

Wuchsform und Lebensgeschichte von *Globularia bisnagarica* L. (*G. punctata* LAPEYR., Globulariaceae)

3. Beitrag zur Wuchsform und Biologie der Gefäßpflanzen des hercynischen Raumes

KERSTIN HOLLÄNDER; ECKEHART JOHANNES JÄGER

Abstract

HOLLÄNDER, K.; JÄGER, E.J.: Growth form and life history of *Globularia bisnagarica* L. (*G. punctata* LAPEYR., Globulariaceae). - *Hercynia N. F.* 31 (1998): 143-171.

Globularia bisnagarica L. is an attractive plant to be found in rocky dry meadows (Xerobromion: Trinio-Caricetum humilis, in Eastern Germany also Stipetum capillatae), distributed over the whole Submediterranean region and at disjunct places in temperate Europe (Fig. 1). In Germany it is endangered and protected by law. The distribution in Eastern Germany (Fig. 13), the growth form, life history and population biology is investigated to provide a basis for conservation measures.

Globularia bisnagarica is an evergreen, subsucculent pleiocormous semirosette plant (i. e. with densely branching stem bases that are connected with each other and the primary root for the whole life). The woody base bears clear annual rings (Fig. 2) and resembles a semishrub. The root system is extensive and up to 1 m deep and broad (Fig. 8, 9). The lifespan of the plant is some 20-25 years, that of the seeds at least 4 years. Reproduction is only performed by seeds. The diaspores (small nuts incased in the calyx) are dispersed by wind and animals, but this is not effective over long distance. The development and survival of seedlings depends greatly on open spaces or local destruction of the vegetation. The fitness of adult plants rapidly decreases with growing inter- or intraspecific competition. Therefore conservation measures must include disturbance.

Key words: *Globularia*, life history, population biology, conservation, growth form.

1. Einleitung

1.1. Zielstellung

Untersuchungen zur Gesamtheit der Lebenserscheinungen und Umweltbeziehungen der Pflanzen ermöglichen ein tieferes Eindringen in die funktionellen Voraussetzungen der pflanzlichen Evolution. Die Kenntnis der Biologie ist auch eine notwendige Grundlage für das Verständnis des anthropogenen Florenwandels und bildet die wichtigste Grundlage für einen gezielten Artenschutz. Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Lebensgeschichte und Populationsbiologie von *Globularia bisnagarica* zu untersuchen, einer Rote-Liste-Art, die einerseits durch Nutzungsauffassung und Eutrophierung von Halbtrockenrasen im hercynischen Gebiet gefährdet ist, andererseits aber an ihrer Nordgrenze bei Halle ein außergewöhnlich individuenreiches Vorkommen hat, so daß für solche Untersuchungen ausreichendes Material zur Verfügung steht.

1.2. Literatur-Übersicht

Bisher liegen über diese Art neben systematischen Arbeiten (WILLKOMM 1850, WETTSTEIN 1895, SCHWARZ 1938, vgl. HOLLÄNDER et JÄGER 1994) auch anatomische Untersuchungen vor (KUPFENDER 1891, LUHAN

1954: Sklerenchym-Idioblasten, endotrophe Mykorrhiza, vgl. auch NAPP-ZINN 1974 und HOLLÄNDER et JÄGER 1994 zur Blattanatomie und Stomata-Verteilung), außerdem Daten zur Palynologie (PRAGLOWSKI et GYLLANDER 1970, PUNT et MARKS 1991), zur Karyologie ($2n = 16$, CONTANDRIOPOULOS 1978, MILLETTI 1987) und zur Phytochemie (HEGNAUER 1966, 1989). Die Bewurzelung wurde von KUTSCHERA et LICHTENEGGER (1992) in Kärnten untersucht. Transpirationsuntersuchungen führten DÖRR (1941) und HOFMANN (1936) am Frauenstein bei Mödling durch. Einige Daten zur Biologie wurden in HEGI (1974) zusammengestellt, spezielle Untersuchungen dazu liegen unseres Wissens nicht vor.

2. Nomenklatur, Stellung und Verbreitung der Art

Zu der sehr bewegten Geschichte der Namensgebung soll unter Verweis auf MILLETTI et JARVIS (1987) nur so viel gesagt werden, daß unsere Art zunächst nicht auf Artniveau von *G. vulgaris* L. getrennt und dann vorübergehend als *G. elongata* HEGETSCHW. 1838 und *G. willkommii* NYM. 1855 bezeichnet wurde, bis sich der ältere Name *G. punctata* LAPEYR. 1813 durchsetzte, der heute noch in den meisten Floren verwendet wird. Indessen haben MILLETTI et JARVIS (1987) die von LINNÉ in *Species plantarum* (1753) beschriebene *Globularia bisnagarica* mit einem Exemplar des Herbariums PLUKENET und einer Abbildung bei PLUKENET (1691, Lektotyp) typisiert. PLUKENET wird von LINNÉ zitiert, so daß *Globularia bisnagarica* L. als der älteste Name eintreten muß, falls sich nicht Zweifel an der Bestimmbarkeit dieser Abbildung durchsetzen. WÖRZ (in SEBALD et al. 1996) sieht diesen Namen wegen der Herkunftsangabe (Süd-Indien, dort fehlt die Gattung ganz) und wegen des nach der Beschreibung holzigen Stengels ("caule fruticoso") als vollkommen abwegig an. Bei Unterscheidung auf Subspecies-Rang (*G. vulgaris* L. subsp. *willkommii* (NYM.) WETTST.) ist dieses Problem gegenstandslos.

In die nächste Verwandtschaft der Art (sect. *Globularia*, Syn.: sect. *Aphyllanthes* SCHWARZ) werden von den Monographen die folgenden Arten gestellt (vgl. HOLLÄNDER et JÄGER 1994 und Abb. 1):

G. trichosantha FISCH. et MEY.: anatolisch-armenisch-ostsubmediterrän // (montan),

G. vulgaris L.: nordiberisch/(montan)-provençalisch-galloalpisch + norwestbaltisch,

G. valentina WILLK. (Syn.: *G. vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *major* WILLK., *G. vulgaris* subsp. *valentina* (WILLK.) MALAGARRIGA): südiberisch + lusitanisch // (montan),

G. cambessedesii WILLK. (Syn.: *G. vulgaris* L. subsp. *cambessedesii* (WILLK.) MALGARRIGA): balearisch/kollin-(montan),

G. spinosa L.: südostiberisch/montan.

Das Areal von *G. bisnagarica* (*Globularia*-Typ, JÄGER 1970) entspricht in seiner Nordwestgrenze dem Verlauf der 18° C-Isotherme des wärmsten Monats, in der Nordgrenze der Dauer einer warmen Vegetationsperiode (150 Tage >10° C Mittel), und es wird in diesem klimatischen Rahmen durch die Bindung an anstehendes Kalkgestein differenziert. Im Süden steigt die Art bis in die Bergstufe (vereinzelt bis 2000 m) auf, und sie bleibt auf die nicht extrem sommertrockenen submediterranen Gebiete beschränkt (Niederschlag Juni-August >100 mm).

Auffällig sind isolierte Reliktorkommen im nördlichen Kaukasusvorland, im Gebiet der mittleren Wolga, in West-Baschkirien und am Uralfluß, die wohl auf eine rasche Ausbreitung der lichtliebenden Pionierpflanze in waldfreien periglazialen Räumen während des Spät- und Postglazials und anschließende Verdrängung im Gebiet bis zu den Karpaten zurückgehen. Auch im herzynischen Gebiet ist die Art infolge der Ausbreitung des Waldes auf isolierte Einzelorkommen zurückgedrängt worden. Nach vorübergehender anthropogener För-

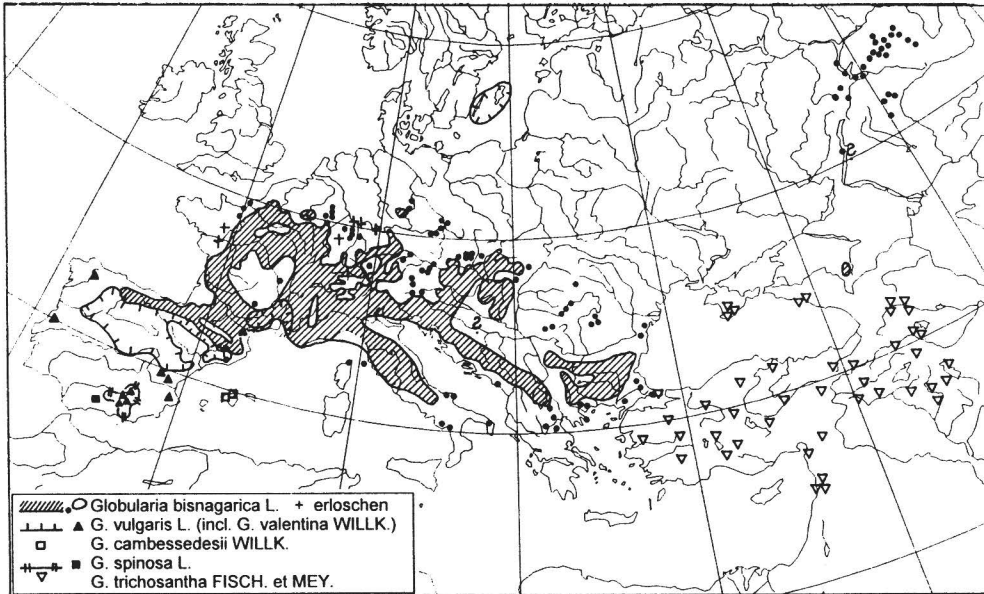


Abb. 1 Gesamtverbreitung von *Globularia* sect. *Globularia*

Nach HOLLÄNDER et JÄGER (1995), verändert und ergänzt. Das Vorkommen in Portugal nach AMARAL FRANCO (1984), Angaben aus Bulgarien waren nach FLORA REIPUBL. BULG. (1995) irrtümlich. Kreuze: erloschen.

derung durch Beweidung und Weinbau beschränken sich die Vorkommen von *G. bisnagarica* jetzt stärker auf primär offene oder locker bewaldete Standorte, die in der Hügel- und unteren Bergstufe liegen.

3. Material und Methoden

3.1. Untersuchungsgebiet

Alle Untersuchungen beziehen sich auf die Vorkommen in Sachsen-Anhalt und Thüringen (Abb. 13). Die Lebensgeschichte und Populationsbiologie wurden in den Jahren 1990 bis 1992 in einem aufgelassenen Steinbruch bei Köllme (12 km westlich von Halle/Saale, Fundort 4 in Abb. 13) untersucht (HOLLÄNDER 1993). Dort wurden Muschelkalkhänge früher zur Schafhaltung und im 17./18. Jh. zum Weinbau genutzt. Der seit dem 12.-13. Jh. vor allem dem Eigenbedarf dienende Steinbruchbetrieb wurde 1975 ganz eingestellt, die künstlichen Hangterrassen wurden z. T. mit Sträuchern bepflanzt. Vom Unteren Muschelkalk sind mächtige Schichten dünnplattigen grauen Kalkmergelgesteins (Mittlerer Wellenkalk), feinkristallines, teilweise schaumiges Kalkgestein der Oolithbank und faserig-plattiger Wellenkalk (Zwischenmittel) aufgeschlossen (KRUMBIEGEL et SCHWAB 1974). Das Gelände gehört zum Mitteldeutschen Trockengebiet (Jahres-Niederschlagssumme ca. 470 mm, im Winterhalbjahr unter 175 mm, Juli-Temperaturmittel 18,0° C, Januar-Mittel -0,5° C, Dauer der frostfreien Zeit 180 Tage/Jahr; Atlas DDR 1975).

Globularia wurde dort erstmals 1717 (REHFELDT) nachgewiesen, heute wächst sie im Steinbruchgelände zu Hunderttausenden. Sie besiedelt verschiedene Sukzessionsstadien von Halbtrockenrasen. Drei unterschiedliche Standorte wurden für die vergleichende Untersuchung der Individualentwicklung und Populationsbiologie ausgewählt:

1. "Pionierstandort":

Die jüngsten Standorte liegen auf grobschotterigem Kalk-Syrosem, der frühestens 1975 besiedelt werden konnte. Die Gesamtdeckung der Vegetation liegt hier bei 18-35 %. Neben Arten der Fels- und Schotterfluren wie *Melica ciliata*, *Sedum acre*, *S. mite* siedeln sich Elemente des Teucro-Festucetum cinereae MAHN an (*Teucrium chamaedrys*, *Festuca cinerea*, *Hornungia petraea*, *Potentilla arenaria*). Aber auch ruderale Elemente wie *Artemisia vulgaris* oder *Falcaria vulgaris* und Arten der Frischwiesen (*Daucus carota*, *Arrhenatherum elatius*) kommen vor. Die ältesten Individuen von *G. bisnagarica* waren kaum älter als 8 Jahre. Sie haben wegen des minimalen Konkurrenzdrucks sehr gute Entwicklungsbedingungen.

2. "Moosstandort":

Ein zweites Stadium der Sukzession zum Teucro-Festucetum ist auf älteren Plateauflächen des Steinbruchs entwickelt, auf denen eine 2-4 cm dicke mullartige Rendzina über dem relativ festen Gestein liegt. Die Vegetation steht dem von MAHN (1965) beschriebenen *Poa badensis*-Stadium nahe, weist aber eine hohe Gesamtdeckung auf. *Tortella inclinata* deckt meist über 70 % (20-90 %), *Globularia* etwa (20-)45(-70) %. *Poa badensis* und Arten des "Bunten Erdflechtenvereins" zeigen den Initialcharakter der Vergesellschaftung an. Vereinzelt drängen *Teucrium chamaedrys*, *Seseli hippomarathrum*, *Potentilla arenaria* und *Festuca cinerea* ein. *Globularia* ist an diesem Standort mit den höchsten Individuenzahlen und der größten Artmächtigkeit vertreten, sie ist infolge der intraspezifischen Konkurrenz jedoch schwachwüchsig, die meisten Pflanzen bleiben vegetativ.

3. "Seslerietum":

Schließlich wurden Kugelblumen-Bestände in einer Blaugrashalde (Thymo-Seslerietum W. SCHUBERT) untersucht. *Sesleria* bildet an N-, NW- und W-exponierten Hängen geschlossene Bestände, die nur an solchen Stellen etwas offener sind, an denen zur Anpflanzung von Sträuchern Terrassen angelegt worden waren. *Globularia* kann sich hier noch behaupten, Jungpflanzen können sich aber nur an Stellen mit lokal aufgerissener Vegetation etablieren, und der Anteil der nichtblühenden Exemplare ist hoch.

