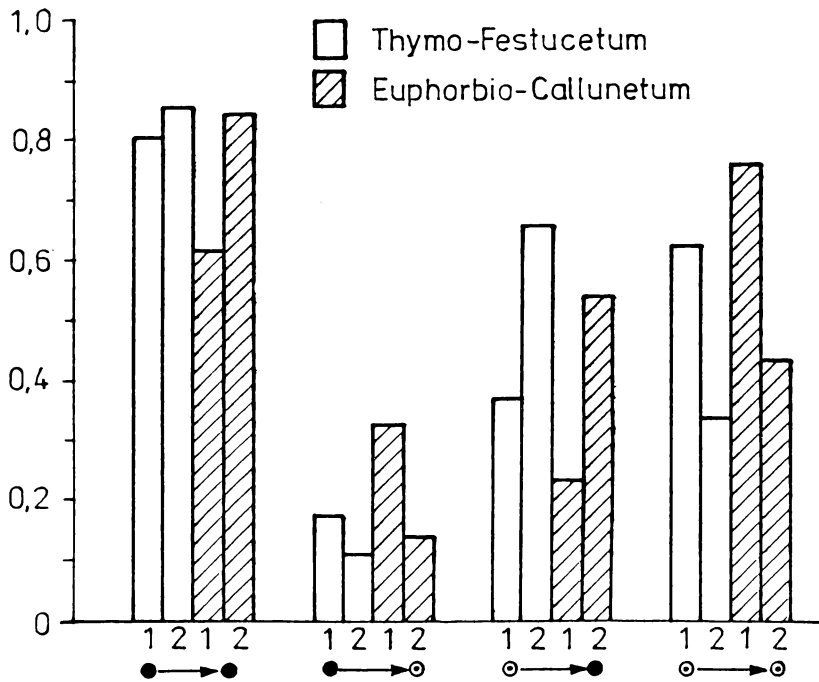


Abb. 4: Vergleich der Übergangswahrscheinlichkeiten der Übergänge zwischen verschiedenen ontogenetischen Stadien in einer Übergangsmatrix (●: blühend; ⊙: vegetativ; 1: Übergang 1988/89; 2: Übergang 1989/90)