Der Vergleich der Daten von den geschilderten drei Standorten ermöglichte Aussagen zur phänotypischen Plastizität und zum ökologischen Toleranzbereich der Kugelblume.

Die Südhänge werden in diesem Untersuchungsgebiet von der typischen Subassoziatio des Teucro-Festucetum cinereae eingenommen (mit *Fumana procumbens*, *Seseli hippomarathrum*, *Potentilla arenaria*, *Euphorbia seguieriana*, lokal auch *Orthanthella lutea* und *Hornungia petraea*). An feinerdereichen Stellen der Südhänge breiten sich Brachypodieten aus, in denen *Anthericum ramosum* und *A. liliago* häufig sind, an älteren Standorten auch *Euphorbia cyparissias*. *Globularia* fehlt in dieser Gesellschaft (vgl. auch Abb.14).

3.2. Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Populationsbiologie

Das Keimlingsaufkommen und die Mortalität wurden in 7 Dauerquadraten von 1 m² Fläche mit Unterteilung in je 100 Kleinquadrate mit mindestens 4 Zählungen in jedem der 3 Untersuchungsjahre (1990-1992) ermittelt.

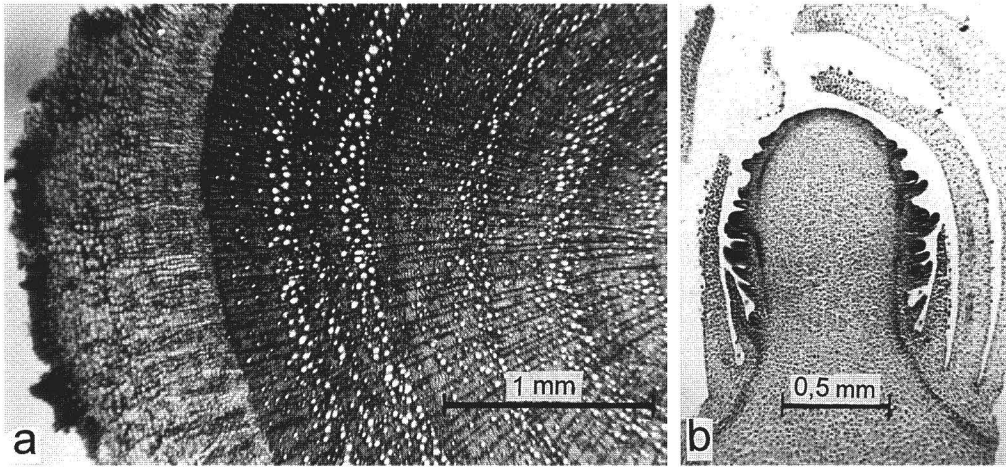


Abb. 2 a: Querschnitt durch die Wurzelbasis von *Globularia bisnagarica* (Ende Oktober 1990). Neben den 6 deutlichen, weitleumigen Frühholz-Ringen sind schwache Spätholzringe zu erkennen.
 b: Längsschnitt durch den Vegetationskegel einer kultivierten Pflanze im Alter von 12,5 Monaten (11.04.91) mit Blüten-Anlagen schematisch.

Die Altersstruktur von 4 Beständen konnte genau festgestellt werden, da das Holz der Sproß- und Wurzelbasen deutliche Jahresringe bildet (Abb. 2a), die an Handschnitten bei 32-100facher Vergrößerung ausgezählt wurden. Das weibliche Fortpflanzungsangebot konnte an Köpfen, deren Samenfall gerade noch nicht begonnen hatte, Mitte Juli ermittelt werden, der reproduktive Erfolg bzw. die reproduktive Effizienz durch die Keimrate, wobei unberücksichtigt blieb, ob die nicht gekeimten Diasporen steril waren. Auch der Einfluß der Stellung der Früchte am Köpfchen auf die Keimrate wurde untersucht.

Die Belaubungs-Rhythmik wurde bei je 10 Pflanzen an den 3 Standorten durch Markierung mit farbig isoliertem Draht festgestellt.

Zur Ermittlung der Diasporen-Ausbreitung wurden Plastikbecher mit 9,5 cm Durchmesser in Abständen von 20 cm bis in 20 m Entfernung von isolierten *Globularia*-Beständen in die Erde eingesenkt. Die Becher wurden mit gefaltetem Gewebe ausgelegt, um ein Herausfliegen der Diasporen zu verhindern.

Die Individualentwicklung wurde an ausgegrabenen Exemplaren mit einem Auflichtmikroskop untersucht und in Zeichnungen dokumentiert. Zum Vergleich wurden aus Samen verschiedener Herkünfte der Art Pflanzen im Botanischen Garten einzeln und zu mehreren in 14 cm-Töpfen, aber auch auf Beeten kultiviert. Im Oktober 1990 wurden vom Vegetationskegel Längsschnitte angefertigt und mit Eosin-Hämalaun gefärbt, um die sympodiale Sproßverkeftung und die Anlagefolge der Organe zu erkennen. Über die Ergebnisse von anatomischen Untersuchungen zur Nervatur, zum Blattquerschnitt und zur Stomatadichte wurde bereits im Zusammenhang mit entsprechenden Untersuchungen an anderen *Globularia*-Arten berichtet (HOLLÄNDER et JÄGER 1994).

Die Bewurzelung wurde nach 5 möglichst vollständig präparierten Wurzelprofilen gezeichnet. (HOLLÄNDER 1993), von denen hier 2 abgebildet werden. Die trockene Präparation war auf den skelettreichen Böden sehr schwierig und zeitaufwendig.

3.3. Keimversuche

In allen 3 Untersuchungs Jahren wurden Keimversuche im Labor, im Gewächshaus und im Freiland des Botanischen Gartens zu verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt. In Schalenversuchen galt ein Same als gekeimt, wenn die Radicula ausgetreten war (TSCHANDER 1991). Nach jeweils 14-20 Tagen mußten die Schalenversuche wegen starker Verpilzung abgebrochen werden. Auch in Aluminiumfolie separiert eingebrachte Thymolkristalle verhinderten die Verpilzung nicht. Die Ermittlung der Keimrate erfolgte mit 175 bzw. 200 aus den Kelchhüllen herauspräparierten Nußfrüchtchen, die auf 2-4 Wiederholungen verteilt wurden. Die Keimdauer (Zeit bis zum Auflaufen der Keimlinge) wurde durch Aussaaten in Gartenerde ermittelt. Im Oktober 1991 wurden außerdem im Freiland je 200 Nußfrüchte in 5 Keimkästen ausgesät, um Hinweise auf eine evtl. endogene Keimrhythmik zu erhalten.

3.4. Untersuchungen zur pflanzensoziologischen Amplitude

Von den 18 bekannten aktuellen Fundorten in Thüringen und Sachsen-Anhalt wurden 10 aufgesucht. In 60 Vegetationsaufnahmen (Methode BRAUN-BLANQUET) erfolgte eine soziologische Charakterisierung der Standorte. Ausführlicher wurden die Fundorte Köllme (30 Aufnahmen in 4 Pflanzengesellschaften) und Kleinbucha (10 Aufnahmen) bearbeitet. An den Standorten Lieskau und Kleinbucha wurde in Transekten und Vegetationsprofilen die Struktur der Halbtrockenrasen aufgenommen, um die Einnischung der Kugelblume hinsichtlich Hangneigung, Boden und Vegetationsstruktur genauer zu ermitteln. Abgebildet wird hier das Transekt und Vegetationsprofil von Kleinbucha, die anderen und die Vegetationstabelle siehe bei HOLLÄNDER (1993).

4. Ergebnisse

4.1. Samenfall und Ausbreitung

Die dünnschalige, 1,0 - 1,2 mm lange, einsamige Nußfrucht bleibt in den Kelch eingeschlossen und bildet mit diesem die Ausbreitungseinheit (Diaspore). Die Spitzen der synsepalen Kelche werden durch hygroskopische Bewegungen beim Trocknen abgespreizt. Die Diasporen heben sich so gegenseitig vom Rezeptakulum ab, und zwar zunächst in der Mitte des Köpfchens, also entgegengesetzt zur akropetalen Aufblühfolge. Hat die Dissemination eines Köpfchens einmal begonnen, so fallen bald alle Diasporen aus. Im Bestand kann sich jedoch die Dissemination bis zur Blütezeit im nächsten Jahr erstrecken. Die Reifezeit reicht von Mitte Juli bis Mitte September. Der Samenfall erfolgt größtenteils im feuchten Herbst, was für die Etablierung der Keimlinge günstig ist. Im Jahre 1992 waren Mitte Oktober nur noch 25 % der Köpfchen erhalten, an windexponierten Hängen gar keine. Daß sich der Diasporenfall überhaupt erst im Frühjahr vollzieht, wie HEGI (1974) angibt, kann nicht bestätigt werden. Besonders lange bleiben Köpfchen mit überwiegend sterilen Früchten erhalten. In Norditalien (Friaul, Dolomitschotter bei San Foca, trockenes Flußbett, 100m) waren im August 1998 bereits alle Diasporen ausgefallen.

Der allergrößte Teil der Diasporen fällt unweit der Mutterpflanze zu Boden. In Samenfallen wurde eine Ausbreitung nur bis 2 m beobachtet, und die Zahl der Diasporen nahm von 20 cm bis 2 m schnell ab. Obwohl sich die Köpfchenstiele nach der Blüte auf das 2-4fache verlängern, wird Anemochorie nur bei starkem Wind effektiv sein. MÜLLER-SCHNEIDER (1986) rechnet *Globularia* zu den "cystometeorochor" ausgebreiteten Pflanzen, die haarigen Kelche ermöglichen jedoch auch Epizoochorie. In der Kleidung setzen sich die Früchte

allerdings weniger fest als etwa die von *Agrimonia* oder von Gräsern. Außerdem konnte beobachtet werden, daß Gelbhalsmäuse (*Apodemus flavicollis*) besonders in der Nähe von Gebüschsäumen die Köpfchen abissen und an Fraßplätzen ausfraßen. Der Aktionsradius dieser Mäuse ist gering. Eine Ausbreitung über eine Distanz von mehr als 100 m bleibt bei *Globularia bisnagarica* eine Ausnahme. Das erklärt auch die Tatsache, daß die Art von den zahlreichen aufgelassenen Kalksteinbrüchen im Gebiet nur wenige besiedelt.

4.2. Keimung

Die behaarte Kelchhülle hält Tau und Niederschlagswasser fest und kann so die Quellung des Samens fördern. Die Diasporen keimen nur bei geringer Tiefe (1-7 mm). Am Standort beginnt die Keimung Ende März - Anfang April. Innerhalb von 3-4 Tagen erreicht das Keimlingsaufkommen das Frühjahrsmaximum (Abb. 3b). Am Moosstandort (vgl. Kap. 3.1) konnten 1990 1057 Keimlinge pro m² gezählt werden, im Jahre 1991 waren es 1088 pro m². Die feuchte Moosdecke von *Tortella inclinata* schafft hier günstige Keimungsbedingungen. Auf offenem Kalkschotter wurden nur etwa 50-100 Keimlinge pro m² beobachtet.

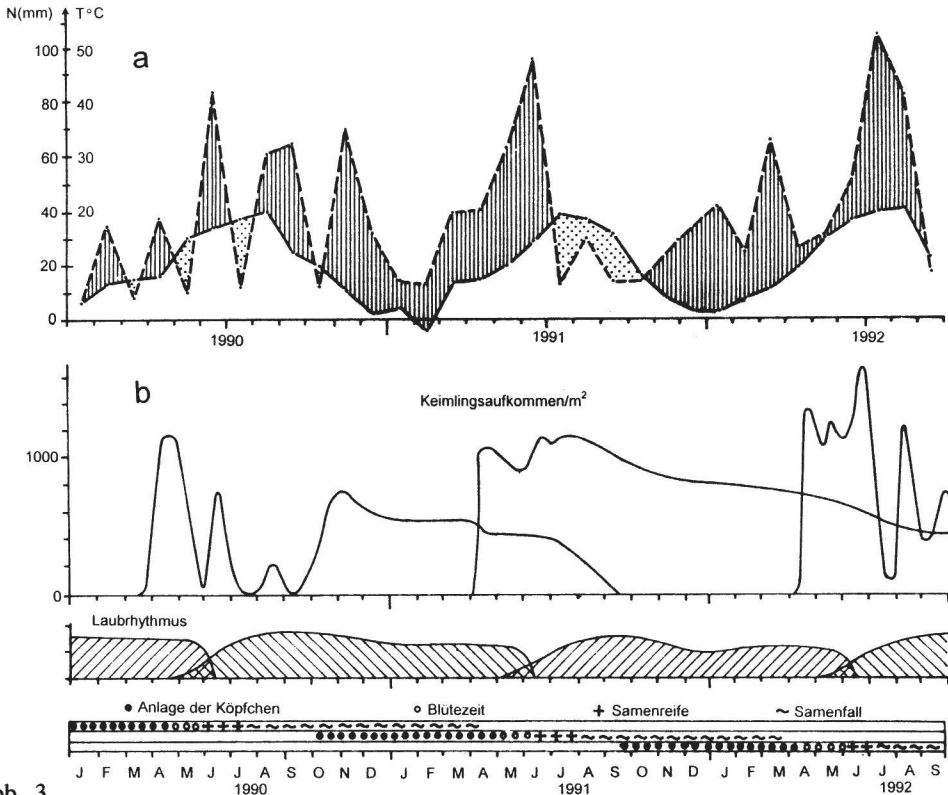


Abb. 3

- a: Klimatogramm der Untersuchungsjahre (Messstelle Zöberitz)
- b: Keimlingsaufkommen (Keimlingszahl/m² auf dem Moosstandort), von 2 Dauerquadraten gemittelt.
- c: phänologische Entwicklung von Laub, Blüten und Früchten

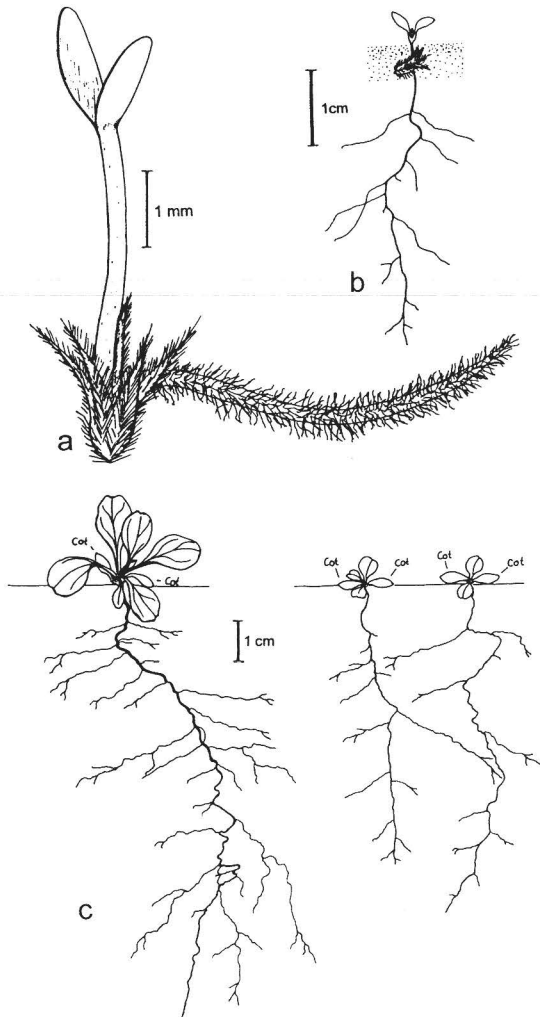


Abb. 4 Keimlinge von *Globularia bisnagarica*
 a: in Keimchalen, b: Frühjahrskeimling 20.05.91
 c: 15 Wochen alte Jungpflanzen, links vom Pionierstandort, rechts vom Moosstandort (s. Standortbeschreibung)

später hatte sich die Rate auf 73 % erhöht. In einem bis zum 21. 04. 1992 trockengehaltenen und danach befeuchteten Kasten liefen Anfang Juni nur 55 % der Diasporen auf.

Die Keimung erfolgt epigäisch. Das Hypokotyl ist am natürlichen Standort (2-)3-5 mm lang. Die stumpf eilanzettlichen Kotyledonen sind 4-6 mm lang (Abb. 4a,b), sie liegen dem Boden auf oder sind schräg aufgerichtet. Selten wurde Synkotylie beobachtet (Verwachsung der Kotyledonen zu einem Blatt mit apikaler

Die Keimung erfolgt ohne Saisonmuster während der ganzen Vegetationsperiode in deutlicher Abhängigkeit von den Feuchtebedingungen. Auch im Sommer können sich weitere Gipfel im Keimlingsaufkommen ergeben (Abb. 3b). Unter günstigen Witterungsbedingungen kommt es im Oktober verstärkt zur Keimung frisch gefallener Diasporen. Bei Trockenheit entfällt die Herbstkeimung. Auch die Lebenserwartung der Keimlinge ist deutlich von den Feuchtebedingungen abhängig. Sie ist gering in dem im Sommer stark austrocknenden Moosrasen, größer in feuchten Klüften im Kalkgestein, z. B. an Pionierstandorten.

In den Keimversuchen wurde die Keimung durch Licht gefördert. Von je 175 frischen, am 15.7. ausgesäten Diasporen keimten im Licht nach 5 Tagen 50 %, nach 8 Tagen 85,5 % (14,5 % liefen nicht auf, z. T. wegen Verpilzung). Im Dunkeln dagegen wurde nur eine Keimrate von 30 % festgestellt. Im Frühjahr, Sommer und Herbst mit gleichem Samenmaterial angesetzt Schalenversuche ergaben annähernd gleichhohe Keimraten, eine endogene Fixierung des Keimzeitpunktes liegt also nicht vor.

Bei Keimversuchen, die in drei aufeinanderfolgenden Jahren mit dem gleichen, trocken gelagerten Samenmaterial vom Standort (Ernte 1989) vorgenommen wurden, war kein signifikanter Abfall der Keimrate zu erkennen (1990: 79 %, 1991: 80 %, 1992: 73 %). In einem Keimversuch in Kästen im Freiland des Botanischen Gartens kam es bei Aussaat Ende Oktober nicht mehr zu einer Herbstkeimung, Anfang April liefen 69 % Keimlinge auf, 14 Tage

Ausrandung). Die Lebensdauer der Kotyledonen schwankt bei Frühjahrskeimung zwischen 10 und >16 Wochen, bei überwinterten Herbstkeimlingen beträgt sie mindestens 7 Monate.

4.3. Sproßentwicklung

4.3.1. Vegetatives Stadium

Bei Trockenheit und Kälte können die Keimlinge wochenlang im Kotyledonarstadium verharren oder absterben. Bei hinreichender Feuchtigkeit wird nach 1-4 Wochen das erste Laubblatt gebildet, später werden kontinuierlich zunehmend größere neue Laubblätter entwickelt, bis zum Ende der Vegetationsperiode unter günstigen Bedingungen (8-)10(-14) (Abb. 4c). Die kräftigsten Pflanzen legen in den Achseln der mittleren Rosettenblätter erste Seitensprosse an. In der Regel werden Seitensprosse aber erst im zweiten oder dritten Jahr entwickelt. Waren die zwei ersten Jahre klimatisch günstig, kann der Hauptsproß im zweiten Jahr sein monopodiales Wachstum mit der Anlage eines terminalen Blütenstandes beenden (Abb. 2a) und im 3. Jahr blühen, dagegen kaum, wie KUTSCHERA et LICHTENEGGER (1992) schreiben, in der Regel im 2. Jahr. Nach 3 Vegetationsperioden werden gewöhnlich auch an den unteren, kräftigsten Seitentrieben Köpfchen angelegt. Am "Moosstandort" dagegen kann unter starker Konkurrenz das monopodiale Wachstum jahrelang fortgesetzt werden. Voraussetzung für die Köpfchenbildung ist pro Rosette eine Mindestzahl von (7-)8(-10) Blättern im Herbst, Ausnahmen bilden nur sylleptische Bereicherungstriebe. In Kultur kann schon nach 7 Monaten das Köpfchen des Hauptsprosses, nach 12 Monaten die der Seitensprosse angelegt werden (Abb. 5). Im zweiten Jahr trugen die Pflanzen hier 1-13 Blütenköpfchen ($\bar{x} = 7,1$ $n = 28$), im dritten Jahr im Mittel 25,6. Mit der Anlage des ersten Köpfchens endet das vegetative Stadium.

4.3.2. Generatives Stadium

Am Pionierstandort blühen die Pflanzen in den Folgejahren regelmäßig. Mit zunehmender Dichte des gestauchten Sproßsystems bildet jede relative Hauptrosette weniger sympodiale Erneuerungstriebe, meist nur 1-3, (0-)1-2 davon mit Köpfchen. Die relative Hauptachse und ihre Verzweigungen könnten theoretisch im folgenden Jahr ihre Köpfchen gemeinsam entfallen. Die "sylleptischen Bereicherungstriebe" kommen aber nur selten zur Blüte und bilden dann kleine Köpfchen und kurze Stengel aus. Normalerweise überwintern sie mit 4(-6) langgestielten, kleinflächigen Blättern. Wird aber das Köpfchen der relativen Hauptachse geschädigt, so entwickeln sie sich im selben Jahr normal ("Reservestrategie"). Starke Individuen können über 60 Rosetten bilden und einen Durchmesser von 25 cm erreichen (Abb. 6a). Alle Sproßachsen verholzen, so daß eine Beschreibung als krautige Pflanze unzutreffend ist. *G. bisnagarica* ist ein basal verholzter Chamaephyt, eine Halbrosetten-Pleiokormpflanze mit Halbstrauchtendenz.

Am "Moosstandort" erneuern sich die Pflanzen nur an 1-3 Ästen sympodial, zur Köpfchenbildung kommt es sehr unregelmäßig. Maximal werden 1-2 Köpfchen pro Jahr gebildet. Die verholzte Sproßachse bleibt gestauht und unverzweigt oder wenigästig (Abb. 6c).

Im Seslerietum können sich die Kugelblumen an lückigen Stellen gut etablieren, sie leiden aber später unter Lichtkonkurrenz. Die Blätter sind so groß wie am Pionierstandort oder größer, stehen aber \pm aufrecht, die Sproßbasis ist orthotrop verzweigt. Ähnlich wie am Moosstandort werden höchstens 1-3 Köpfchen pro Pflanze im Jahr gebildet (Abb. 6b).

Auf bewegten Schotterhalden wirkt die Kugelblume als Schuttstauer. Oft werden Sproß- und Wurzelbasis freigelegt, die Mortalität wird dadurch erhöht.

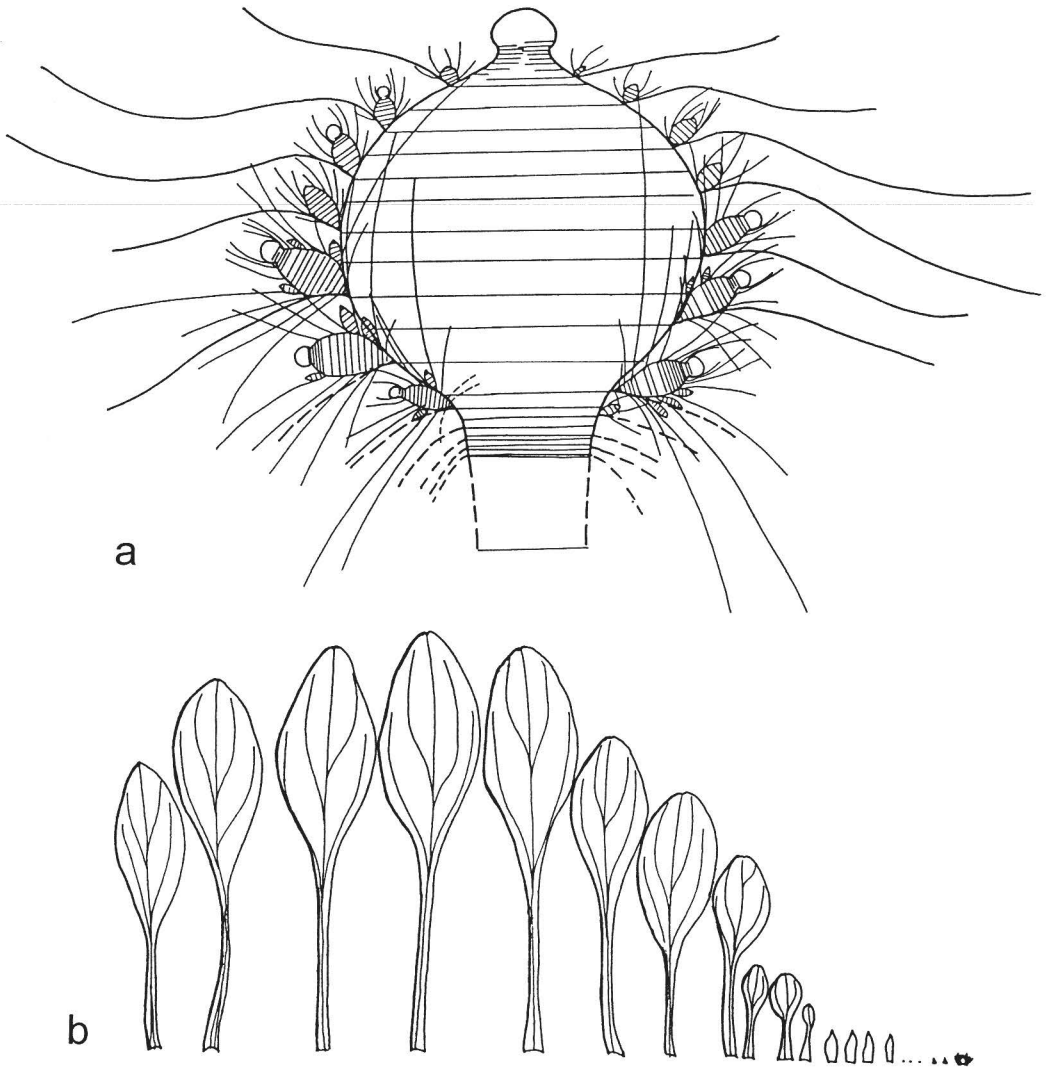


Abb. 5

a: Wuchsschema einer einjährigen Pflanze (11.04.91) aus Beetkultur, terminale Köpfchen am Hauptsproß und den mittleren Seitentrieben angelegt. Am Standort erfolgt die Anlage der (weniger zahlreichen Köpfchen) frühestens nach 2 Jahren. - b: Blattfolge einer Rosette mit Köpfchenanlage aus dem Seslerietum, 07.04.90. Die Anlagen von 7 Stengelblättern sind nicht gezeichnet.

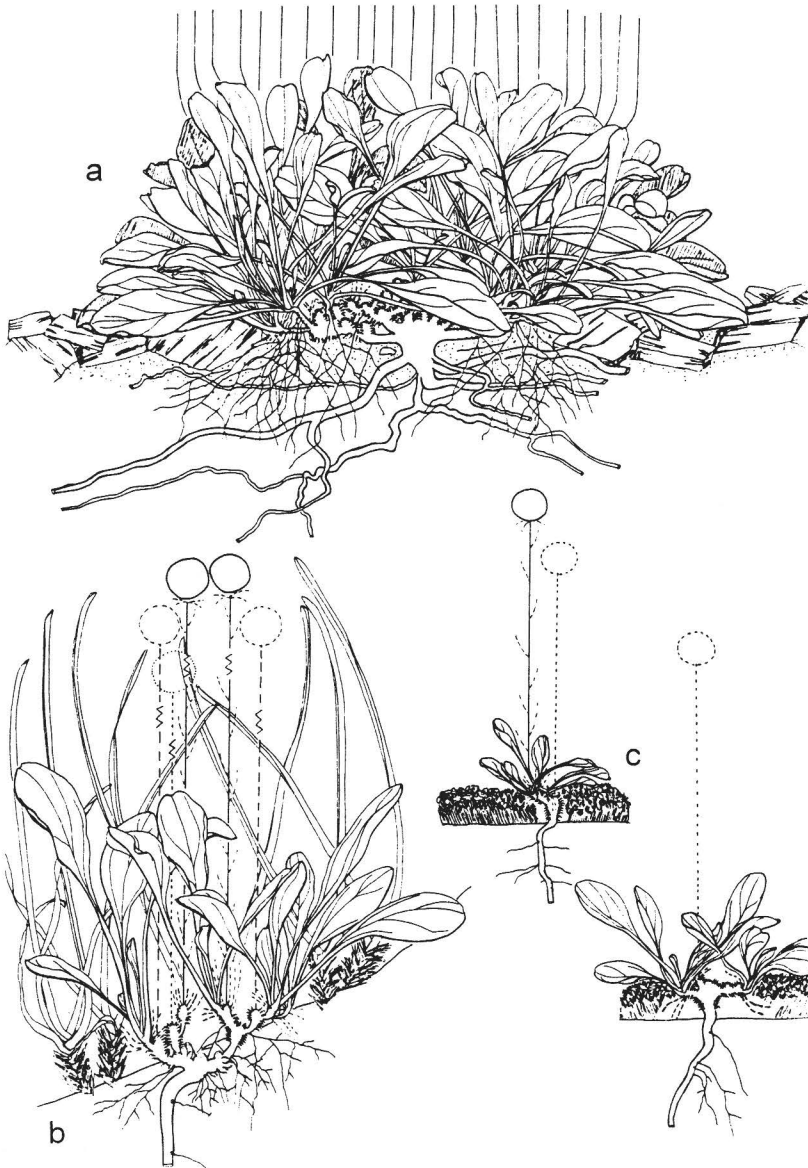


Abb. 6 Unterschiedliche Entwicklung von *Globularia bisnagarica* an 3 verschiedenen Standorten (Fundort Köllme, 23.09.92) Köpfchen und Stiele schematisch, von 1992 durchgehend gezeichnet, 1991 gestrichelt, 1990 punktiert.

a: 6-jährige Pflanze am Pionierstandort ohne Konkurrenzeinfluß. Diesjährige Köpfchenstiele angedeutet. -
 b: 12-jährige Pflanze vom Seslerietum, c: 9- und 10-jährige Pflanzen am flachgründigen Moosstandort, hohe intraspezifische Konkurrenz von *Globularia*.