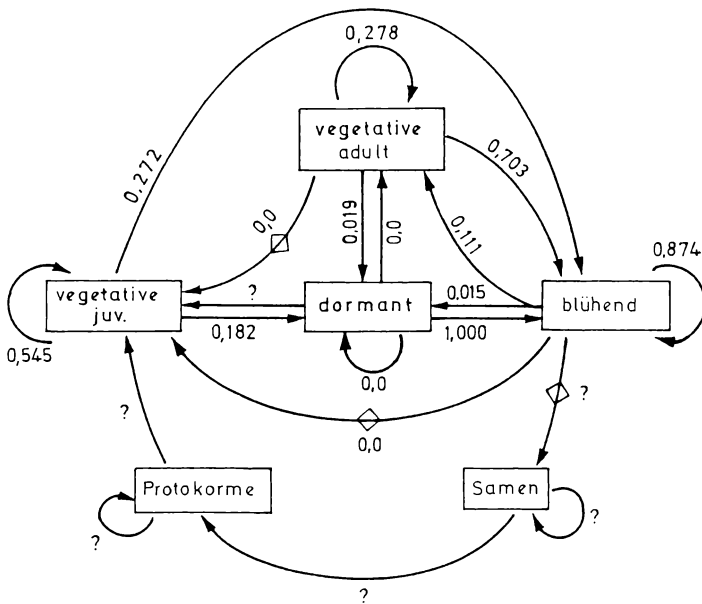
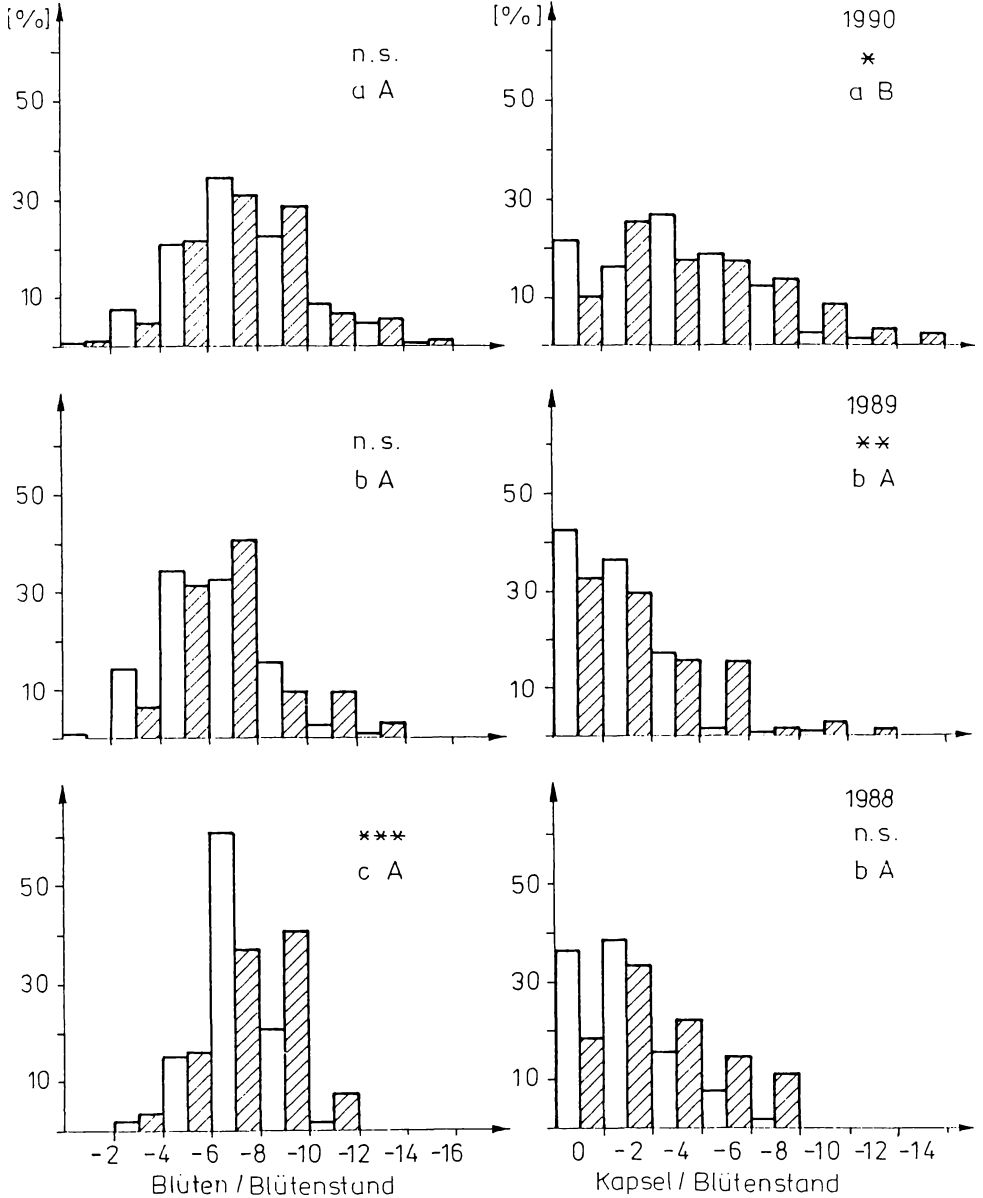


Abb. 5: Schema des Lebenszyklus von *O. morio* mit Angabe der Übergangswahrscheinlichkeiten (Mittel aus zwei Übergängen; *Thymo-Festucetum*)