Das Höchstalter von *Globularia bisnagarica* wurde bei Köllme mit 20 Jahren bestimmt (Abb. 7). An diesen Pflanzen war die Basis der Primärwurzel im Zentrum abgestorben. Nur einmal wurde Rametenbildung beobachtet (Abb. 7). Älter als 20-25 Jahre wird die Pflanze im Gebiet kaum. An einem Flußschotterstandort in der Poebene (Friaul, vgl. Kap. 4.) waren die kräftigsten Pflanzen 5-8 Jahre alt.

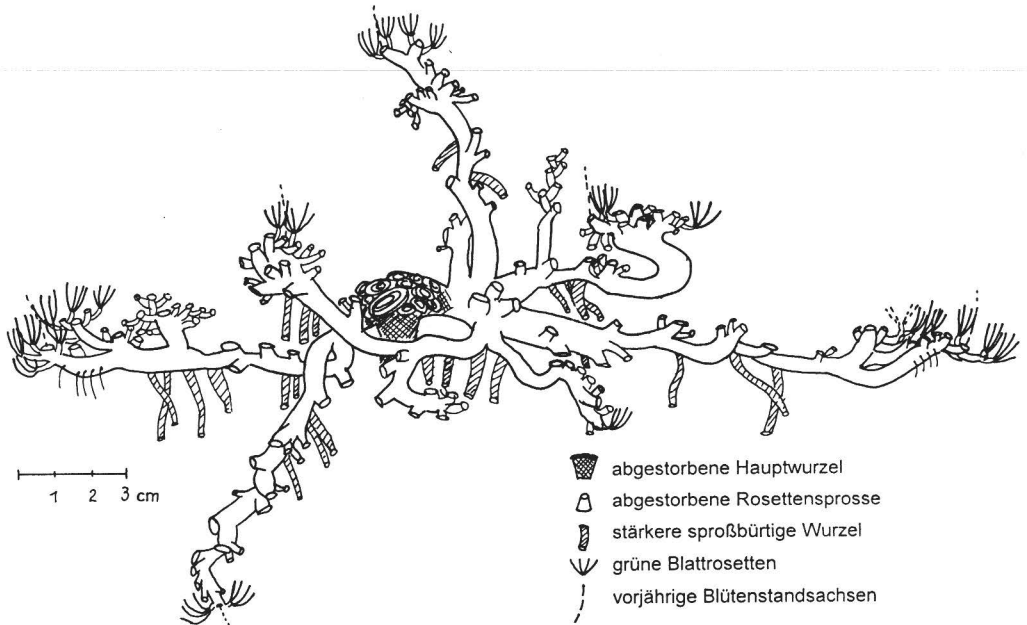


Abb. 7

Verholztes System der Sproß- und Wurzelbasen einer 20-jährigen Pflanze von *Globularia bisnagarica* (Oktober 1992, offener Südhang bei Köllme, schräge Aufsicht)

4.4. Bewurzelung

Zur Bewurzelung von *G. bisnagarica* gab es bisher nur wenige Daten. Eine genauere Beschreibung und die Abbildung eines Wurzelprofils aus Kärnten finden sich nur bei KUTSCHERA et LICHTENEGGER (1992): Wurzeltiefe in Kärnten 18 - 50 cm, bei Wien bis 100 cm, ebensotief nach OBERDORFER (1993) in Südwestdeutschland. Diese Angaben sollen hier anhand von mehreren bei Köllme ergrabenem Wurzelprofilen ergänzt werden.

Die Primärwurzel bleibt in der Regel zeitlebens erhalten. Schon im Kotyledonarstadium verzweigt sie sich, nach 3 Wochen bis zur 1. Ordnung, nach 6 Wochen bis zur 2. Ordnung (Abb. 4b), nach einem Jahr bis zur 3. und 4. Ordnung, bei kräftigen Pflanzen schließlich bis zur 5. und 6. Ordnung. Radiale, fast horizontal gerichtete Seitenwurzeln erschließen vor allem die oberen Bodenschichten.

Das gesamte Wurzelsystem ist sehr stark verholzt. Die pfahlförmige Primärwurzel erreichte im Seslerietum bei

12jährigen Pflanzen am Wurzelhals einen Durchmesser von 2 mm, bei einer 18jährigen Pflanze 4 mm, am Pionierstandort bei einer 6jährigen Pflanze sogar 12 mm. Die Wurzel der ältesten gefundenen Pflanze war an der Basis 10 mm dick. Die positiv orientierte Primärwurzel verjüngt sich mit zunehmender Tiefe rasch. Bei im Garten kultivierten Pflanzen zweigt sie sich früh auf, so daß keine dominierende Hauptwurzel zu erkennen ist.

Die Wurzeltiefe hängt stark von Bodenprofil, Hangneigung und Wasserverfügbarkeit ab (Abb. 8 u. 9). Auf dem ungünstigen Moosstandort erreichten Haupt- und Seitenwurzeln 17-22 cm Länge, auf dem Pionierstandort 90-100 cm. Die horizontale Ausdehnung kann 1,5 - 2 m betragen.

Sproßbürtige Wurzeln werden meistens erst gebildet, wenn das basale Sproßsystem aus vielen Rosetten besteht oder wenn plagiotrope Sproßachsen mit der Bodenoberfläche in Berührung kommen, am Pionierstandort z. T. schon im Alter von 3-4 Jahren. Am Moosstandort fehlen sie meist ganz. Die meisten sproßbürtigen Wurzeln bleiben unverdickt.

An 6-8 mm langen Internodien können bei älteren, polsterartig wachsenden Pflanzen gleich beim Austrieb neuer Rosetten 5-7 Wurzeln gebildet werden, die sich auch darauf bis zur 4. Ordnung verzweigen. - Die Jahresrhythmik des Wurzelwachstums entspricht der des Sprosses.

4.5. Phänologie

Abb. 3c zeigt die Laub-, Blüten- und Fruchtentwicklung im Jahresverlauf, Abb. 3a dazu die Klimatogramme der drei Untersuchungsjahre. Wesentliche Daten sind:

- Ende März (Zeit der Pfirsichblüte): Anschwellen der noch sitzenden Blütenköpfchen auf ca. 1 mm, Beginn des Wachstums von Rosetten in den Blattachseln.
- 20. 4.: Beginn der Blütezeit, Streckung der Blütensprosse auf 5-7 cm.
- 6.-10.5. (1990, 1991, 1992, 1998): Vollblüte; intensives Wachstum der Erneuerungsrosetten nach Entfaltung der Blütenstände
- Ende Mai (Vollblüte von *Anthericum ramosum*): Ende der Blütezeit.
- Mitte Juni: Absterben der überwinterten Laubblätter
- Mitte - Ende Juli: Beginn der Samenreife, Blütensprosse jetzt auf 20-30(-42) cm gestreckt, Beginn des Samenfalls.
- Mitte September: Maximum des Samenfalls.
- Mitte September - Ende Oktober: Anlage der Köpfchen für das Folgejahr. Letzte Herbstblätter sehr klein, in der Form aber deutlich von den Hochblättern abgesetzt, die das Köpfchen umhüllen.
- Während anhaltender Hitze und Trockenheit kam es kurzzeitig zum vollständigen Abwelken der Sommerblätter, die Pflanzen regenerierten sich aber rasch.

Durch die Winterfröste, auch Kahlfröste (1997/98), wird das Laub der erwachsenen Pflanzen kaum geschädigt, nur 1 - 2 Blätter sterben an einer Rosette im Winter ab. Die Pflanze ist ganzjährig grün. Die Laubknospen sind offen.

Nach Einsetzen von Dauerfrost sind die Blätter freistehender Pflanzen bis zum März deutlich rot gefärbt. Diese Anthocyanfärbung stellt einen Schutz für die Chloroplasten dar (LARCHER 1992 briefl.), außerdem ist eine erhöhte Absorption der Wärmestrahlung möglich.

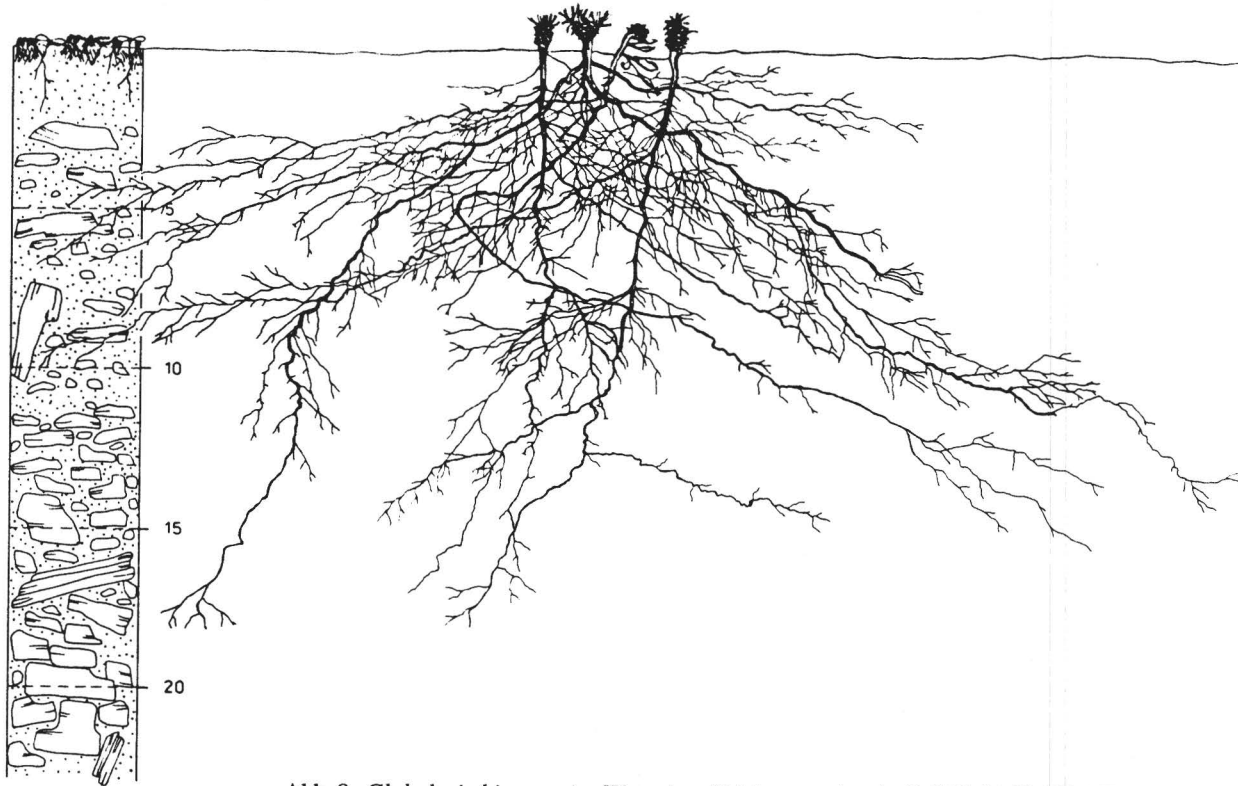


Abb. 8: *Globularia bisnagarica* Wurzelprofil Moosstandort (s. S. 155) 04.09.1991. Ebener Plateaustandort, trittbelastet. Alter der Pflanzen von links nach rechts 5, 9, 4, 8 Jahre. Länge der Hauptwurzel bis 20 cm, radiale Ausdehnung bis 35 cm, Tiefe 10-18 cm.