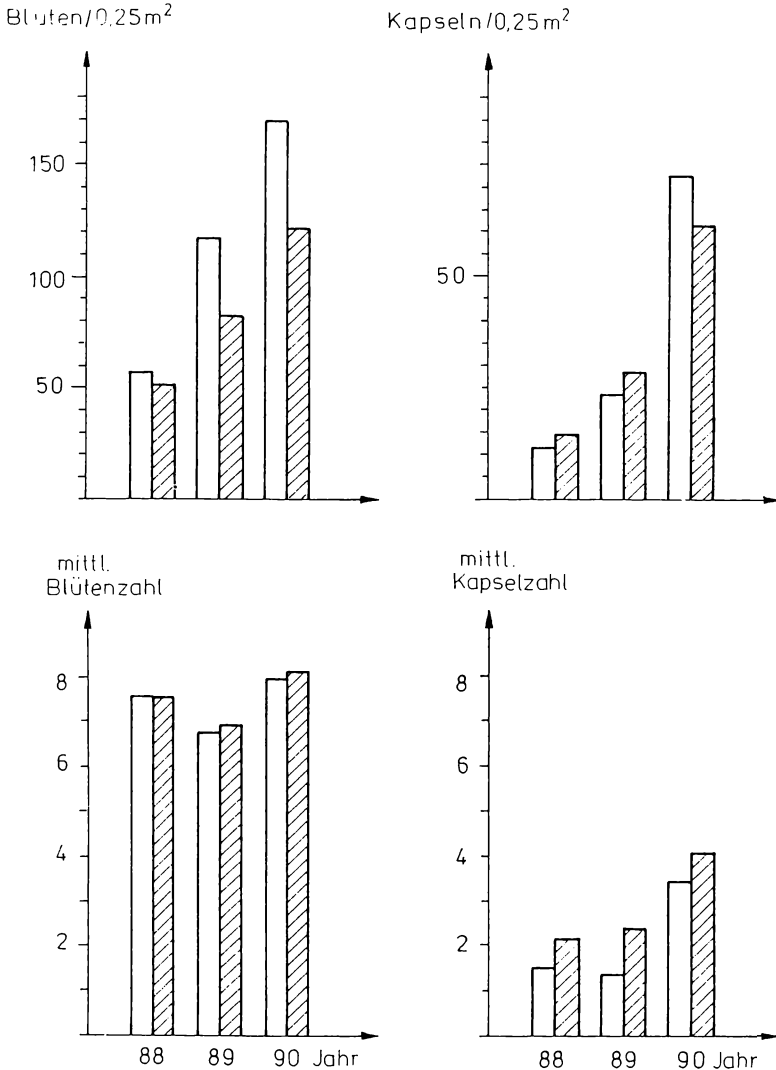
## 5. Reproduktionsverhalten

Die mittlere Blütenzahl variiert in beiden Assoziationen gleichsinnig zwischen 6,7 und 8,1 (Abb. 6). Der niedrigste Wert aus dem Jahr 1989 steht offensichtlich in Zusammenhang mit dem sehr trockenen Frühjahr 1988! Die Variabilität der individuellen Blütenzahlen nimmt mit der Verbesserung der Witterungsbedingungen zu (1988: 3-11; 1990: 2-15). Die Größenklassenverteilung ist dabei in beiden Gesellschaften ähnlich; signifikante Unterschiede treten allein 1988 auf (Abb. 6).



**Abb. 6:** Größenklassenverteilung der Blüten- und Kapselzahl je Blütenstand (Legende vgl. Abb. 3)

Die Parameter Blüten- und Kapseldichte (mittlere Blüten-/Kapselzahl x Populationsdichte) weisen integrativen Charakter auf. Die Rate Kapseln/Blüte variiert nicht nur zwischen den Jahren, sondern auch zwischen den beiden Assoziationen beträchtlich (0,20-0,51). Der Anteil blühender Pflanzen, die keine Kapseln ausbildeten, variierte ebenfalls beträchtlich zwischen 22 und 42 % im *Thymo-Festucetum* und 10 bis 32 % im *Euphorbio-Callunetum* (Abb. 6). Das Maximum der Kapselzahl/Ind. betrug 13 (*Th.-F.*: 1988 - 7, 1989 - 9, 1990 - 12; *Eu.-C.*: 1988 - 8, 1989 - 11, 1990 - 13). Die Abortionsrate sich entwickelnder Kapseln scheint unter der Annahme, daß keine Unterschiede in der Bestäubungsrate vorliegen, durch Trockenheit positiv beeinflußt zu sein. Letztendlich ist die jährliche mittlere Kapselzahl in der Zwergstrauchheide größer als im Blauschwingelrasen. Besonders in Trockenjahren wird die geringere Dichte blühender Pflanzen in der Heidekrautgesellschaft überkompensiert. Am Ende war die Kapseldichte/0,25 m<sup>2</sup> 1988 und 1989 signifikant größer als im *Thymo-Festucetum* (Abb. 7).