Bodenprofil: humusreicher Oberboden	0-3 cm
lockeres Gestein mit feinkörnigem Verwitterungsmaterial	3-11 cm
dicht gepackter Muschelkalkschotter	1-25 cm
anstehender Muschelkalk	>25 cm

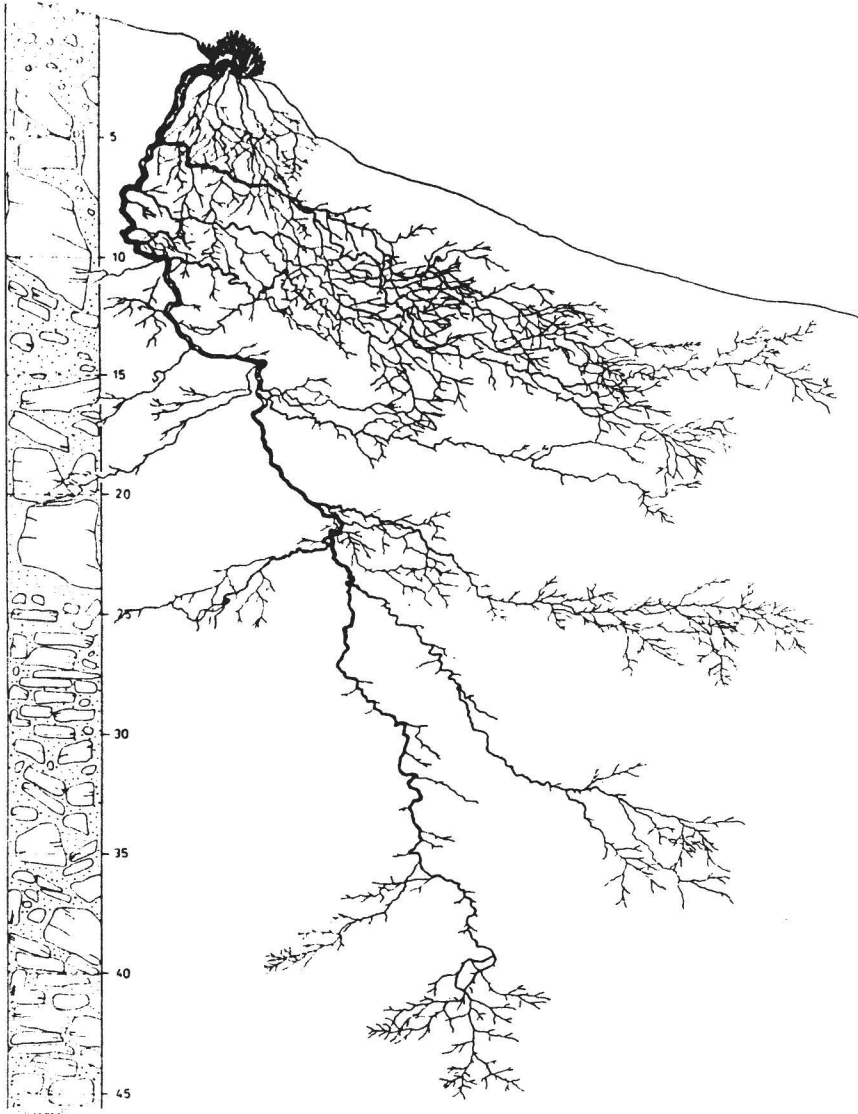


Abb. 9 *Globularia bisnagarica*, Wurzelprofil am Hangstandort im Kalksteinbruch Köllme (05.09.92. Süd-Exposition 15°, Alter der Pflanze 9 Jahre, Länge der Hauptwurzel 55 cm, Wurzeltiefe 45 cm, seitliche Ausdehnung 36 cm).

Bodenprofil: Protorendzina, nicht natürlich gewachsen

Humusreiche Schicht 0-5 cm

Humusärmere Schicht 5-8 cm

Grobschotter mit feinkörnigem Verwitterungsmaterial 8-15 cm

4.6. Daten zur Populationsbiologie

4.6.1. Keimung und Etablierung von Jungpflanzen

Das Keimlingsaufkommen und die Etablierung von Jungpflanzen wird durch Trockenheit und Spätfröste stark eingeschränkt (Abb. 3b). Im Juni 1990 starben bei großer Trockenheit fast alle Frühjahrskeimlinge ab. Von den Herbstkeimlingen kamen etwa 2/3 über den Winter, sie starben aber bis zum nächsten September fast völlig ab, wahrscheinlich infolge einer Schwächung durch Februar-Fröste.

Im Jahre 1991 dagegen waren an allen Standorten zahlreiche Keimlinge zu beobachten, am Pionierstandort allerdings nur etwa 1/10 der Zahl vom Moosstandort. Am Moosstandort konnten sich in zwei Dauerquadraten bis Ende Juni 1992 64 % dieser Keimlinge etablieren (bis zum Herbst 1992 überlebten 50 %, d. h. 425 und 480 pro m²), am Pionierstandort 55-72 %, in einem Sukzessionsquadrat (vgl. Kap. 4.6.4.) 89% (bis zum August noch 70 %) und an einem 30° geneigten Westhang 22 %. Zu einer Herbstkeimung kam es 1991 infolge der Trockenheit nicht. So konnte nicht festgestellt werden, ob sich Frühjahrs- oder Herbstkeimlinge besser etablieren. Aus den Beobachtungen ergibt sich, daß die Bedingungen für die Bestandeseerneuerung nur in manchen Jahren günstig sind. Daß Jungpflanzen im Schutz von älteren aufwachsen ("nurse-plant-effect", URBANSKA 1992), ist für die Etablierung von *G. bisnagarica*-Keimlingen keine notwendige Voraussetzung.

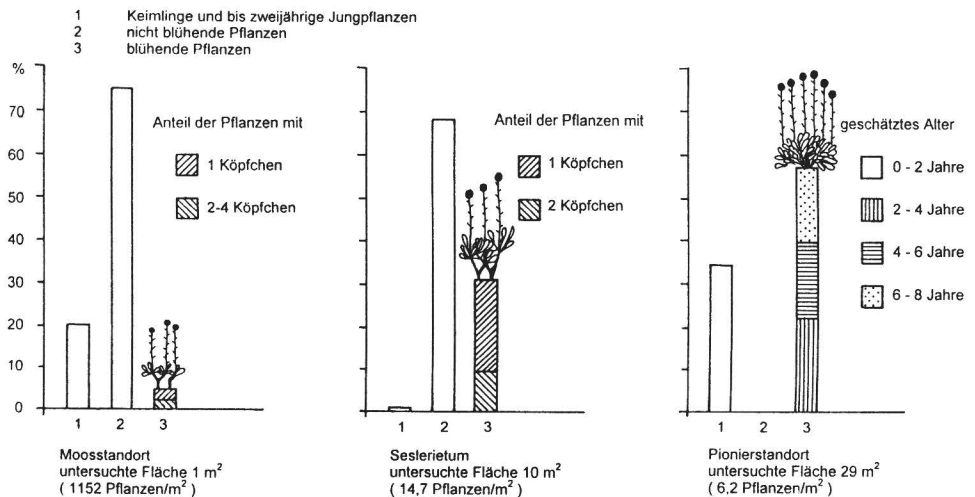


Abb. 10 Prozentanteil von Keimlingen und einjährigen Jungpflanzen, von nicht blühenden und von blühenden Pflanzen in drei verschiedenen Beständen von *Globularia bisnagarica* (Köllme, 07.08.92).

4.6.2. Bestandesdichte und reproduktiver Erfolg

Wie unterschiedlich die Bestandesdichte an den verschiedenen Standorten ist, zeigt Tab. 1. In Abb. 10 ist der Prozentanteil von 3-4 verschiedenen Lebensstadien dargestellt, wobei nur am Pionierstandort das kalendarische Alter geschätzt werden konnte. Es ergeben sich eindeutige Unterschiede in der Fitness, die eng mit der inter- und intraspezifischen Konkurrenz korreliert sind (wie auch die Größe der Pflanzen, vgl. Abb. 4 und 6).

Das Verhältnis von Individuendichte und reproduktiver Effizienz wurde über die flächenbezogene Köpfchendichte, die Anzahl der Blüten und der keimfähigen Diasporen pro Köpfchen ermittelt. Die Anzahl der Samenanlagen wird als weibliches Fortpflanzungsangebot (\varnothing RO) bezeichnet (URBANSKA 1992, TSCHANDER 1991), der Anteil keimfähiger Diasporen als weiblich reproduktive Effizienz (\varnothing EFF). Die Ergebnisse für den Pionier- und Moosstandort sind in Tab. 2 dargestellt. Trotz wesentlich geringerer Individuenzahl sind das weibliche Fortpflanzungsangebot, die Zahl der keimfähigen Samen und die reproduktive Effizienz auf dem Pionierstandort wesentlich höher als auf dem Moosstandort. Bei Gartenkultur aber ist die reproduktive Effizienz noch einmal um etwa die Hälfte höher, obwohl die Blütenzahl pro Köpfchen etwas geringer ist als auf dem Pionierstandort.

Tabelle 1 Individuendichte pro m^2 an verschiedenen Standorten, Fundort Köllme

Standort(Datum)	Individuen pro m^2 insgesamt	Anteil der 0-2 jährigen Jungpflanzen	ausgewertete Flächen (m^2)
Pionierstandort (7.8.92)	6,7	31%	29
dichtes Seslerietum (7.8.92)	14,7	2%	10
südexponierter Oberhang (12.9.92)	108	8%	0,25
Westhang Inklination 30° (12.9.92)	137	17%	0,16
Moosstandort (24.9..91)	1020	58%	0,75
Moosstandort (7.9.92)	1160	20%	0,125

Tabelle 2 Durchschnittliches weibliches Fortpflanzungsangebot (\varnothing RO) und Zahl keimfähiger Samen pro Köpfchen sowie reproduktive Effizienz (\varnothing EFF, Verhältnis der Zahl keimfähiger Samen zur Blütenzahl) unter verschiedenen Wuchsbedingungen am Fundort Köllme und im Botanischen Garten

Standort	\varnothing RO (durchschnittliche Anzahl der Blüten/Köpfchen)	durchschnittliche Anzahl keimfähiger Samen/Köpfchen	\varnothing EFF	Anzahl ausgewerteter Köpfchen (n)
Pionierstandort	205,5	92	44,6%	10
Moosstandort	139,5	43	30,9%	10
Beetpflanzen	178,2	133	74,6%	10

Köpfchendurchmesser und Blütenzahl sind nur bei sehr kleinen Köpfchen proportional, sehr große Köpfchen besitzen absolut weniger Blüten als mittelgroße, das geringere Fortpflanzungsangebot wird dabei aber durch die höhere reproduktive Effizienz kompensiert. Auch die Stellung der Blüten im Köpfchen beeinflusst die reproduktive Effizienz: Im apikalen Bereich bilden ca. 80 %, im mittleren ca. 60 % und im basalen Drittel nur ca. 20 % der Blüten fertile Samen. Nach WETTSTEIN (1897) und anderen Autoren sollen bei Ausbleiben der Fremdbestäubung die lange konzeptionsfähig bleibenden Narben Autogamie bzw. Geitonogamie ermöglichen. Tatsächlich wurde im Untersuchungszeitraum nie ein auffallender Blütenbesuch beobachtet.

4.6.3. Altersstruktur der Bestände

Abb. 11 zeigt halbschematisch die Altersstruktur der Bestände auf 4 verschiedenen Standorten. Mit Rücksicht auf den Schutzstatus der Art wurden die Jahrringe nur bei so vielen Pflanzen ausgezählt, daß die Tendenz der Verteilung deutlich wurde. Am Pionierstandort konnte der Rosettendurchmesser von Pflanzen mit dem von einigen Pflanzen verglichen werden, deren Jahrringe gezählt wurden.

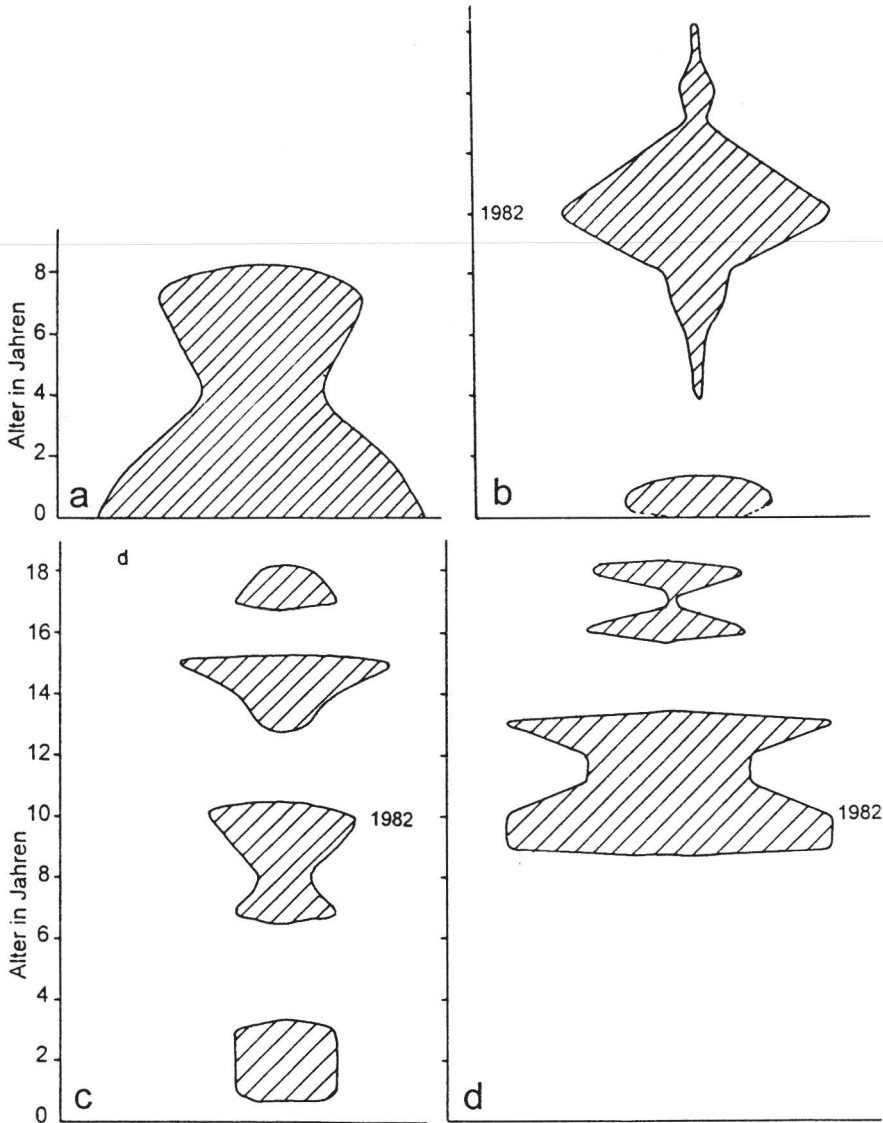


Abb. 11 Altersstruktur der Populationen auf vier verschiedenen Standorten bei Köllme
 a: Pionierstandort (07.08.92, 29 m², insgesamt 179 Pflanzen)
 b: Moosstandort (07.08.92, 25 x 50 cm, 136 Pflanzen)
 c: Südexponierter Oberhang (12.09.92, 60 x 40 cm, 24 Pflanzen)
 d: dichter *Sesleria varia*-Bestand (12.09.92, 20 x 20 cm, 10 Pflanzen)

Fast alle Alterspyramiden zeigen eine hohe Natalität in den Jahren 1982 und 1983. Die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse waren in diesen Jahren sehr günstig. Die geringe Natalität 1984-1985 kann wahrscheinlich auf die anhaltenden Januarfröste zurückgeführt werden, da Keimlinge frostempfindlicher sind als erwachsene Pflanzen. An der nördlichen Arealgrenze ist eine Erneuerung der Bestände also nur unregelmäßig und in Jahren mit günstiger Witterung möglich.