**Abb. 7:** Individuen- und flächenbezogene Fitneßparameter in Abhängigkeit von der Vegetation und der Vegetationsperiode; Legende vgl. Abb. 3)



## 6. Diskussion und Schlußfolgerungen

Mit mehr als 25.000 Arten sind die Orchidaceae die größte Pflanzenfamilie. Auf Grund der Schönheit der Blüten, der Seltenheit und der Vielfalt ökologischer Anpassungen und biologischer Spezialisierungen sind die Orchideen von größtem Interesse für Taxonomie, Evolutionsbiologie, Ökologie und den Naturschutz. Überraschenderweise befaßte sich bisher nur eine geringe Zahl von Arbeiten vorwiegend mit einzelnen Aspekten der Populationsbiologie und -ökologie von Orchideenarten. Detaillierte Langzeitstudien zur Populationsdynamik liegen vor von FARRELL (1985), HUTCHINGS (1987 a, b), INGHE & TAMM (1988), TAMM (1972), WELLS (1967, 1981), WILLEMS (1982, 1989). Die hier vorgelegten Ergebnisse erlauben trotz des kurzen Untersuchungszeitraumes bereits einen tieferen Einblick in die demographischen Prozesse und die sie beeinflussenden Faktoren. Die Witterungsbedingungen (besonders starke Trockenheit im Frühjahr) und die Vegetationsstruktur (Pflanzengesellschaft; Gesamtdeckung) wirken dabei kompensatorisch. Trotz eines höheren Prozentsatzes blühender Pflanzen und einer größeren Dichte im *Thymo-Festucetum* erreichte die flächenbezogene Kapselproduktion nach Trockenperioden im *Euphorbio-Callunetum* die höheren Werte. Die dichtere Vegetationsdecke schützt die obere Bodenschicht und die Rosetten von *O. morio* offenbar besser vor extremen Verdunstungsverlusten.

Für den Artenschutz und die Bewertung der Populationssituation lassen sich folgende Erkenntnisse und Schlußfolgerungen ableiten:

- Die untersuchte Population ist demographisch stabil.
- Im Gegensatz zu anderen niedrigwüchsigen Orchideenarten (z. B. *Ophrys sphegodes*, HUTCHINGS 1987 a, b) gehört *O. morio* zu den Perennen mit längerer individueller Lebensdauer.
- Aus den geringen Geburts- und Mortalitätsraten folgt eine sehr hohe Half-life-time der Population mit einer geringen Turn-over-Rate (vgl. WELLS 1981).
- Individuen können ungünstige Bedingungen wie sehr dichte Vegetation aus *Calluna* über mehrere Jahre hinweg in einem vegetativen Stadium überdauern.
- Die Differenzierung der Blütenanlagen erfolgt wahrscheinlich bereits in einer frühen Phase der Entwicklung der neuen Knolle (vgl. WELLS & COX 1989), so daß die Niederschlagsverhältnisse des Vorjahres die mittlere Blütenzahl und auch den Anteil blühender Pflanzen in der Population wesentlich beeinflussen dürften (vgl. Abb. 1, 2, 6).
- Die Samen waren zu einem sehr hohen Prozentsatz keimfähig (RIETHER briefl.).
- Genetische Variabilität deutet sich durch das vereinzelte Auftreten weißblühender Individuen an.

Ein zielgerichtetes Management sollte auf den Porphyrkuppen bei Halle/Saale auf die Erhaltung eines Vegetationsmosaiks aus *Thymo-Festucetum*, *Euphorbio-Callunetum* und ähnlich strukturierten Halbtrockenrasen bestehen. Pflegerisch muß vor allem stärker in sehr dichte, überalterte Heidekrautbestände eingegriffen werden.

Die große mittlere Lebenserwartung und das Vermögen, mehrere Jahre ungünstige Bedingungen zu überdauern, lassen die Hoffnung zu, daß auch die individuenarmen Bestände stabilisiert werden können. Eine gezielte Stärkung dieser kleinen Populationen ist über drei Wege denkbar:

- Umsiedlung von Pflanzen aus individuenreichen Populationen.
- Gezielte Erhöhung der Geburtsrate durch autochthones oder fremdes Samenmaterial, wobei die Bedingungen experimentell noch zu untersuchen wären.
- Auspflanzversuche mit in-vitro gezogenem Pflanzenmaterial (die Anzucht von *O. morio* bereitet keine Schwierigkeiten, RIETHER briefl.; VOIGT 1989; gravierende Probleme erwachsen bei einer mykorrhizafreien Kultur).

Die geographische Isolierung von (Teil-)Populationen und die Existenz zahlreicher individuenarmer Vorkommen lassen *O. morio* als ein Objekt erscheinen, bei dem die Bemühungen zum Artenschutz von populationsbiologischen und -ökologischen Untersuchungen flankiert werden sollten. Vor allem dem Verhalten sehr kleiner Populationen müßte vorrangige Aufmerksamkeit zuteil werden. Mit dem modernen molekularbiologischen und biochemischen Methodenbesteck wie

Isoenzymanalyse oder DNA-Fingerprinting könnte die genetische Variabilität untersucht und deren Bedeutung für das Überleben von Populationen modellhaft analysiert werden.

## Literatur

- BÖHNERT, W. & G. HAMEL, 1988: Zur gegenwärtigen Situation des Kleinen Knabenkrautes (*Orchis morio* L.) in der DDR. Populationssituation, Schutz und Betreuung. Arch. Natursch. Landschaftsforsch. 28: 101-119.
- BRÖRING, U. & G. WIEGLEB, 1990: Wissenschaftlicher Naturschutz oder ökologische Grundlagenforschung? Natur u. Landschaft, 65. Jg. H. 6: 283-292.
- CASWELL, H. K., 1986: Life cycle models for plants. Lect. Math. Life Sci. 18: 171-233.
- FALK, D. A., 1990: Integrated strategies for conserving plant genetic diversity. Ann. Missouri Bot. Gard. 77: 38-47.
- FARREL, L., 1985: Biological flora of the British Isles. No. 160, *Orchis militaris* L. J. Ecol. 73: 1041-1053.
- GROENENDAEL, J. VAN, KROON, H. DE & H. CASWELL, 1988: Projection matrices in population biology. Tree 3: 264-269.
- HARPER, J. L., 1977: Population Biology of Plants. Acad. Press, London.
- HUTCHINGS, M. J., 1987 a: The population biology of the early spider orchid, *Ophrys sphegodes* Mill. I. A demographic study from 1975 to 1984. J. Ecol. 75: 711-727.
- HUTCHINGS, M. J., 1987 b: The population biology of the early spider orchid, *Ophrys sphegodes* Mill. II Temporal patterns in behaviour. J. Ecol. 75: 729-742.
- INGHE, O. & C. O. TAMM, 1988: Survival and flowering of perennial herbs. V. Patterns of flowering. Oikos 51: 203-219.
- KÖCK, U.-V., 1987: Aktueller Stand und Perspektiven populationsökologischer Forschung an höheren Pflanzen in der DDR. Hercynia, N. F. 24: 452-314.
- NEUHÄUSER, P., im Druck: Populationsmanagement und Artenschutz aus genetisch-demographischer Sicht. Biol. Zbl.
- SCHMID, B., 1990: Populationsbiologische Modelle für Unkräuter mit vegetativer Vermehrung. - Z. Pfl.Krankh. Pfl.schutz, SH. XII: 137-146.
- TAMM, C. O., 1972: Survival and flowering of some perennial herbs. II. The behaviour of some orchids on permanent plots. Oikos 23: 23-28.
- VOIGT, T., 1989: Probleme der Mykorrhiza und Keimungsphysiologie heimischer Orchideen und die praktische Anwendung neuer Erfahrungen für deren Vermehrung. Mitt. Arbeitskr. Heim. Orch. 18: 45-56.
- WELLS, T. C. E., 1967: Changes in a population of *Spiranthes spiralis* (L.) CHEVALL. at Knocking Hoe National Reserve, Bedfordshire, 1961-65. J. Ecol. 55: 83-99.
- WELLS, T. C. E., 1981: Population ecology of terrestrial orchids. In: SYNGE, H. (ed.): The Biological Aspects of Rare Plant Conservation. Wiley, Chichester: 281-295.
- WELLS, T. C. E. & R. COX, 1989: Predicting the probability of the bee orchid (*Ophrys apifera*) flowering or remaining vegetative from the size and number of leaves. In: PRITCHARD, H. W. (ed.): Modern Methods in Orchid Conservation. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 129-141.
- WILLEMS, J. H., 1982: Establishment and development of a population of *Orchis simia* LAMK. in the Netherlands, 1972 to 1981. New Phytol. 91: 757-765.
- WILLEMS, J. H., 1989: Population dynamics of *Spiranthes spiralis* in South-Limburg, The Netherlands. Mem. Soc. Roy. Bot. Belg. 11: 115-121.

## Adresse

Dr. Uwe-Volkmar Köck  
Martin-Luther-Universität Halle  
Institut für Geobotanik u. Bot. Garten  
Neuwerk 21

O - 4020 Halle/Saale

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [20\\_2\\_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Köck Uwe-Volkmar

Artikel/Article: [Populationsbiologische und -ökologische Untersuchungen als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten Artenschutz - Erste Ergebnisse einer Modelluntersuchung an \*Orchis morio\* L. 935-944](#)