In dichteren Rasen (Seslerietum) ist die Kugelblume für die generative Erneuerung auf episodische Störung angewiesen.

4.6.4. Bestandsdynamik, Regeneration aus Wurzelsprossen

Wegen des kurzen Beobachtungszeitraumes waren umfangreiche Untersuchungen zur Bestandsdynamik nicht möglich. Eine erste Orientierung geben folgende Werte von einer 1 m² großen Dauerfläche am Pionierstandort:

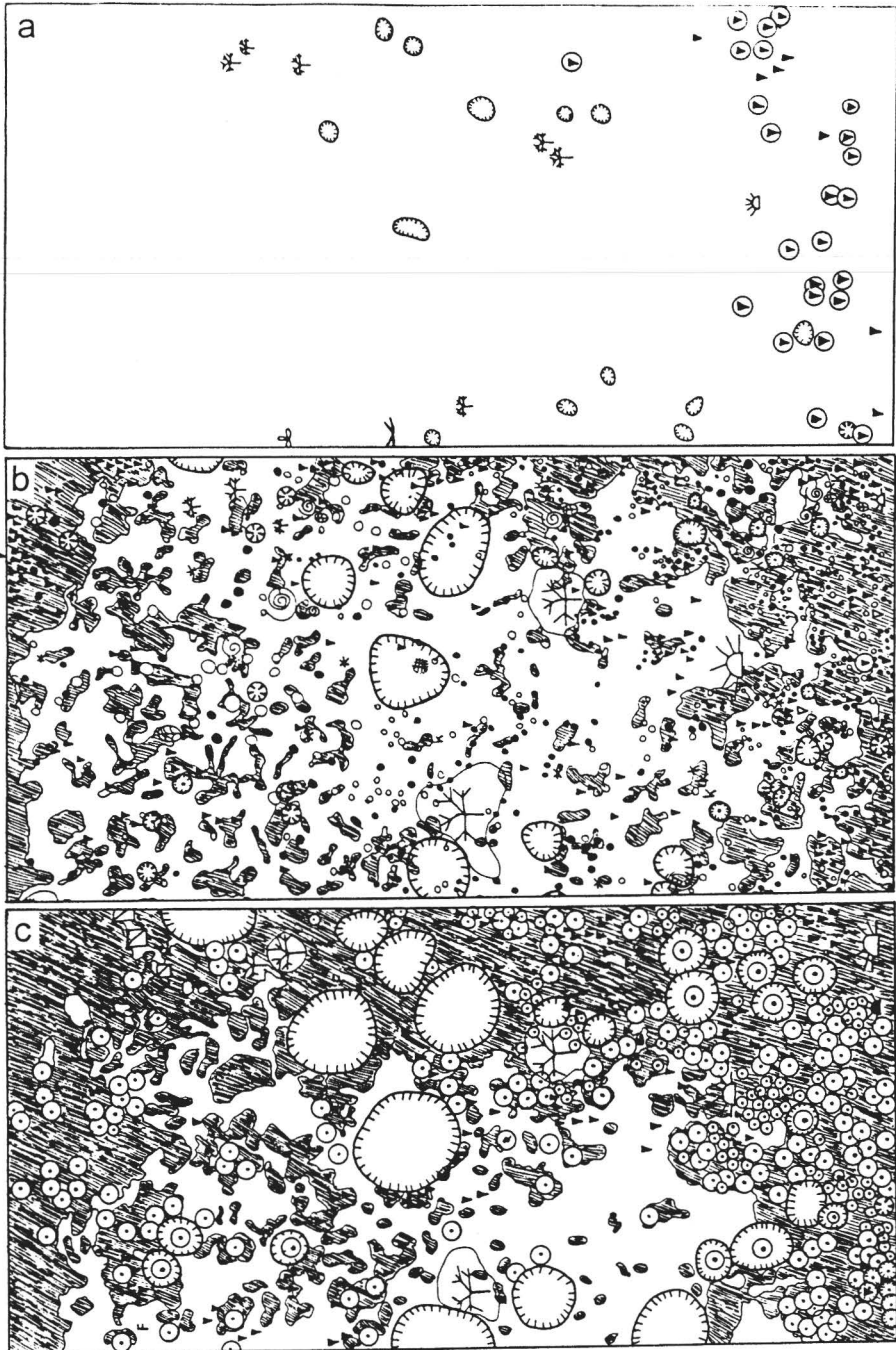
	März 1990	August 1992
Adulte:	17	8 lebend (Flächendeckung verdoppelt), 9 abgestorben
Etablierte Jungpflanzen	1	1 abgestorben, 7 neue
Keimlinge:	0	33

Um den Einfluß von Störungen der Vegetationsdecke auf die Entwicklung der Kugelblume zu ermitteln, wurden Anfang April 1990 auf dem Moosstandort von einem Quadratmeter alle oberirdischen Pflanzenteile entfernt, und der Oberboden wurde 5 cm tief abgetragen. Das Ergebnis war überraschend: Ein Teil der im Wurzelhalsbereich abgetrennten *Globularia*-Pflanzen entwickelte nach kurzer Zeit regenerativ Wurzelsprosse und bildete schon nach 8 Wochen mehrere 3-6blättrige Rosetten (Abb. 12 a, b). Im Jahre 1991 kamen von 21 regenerierten Pflanzen 10 zur Blüte mit durchschnittlich 2,3 Köpfchen pro Individuum, 1992 blühten alle regenerierten Pflanzen mit durchschnittlich 5,4 Köpfchen. Im ungestörten Bestand kamen 1992 dagegen nur 4,9 % aller Individuen zur Blüte, davon 0,7 % mit 2 Köpfchen und 4,2 % mit einem Köpfchen. Im Regenerationsquadrat kamen außerdem zahlreiche Keimlinge auf (1991: 712/m²), von denen einschließlich der des Vorjahres sich ca. 75 % bis September 1992 als Jungpflanzen etablieren konnten. Sie traten besonders am Rand des Probequadrates auf, der sich an einen individuenreichen Bestand anschloß. Eine Ausbreitung über größere Entfernungen oder eine Erneuerung aus dem Samenvorrat im Boden erfolgte nicht. Ähnlich positiv wirkte sich die Beseitigung der Konkurrenz im Seslerietum aus. Die Regenerationsrate kann, wie weitere quantitative Versuche zeigten, bis 70 % betragen. Außer *Globularia* regenerierten am Moosstandort bis Anfang Juni 1990 *Seseli hippomarathrum* und *Koeleria macrantha*. Die Wiederbesiedelung durch *Tortella inclinata* hatte im Beobachtungszeitraum auf die Etablierung der *Globularia*-Keimlinge keinen sichtbaren negativen Einfluß.

4.7. Fundorte, Standorte und Vergesellschaftung in Mitteldeutschland

Nördlich des Mains wächst die Kugelblume in Mitteleuropa nur im Saale-Unstrut-Gebiet, und zwar konzentriert im Raum westlich und nordwestlich von Halle, im Unstruttal bei Freyburg und Laucha und im Gebiet der Saale und Ilm bei Jena, Orlamünde und Rudolstadt.

Insgesamt wurden im Gebiet 25 Wuchsorte bekannt, davon existieren noch 18 (Abb. 13), von diesen wurden 10 aufgesucht und mit Vegetationsaufnahmen belegt (Tabelle bei den Autoren, Größe der Flächen (2) bis 4



Legende zu Abb. 12 (auf S. 162)

Vegetationsentwicklung nach Entfernung aller oberirdischen Pflanzenteile auf 1 m² am Moosstandort am 08.04.90 (nur die Hälfte des Dauerquadrates dargestellt).

- a: Aufnahme am 07.06.90: Regeneration von *G. bisnagarica* aus Wurzelsprossen, dazu Frühjahrskeimlinge. *Tortella inclinata* noch kaum entwickelt, nicht dargestellt.
 b: Aufnahme am 27.10.90: Reichliches Keimlingsaufkommen von *Globularia* und von Winterannuellen.
 c: Aufnahme am 13.09.92: Generative Regeneration von *Globularia* aus Jungpflanzen vom Sommer 1991. Der *Tortella inclinata*-Bewuchs zu ca. 70 % regeneriert. Annuelle nicht gezeichnet. Erklärung der Signaturen:

○ <i>G. bisnagarica</i> , aus Wurzelsprossen regeneriert	⊖ <i>Tortella inclinata</i>
▼ <i>G. bisnagarica</i> , Keimling	✦ <i>Seseli hippomarathrum</i>
⊖ <i>G. bisnagarica</i> , etablierte Keimpflanze	✧ <i>Echium vulgare</i>
⊗ <i>G. bisnagarica</i> , Jungpflanze, mehrere Monate alt	✨ <i>Hieracium cymosum</i>
● <i>Cerastium pumilum/pallens</i>	⊗ <i>Sanguisorba minor</i>
🌿 <i>Koeleria macrantha</i>	⊙ <i>Capsella bursa-pastoris</i>
⊞ <i>Carlina vulgaris</i>	○ <i>Hornungia petraea</i>
⊞ <i>Thymus praecox</i>	✦ <i>Erophila verna</i>
K Keimling spec.	

bis (25) m²). Im folgenden werden, soweit bekannt, Erstnachweisdaten, die Lage im Meßtischblattgitter, die Größe der Bestände, die Standortverhältnisse und die Vegetation angegeben. Erloschene Vorkommen sind mit † gekennzeichnet.

- † Bei der Georgsburg unweit von Könnern (MTB 4336/2). Erstnachweis: ANDRÉE (1874, zitiert in SCHULZ 1921). Nach SCHULZ "später durch den Betrieb des Kalksteinbruchs vernichtet".
- Zwischen Dobis und Wettin (MTB 4336/4). Erstnachweis: EBERT (1929): "zahlreich auf dem Zechsteinhange zwischen Dobis und Wettin". Nach eigener Beobachtung ausgedehnter, sehr individuenreicher Bestand (>500 Pflanzen). Süd- bis Westhang 5-8°, *Festuco vallesiacae*-*Stipetum capillatae* mit *Koeleria macrantha*. Deckung 35-75 %, Artenzahl 18-22 (4 Aufn.).
- "Kirschberg" bei Lieskau (MTB 4437/3). Erstnachweis: SCHULZ (1921): "an zwei Stellen nordwestlich von Lieskau". Am Kirschberg bis heute zahlreich, sonst im Gebiet nur vereinzelt und durch Verbuschung verdrängt. Unterer Muschelkalk, S- und SW-Hang 15-20°, *Alyso-Festucetum cinereae*, stellenweise mit *Sesleria* und *Bromus erectus*, Deckung 40-70 %, Artenzahl 24-28 (5 Aufn.).
- "Gebler's Berg" bei Köllme (MTB 4436/4). Erstnachweis: REHFELDT (1717): "bey Kelme in den Weinbergen". (Noch nicht erwähnt bei SCHAEFFER 1662 und KNAUTH 1687). Bei BUXBAUM (1721): "in montibus apricis bey Kelme". Individuenreichstes Vorkommen im Osten Deutschlands. Vgl. Kap. 3.1.
- Bei Bennstedt (MTB 4536/2). Erstnachweis: LEYSSER (1761): "auf dem Vogelsberge ad Benstädt copiose". Von SCHULZ (1921) noch an ehemaligen Weinbergen nördlich der Landstraße zwischen dem Dorfe und dem Bahnhofs und "vereinzelt nördlich nach Köllme hin" beobachtet, jetzt nach eigenen Kontrollen an der Landstraße erloschen, aber am 6. 5. 1998 an einem Motorradweg 1 km nördlich Bennstedt bestätigt.
- † Bei Seeburg (MTB 4535/1). Erstnachweis: SPRENGEL (1806). Nach SCHULZ (1921) später nicht mehr gefunden.
- † Schmon (MTB 46935/3), geographisch unscharf, SCHULZ (1921) nach einer Angabe von RUPP (1726), später nicht wieder gefunden.

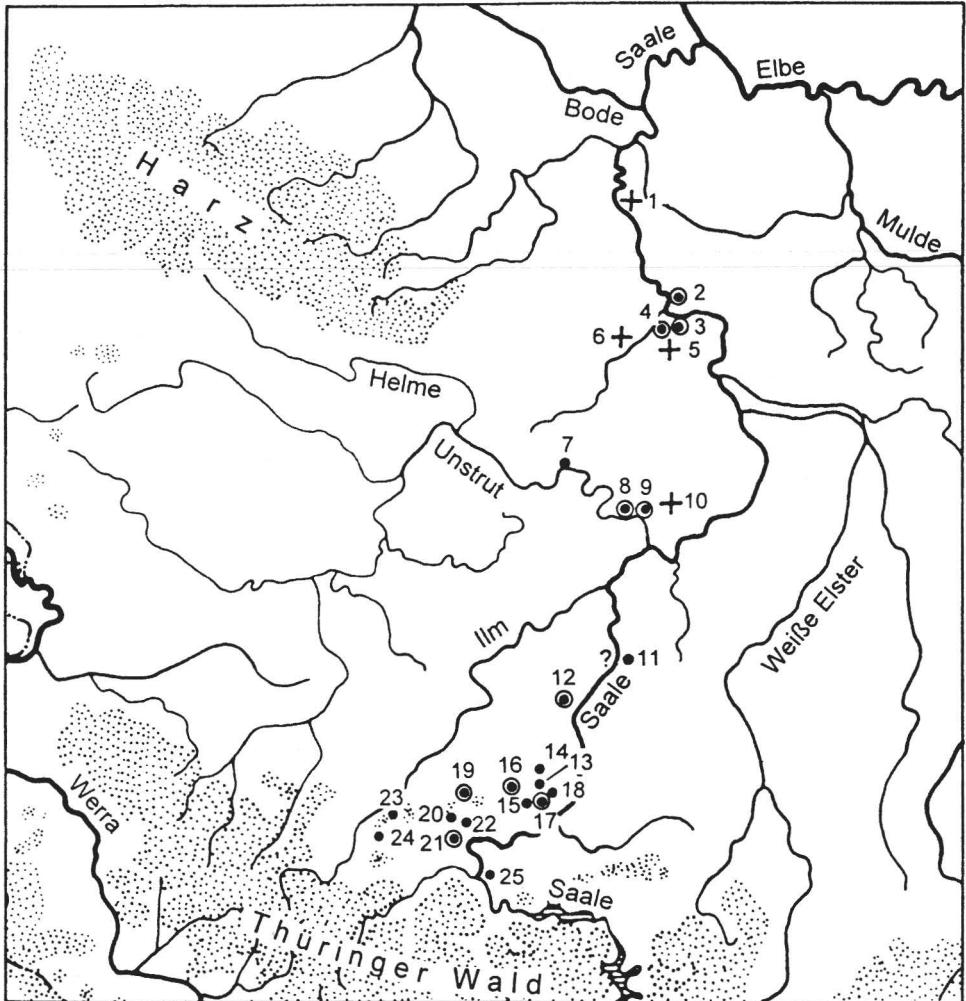


Abb. 13 Punktkarte der Vorkommen von *Globularia bisnagarica* in Thüringen und Sachsen- Anhalt. Mit ○ markierte Fundorte wurden von K. HOLLÄNDER aufgesucht, die Vorkommen mit Vegetationsaufnahmen belegt. + erloschene Vorkommen.

8. "Schafberg" bei Zscheiplitz zwischen Balgstädt und Laucha (MTB 4736/3). Erstnachweis: wohl REICHENBACH (1842): "bei Zscheiplitz", STARKE (1886): "Kalkberge zwischen Schleberode und Zscheiplitz,.... ziemlich zahlreich". Seit ca. 100 Jahren aufgelassener Weinberg, extensive Schafhutung. 4 Flächen, insgesamt 40 m² und 400 Pflanzen. Gute Bedingungen für generative Regeneration. Unterer Muschelkalk SW 10°, *Carex humilis-Anthericum*-Rasen, z. T. mit *Astragalus exscapus*, *Adonis vernalis*, *Brachypodium pinnatum* und *Stipetum capillatae*. Artenzahl 17 und 25, Deckung 60 und 85 % (2 Aufn.).

9. "Neue Göhle" bei Freyburg (MTB 4736/4). Evtl. hierzu die Angabe "bei Freiburg" bei RUPP (1726), sicher die von GARCKE (1848) und SCHÖNHET (1850). Unterer Muschelkalk, SW-Hang 8-13° auf ehemaligen Weinbergen. Früher individuenreich, nach Unterschutzstellung infolge des Wegfalls der Beweidung stark zurückgegangen, die meisten Exemplare nicht mehr blühend. *Carex humilis*-Rasen im Geranio sanguinei-Peucedanetum cervariae mit Saum-Arten (*Inula hirta*, *Geranium sanguineum*, *Agrimonia eupatoria*, *Prunus spinosa*). Deckung 75-95 %, Artenzahl 22-30 (3 Aufn.).
10. † "Hackens Hölztgen" nordöstlich Branderoda (MTB 4736/2). Erstnachweis: RUPP (1726), 1907 von ORTMANN (in SCHULZ 1921) spärlich wiedergefunden. 1910 Standort in Gärten und Äcker umgewandelt, der Bestand ausgelöscht (SCHULZ 1921).
11. † Tautenburg Forst (MTB 5036/1). SCHÖNHET (1850), BOGENHARD (1850, nur im Register), von späteren Autoren wohl nur übernommen. Nach SCHWARZ (1961, S. 30) ist die Angabe, die auf den Apotheker BUDDENSIEG zurückgeht, wie andere "Funde" dieses Autors höchst zweifelhaft.
12. Bei Jena (MTB 5035/231). Das Vorkommen wurde O. SCHWARZ nach 1939 durch mündliche Mitteilung von FRÖHLICH bekannt. Publiziert von SCHWARZ (1961) "an einem Bergvorsprung im Mühlal, rechts vom Eingang ins Rosental". Nach eigener Kontrolle auf kleiner Fläche sehr individuenreich, in den letzten Jahrzehnten zunehmend, SO-Hang 20°, Deckung 75-80 %, Artenzahl 18-20, Mesobromion-Raseninsel im Kiefern-mischwald, evtl. angesalbt. - Trinio-Caricetum humilis, stellenweise mit *Bromus erectus* (3 Aufn.).
13. "Schockenberg" bei Martinsroda südlich von Geunitz (MTB 5134/443). Nach HELMECKE (1990 mündlich) vereinzelt; nach DIETRICH (in HEINRICH 1992) soll der Bestand zunehmen.
14. "Vorwerkshügel" zwischen Geunitz und Dröbnitz (MTB 5134/4). Nach HELMECKE (1990 mündlich).
15. "Spaal" bei Wittersroda (MTB 5134/3). Nach HELMECKE (1990 mündlich). Von der Autorin aufgesucht, ca. 150-200 Expl. Südhang 25°, Deckung 25 %, Artenzahl 20, *Carex humilis*-Rasen mit *Anthericum* und *Brachypodium* (1 Aufn.).
16. Bei Heilingen (MTB 5234/22). a: Am "Mordberg" zum "Kessel" (MEINUNGER 1992). b: Am "Hasenberg" bei Martinsroda (MEINUNGER 1992), nach DIETRICH (in HEINRICH 1992) soll der Bestand zunehmen.
17. "Lederberg" bei Kleinbucha (MTB 5234/22). MEINUNGER (1992). Von der Autorin 1991 und 1992 aufgesucht. Unterer und mittlerer Muschelkalk. S-SO-Hang 6-35°, Artenzahl 18-43, Deckung 25-75 % (10 Aufn.). Trinio-Caricetum humilis, z. T. mit Waldsteppenarten wie *Tanacetum corymbosum*; *Globularia* vor allem im erodierten Oberhangbereich, s. Abb. 14. Vom Menschen kaum beeinflusster Standort.
18. "Kugelberg" (Südhang) bei Dienstedt (MTB 5235/111). MEINUNGER (1992).
19. Bergnase des "Steinberges" 1 km NO Teichel (MTB 5233/222). BREITRÜCK (1975). Von der Autorin aufgesucht, nur ca. 70 Exemplare. Unterer und Mittlerer Muschelkalk. Schotterhang, SW-Hang 10°, Deckung 60-85 %, Trinio-Caricetum humilis bzw. Brachypodio-Anthericetum (2 Aufn.).
20. "Viehberg" 0,7 km N Heilsberg (MTB 5233/231). Westhang. MEINUNGER (1992).
21. "Brotkuppe" 0,5 km NNW Eichfeld (MTB 5233/413). MEINUNGER (1992). Von der Autorin aufgesucht, ca. 150-200 Expl. *Carex humilis*-Kalkfelsrasen. Deckung 35 %, Artenzahl 28 (1 Aufn.).
22. Kalkfelsen 0,5 NW Geitersdorf (MTB 5232/242). MEINUNGER (1992).
23. "Döllstedter Berg" 1,8 km NO Döllstedt (MTB 5232/242). MEINUNGER (1992).
24. "Frankenberge" N Hengelbach (MTB 5232/414). MEINUNGER (1992).

Drei weitere Angaben sind sehr fragwürdig und wurden in die Karte deshalb nicht aufgenommen: Sandersleben (MTB 4335/1) und Bernburg (MTB 4236/1) werden nur von SCHWABE (1865) genannt. Dazu

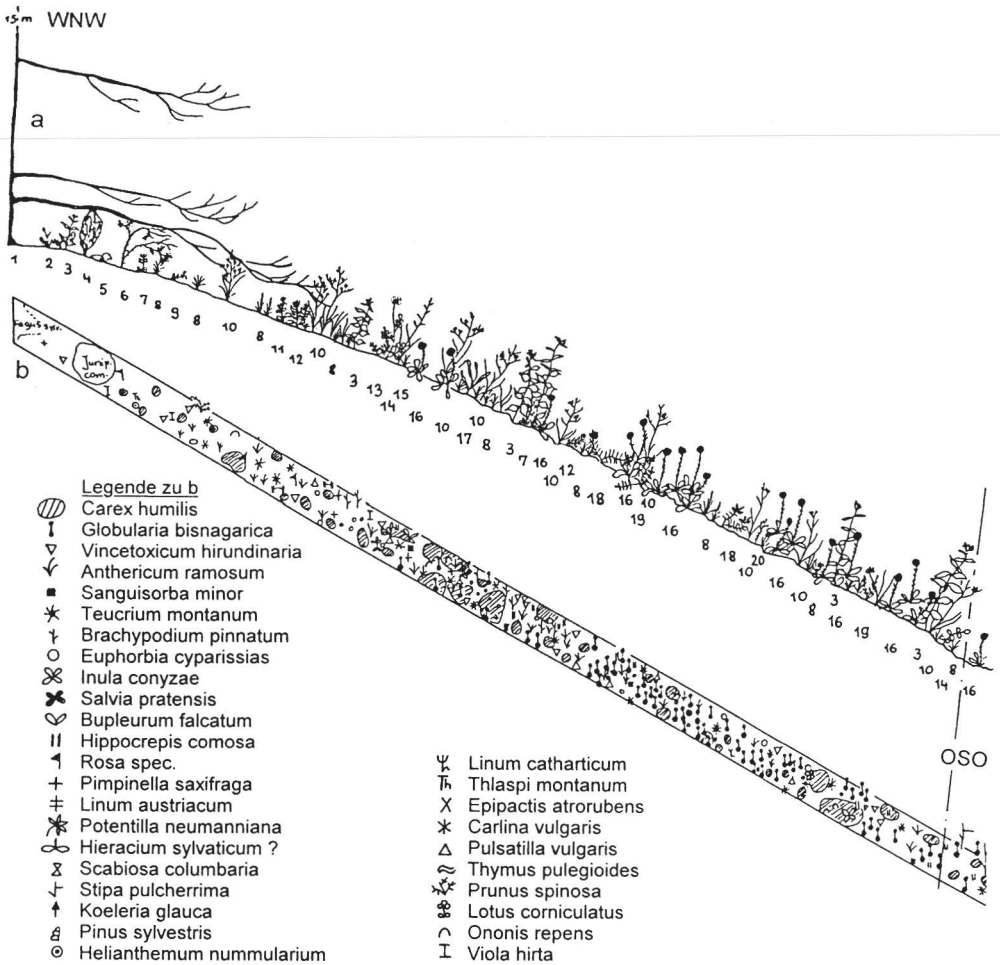
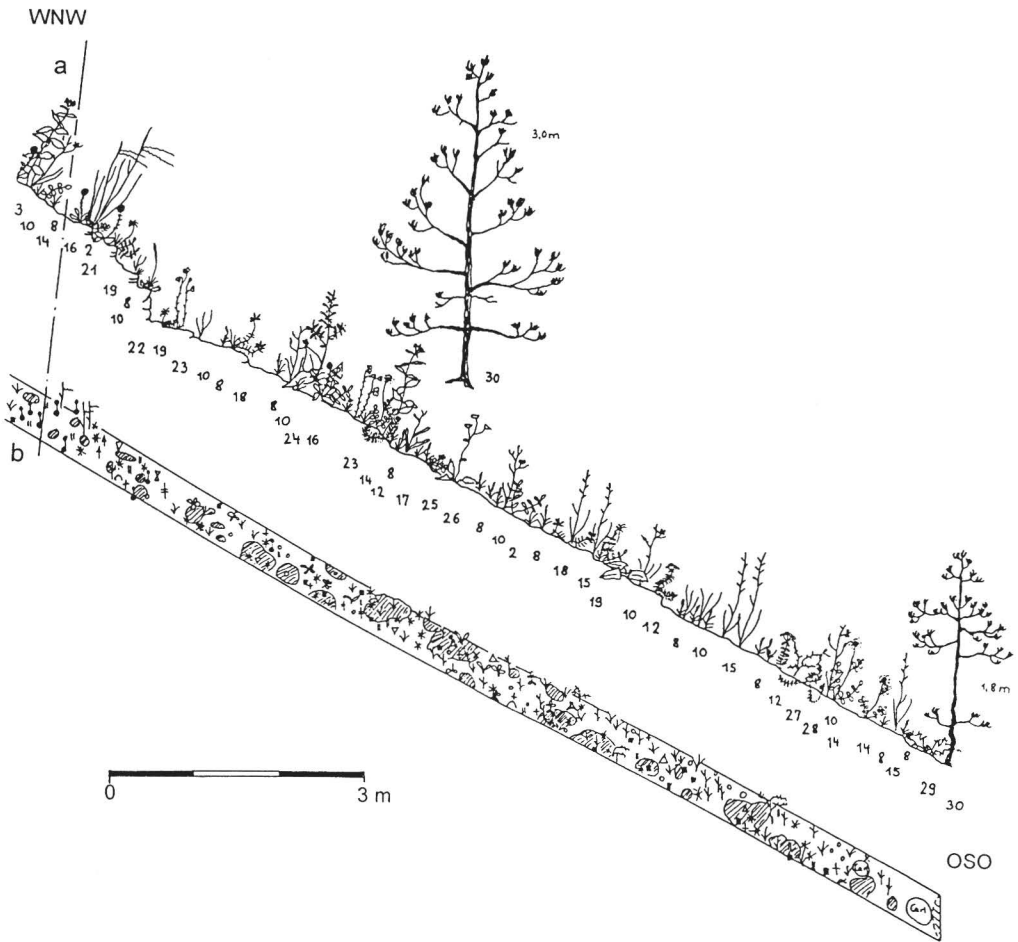


Abb. 14

Vegetationsprofil (a: Seitenansicht und b: Aufsicht, Länge 22 m, Breite 0,5 m) am Lederberg bei Kleinbucha/Thüringen, SO-Hang. *Globularia bisnagarica* hält sich an den stärker erodierten Oberhang, wo neben *Carex humilis* auch *Anthericum ramosum* und *Teucrium montanum* häufig sind, aber *Pulsatilla*, *Bupleurum falcatum*, *Brachypodium pinnatum* und *Carlina vulgaris* fehlen.

Legende zu a

- | | | | | | |
|----|---------------------------------|----|-------------------------------|----|-------------------------------|
| 1 | <i>Fagus sylvatica</i> | 11 | <i>Ajuga reptans</i> | 21 | <i>Stipa pulcherrima</i> |
| 2 | <i>Pimpinella saxifraga</i> | 12 | <i>Euphorbia cyparissias</i> | 22 | <i>Koeleria pyramidata</i> |
| 3 | <i>Vincetoxicum hirsutum</i> | 13 | <i>Pulsatilla vulgaris</i> | 23 | <i>Linum austriacum</i> |
| 4 | <i>Juniperus communis</i> | 14 | <i>Sanguisorba minor</i> | 24 | <i>Salvia pratensis</i> |
| 5 | <i>Viola hirta</i> | 15 | <i>Brachypodium pinnatum</i> | 25 | <i>Potentilla neumanniana</i> |
| 6 | <i>Rosa spec.</i> | 16 | <i>Globularia bisnagarica</i> | 26 | <i>Carlina vulgaris</i> |
| 7 | <i>Thlaspi montanum</i> | 17 | <i>Bupleurum falcatum</i> | 27 | <i>Prunus spinosa</i> |
| 8 | <i>Carex humilis</i> | 18 | <i>Teucrium montanum</i> | 28 | <i>Thymus pulegioides</i> |
| 9 | <i>Helianthemum nummularium</i> | 19 | <i>Hippocrepis comosa</i> | 29 | <i>Carlina acaulis</i> |
| 10 | <i>Anthericum ramosum</i> | 20 | <i>Linum catharticum</i> | 30 | <i>Pinus sylvestris</i> |



schreibt schon SCHULZ (1921): "Die Angaben über ein Vorkommen der Art bei Bernburg und Sandersleben beruhen wohl.... auf freier Erfindung". Weiter heißt es: "Auch bei Neuhof unweit von Sachsa, wo sie G. H. WEBER" (1778, Fundort in Niedersachsen) "beobachtet haben will, ist sie wohl niemals vorgekommen".

5. Diskussion

Aus der Untersuchung der Vegetation an den mitteldeutschen Standorten geht hervor, daß die Art hier nicht an eine bestimmte Gesellschaft oder einen Verband gebunden ist. In Süddeutschland liegt ihr Schwerpunkt in den Brometalia erecti, sie gilt nach OBERDORFER (1992) als Verbandscharakterart des Xerobromion. Nach POTT (1992) ist sie am Kaiserstuhl und Isteiner Klotz kennzeichnend für die lückige Initial-Dauergesellschaft des Trespentrockenrasens, die vom Bunten Erdflechtenverein durchsetzt ist. Im Schwäbischen und Fränkischen Jura wird sie aus der "Kugelblumen-Blaugrashalde" und als Assoziationscharakterart des Pulsatillo-Caricetum humilis angegeben (OBERDORFER 1993, POTT 1992, GAUCKLER 1938).

In Mitteldeutschland kommt die Art sowohl im Seslerio-Xerobromion vor (z. B. Thymo-Seslerietum W. SCHUB. 63), als auch im Teucrio-Festucetum mit kontinentalen Elementen wie *Euphorbia seguieriana*, und schließlich auch in kontinentalen Trockenrasen (Teucrio-Stipetum capillatae MAHN 56 bei Zscheiplitz, Festuco valesiaceae-Stipetum LIBBERT 31 bei Dobis). An den thüringischen Fundorten wächst *G. bisnagarica* vorwiegend in weniger kontinentalen, aber *Sesleria varia*-freien Dauergesellschaften, wie dem Brachypodio-Anthericetum KNAPP et REICHH. 73, das von SCHUBERT et al. (1995) zum Trinio-Caricetum humilis VOLK 38 gestellt wird. In Nordostitalien wächst sie in 11 verschiedenen Gesellschaften der Festuco-Brometea, charakterisiert z.B das Schoeno nigricantis-Chrysopogonetum grylli, fehlt dagegen in den Seslerietea-Gesellschaften (CHIAPELLA FEOLI et POLDINI 1953).

Da Makroreste und Pollenfunde aus dem Quartär fehlen, kann auf die Natürlichkeit der Fundorte nur aus der Geschichte sowie aus der aktuellen und der potentiellen Vegetation geschlossen werden.

Als Primärstandorte, d. h. offene Vegetationseinheiten, die durch sehr steile Hanglage und Trockenheit gekennzeichnet sind und nicht vom Menschen genutzt wurden, sind in Mitteldeutschland wohl nur die Vorkommen zwischen Saale und Ilm bei Rudolstadt und Orlamünde anzusehen. Wahrscheinlich kann nur hier von postglazialen Reliktorkommen gesprochen werden. Im Unstrutgebiet und bei Köllme wächst die Pflanze auf alten, aufgelassenen Weinbergen. Durch Schafhaltung und Steinbruchbetrieb wurde sie gefördert. Vielleicht ist sie mit dem Weinbau an die nördlichsten Wuchsorte gelangt. Heute ist sie im gesamten Areal nördlich der Alpen beim Nachlassen anthropo-zoogener Einflüsse im Rückgang. Soll sie erhalten werden, so muß sie sich als Pleiokormstaude mit begrenzter Lebensdauer generativ erneuern können. Dazu sind offene Stellen in der Vegetationsdecke erforderlich, die an den Halbtrockenrasen-Standorten nur durch Viehtritt oder ähnliche Störungen hervorgerufen werden. Klimatische Grenzen sind der Ausbildung fruchtbarer Diasporen in unserem Gebiet nicht gesetzt. Im geschlossenen Seslerietum oder gar Brachypodietum und Mesobrometum kommt sie jedoch nicht mehr zur Blüte, und ihr Bestand ist gefährdet. Mäßige Beweidung durch Schafe und Ziegen ist für den Erhalt geeigneter Wuchsplätze an den flacher geneigten Standorten notwendig. Gegen Verbiß ist sie durch Bitter- und Gerbstoffe geschützt, und selbst Bodenabtrag kann sie durch Wurzelsproßbildung überstehen. Schafhaltung kann durch Diasporentransport im Fell auch zur Überwindung von Akzessibilitätsschranken zwischen den verinselten Kalkfelsrasen-Standorten beitragen, da Anemochorie nach unseren Ergebnissen nicht effektiv ist. *Globularia bisnagarica* gehört also im Hügelland zu den Arten, denen nicht geholfen ist, wenn die Standorte möglichst unberührt gelassen werden, ja nicht einmal die Entbuschung von Rasenstandorten kann ihren Bestand sichern. So ist es richtig, wenn Sukzession als Gefahr für die Art bezeichnet wird, dagegen für die meisten Vorkommen nicht ausreichend, einen konservierenden Biotopschutz als Maßnahme zur Erhaltung vorzuschlagen (ZIMMERMANN et al. 1989).

6 . Zusammenfassung

HOLLÄNDER, K.; JÄGER, E. J.: Wuchsform und Lebensgeschichte von *Globularia bisnagarica* L. (*G. punctata* LAPEYR., Globulariaceae). - *Hercynia N. F.* 31 (1998): 143-171.

Globularia bisnagarica, eine in Deutschland unter Naturschutz stehende und in mehreren Bundesländern erloschene oder gefährdete, attraktive Kalktrockenrasenpflanze, wird hinsichtlich ihrer Wuchsform (einschließlich Bewurzelung), Lebensgeschichte und Populationsbiologie an verschiedenen Standorten in Mitteldeutschland untersucht. Ihre gegenwärtige Verbreitung wird dokumentiert, die Standorts- und Gesellschaftsbindung beschrieben. Die Pleiokornstaude mit Halbstrauchtendenz hat eine potentielle Lebensdauer von etwa 20-25 Jahren. Sie kann sich nur generativ erneuern, und zwar nur in lückiger, offener Vegetation, also im Bereich geschlossener Halbtrockenrasen nur an gestörten Stellen. Keimlinge etablieren sich besonders in feuchten Abschnitten der Vegetationsperiode. Die Ausbreitung der Diasporen durch den Wind ist wenig effektiv, über weitere Distanzen wirkt eher Epizoochorie. Während die Art noch in Thüringen in Xerobromion-Gesellschaften vorkommt, wächst sie bei Halle und im Unstrutgebiet in kontinentalen Trockenrasen. Gegenwärtig ist sie wegen des Wegfalls der Beweidung im Rückgang. Durch lokales Aufreißen der (Halb)trockenrasen können die Bestände gefördert werden, zumal regenerativ Wurzelsprosse gebildet werden.

7. Literatur

- AMARAL FRANCO, J. DO (1984): Nova flora de Portugal. Vol. 2. - Lisboa.
- Atlas DDR (1975): Atlas Deutsche Demokratische Republik (Hrsg.: Akad. Wiss. DDR u. VEB Hermann Haack). - Leipzig.
- BREITRÜCK, H. (1975): Zur Flora von Südostthüringen. 2. Beitrag. - *Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat.* 24: 99-102.
- BREITRÜCK, H. (1979): Zur Flora von Südostthüringen. 3. Beitrag. - *Mitt. flor. Kart. Halle* 5 (2): 28-39.
- BOGENHARD, C. (1850): Taschenbuch der Flora von Jena. - Leipzig.
- BUXBAUM, J.CH. (1721): Enumeratio plantarum accuratior in agro Hallensi locisque vicinis... - Halle, Magdeburg.
- CHIAPPELLA FEOLI, L.; POLDINI, L. (1993): Prati e pascoli del Friuli (NE Italia) su substrati basici. - *Studia Geobotanica* 13: 3-140.
- CONTANDRIOPOULOS, J. (1978): Contribution à l'étude cytobiogéographique du genre *Globularia* L. - *Rev. Biol. Écol. Médit.* 5: 3-14.
- DÖRR, M. (1941): Temperaturmessungen an Pflanzen des Frauensteins bei Mödling. - *Beih. Bot. Centralbl.* 60, Abt. A: 679-728.
- EBERT, W. (1929): Flora des Kreises Bernburg und der angrenzenden Gebiete. - Bernburg.
- FLORA REIPUBLICAE BULGARICAE, Bd. 10. (Red.: KOZUHAROV, S.I.) 1995. - Sofia.
- GARCKE, A. (1848): Flora von Halle. 1. Teil, Phanerogamen. - Halle.
- GAUCKLER, K. (1938): Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzen-soziologischer, ökologischer und geographischer Betrachtung. - *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 23: 5- 134.
- GEISELBRECHT, J.; MUCINA, L.; HIEBINGER, C.K. (1995): A Monte Carlo randomisation procedure for estimating the synchronicity of growth-curves in plant-demography studies. - *Coenoses* 10: 45-49.
- HEGI, G. (1974): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. VI, Teil 1. 2. Aufl. - Hamburg.
- HEGNAUER, R. (1966): Chemotaxonomie der Pflanzen. Bd. 4. - Basel, Stuttgart
- HEGNAUER, R. (1989): Chemotaxonomie der Pflanzen. Bd. 8. - Basel, Boston, Berlin.

- HEINRICH, W. (1992): Bemerkenswerte Pflanzenfunde (5). - Informationen zur floristischen Kartierung in Thüringen (Jena) **2**: 6-10.
- HOFMANN, C. (1936): Experimentell-ökologische Untersuchungen an Pflanzen auf dem Frauenstein bei Mödling mit besonderer Berücksichtigung der Transpiration. - Beih. Bot. Centralbl. **55**, Abt. A: 212-270.
- HOLLÄNDER, K. (1993): Beiträge zu einer biologischen Monographie der Gattung *Globularia* L. (Familie Globulariaceae DC.) unter besonderer Berücksichtigung der Art *Globularia punctata* LAPEYR.- Dipl.-arbeit Univ. Halle, Mskr.
- HOLLÄNDER, K.; JÄGER, E.J. (1994): Morphologie, Biologie und ökogeographische Differenzierung von *Globularia*. I. Progressionen in der Wuchsform, Infloreszenz, Blattnervatur und Verbreitung. - Flora **189**: 223-254.
- JÄGER, E.J. (1970): Charakteristische Typen mediterran-mitteleuropäischer Pflanzenareale. - Feddes Repert. **81**(1-5): 67-92.
- KNAUTH, CH. (1687): Enumeratio plantarum circa Halam saxonum et in ejus vicinia... - Leipzig.
- KRUMBIEGEL, G.; SCHWAB, M. (1974): Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. Bd. 1/2. - Halle.
- KUPFENDER, H. (1891): Beiträge zur Anatomie der Globulariaceen und Selaginaceen und zur Kenntnis des Blattcambiums. - Diss., Kiel.
- KUTSCHERA, L.; LICHTENEGGER, E. (1992): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Bd. 2, Teil 1. - Stuttgart, Jena, New York.
- LEYSSER, F. W. v. (1761): Flora Halensis. 1. Aufl. - Halae Salicae.
- LUHAN, M. (1954): Über das Vorkommen von Sklerenchym-Idioblasten bei *Globularia*-Arten. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. **67**: 346-355.
- MAHN, E.-G. (1965): Vegetationsaufbau und Standortverhältnisse der kontinental beeinflussten Xerothermrasengesellschaften Mitteldeutschlands. - Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-nat. Kl. **49** (1): 1-138.
- MEINUNGER, L. (1992): Florenatlas der Moose und Gefäßpflanzen des Thüringer Waldes, der Rhön und angrenzender Gebiete. Textteil und Kartenteil. - Haussknechtia Jena, Beih. **3/1** und **3/2**.
- MILETTI, N. (1987): Revisione sistematica del genere *Globularia* L. (Globulariaceae) in Italia. - Dottorato di Ricerca, Univ. Firenze.
- MILETTI, N.; JARVIS, C.E. (1987): Linnean names in the genus *Globularia* L. (Globulariaceae) and their typification. - Taxon **36**: 635-639.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1986): Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, **85**: 1-261.
- NAPP-ZINN, K. (1974): Anatomie des Blattes. II. Angiospermen A 2., Berlin-Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Bd. 2. 3. Aufl. - Jena.
- OBERDORFER, E. (1994) Pflanzensoziologische Exkursionsflora . 7. Aufl. - Stuttgart.
- PLUNKENET, L. (1691): Phytographia sive illustriorum & minus cognitarum icones. Pars altera. - London.
- PLUNKENET, L. (1696): Almagestum botanicum sive Phytographiae Plucnetianae - London.
- POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. - Stuttgart.
- PRAGLOWSKI, J.; GYLLANDER, K. (1970): Globulariaceae. - In: ERDTMANN, G. (ed.): World pollen flora. - Copenhagen.

- PUNT, W.; MARKS, A. (1991): Globulariaceae. - In: PUNT, W.; BLACKMORE, S. (eds.): The Northwest European pollen flora. Teil 49, S. 109-113. - Amsterdam, London, New York.
- REHFELDT, A. (1717): Hodegus botanicus menstruus,..... - Halle, Magdeburg.
- REICHENBACH, H.G.L. (1842): Flora Saxonica. - Dresden, Leipzig.
- Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. Bundesamt f. Naturschutz. - Bonn-Bad Godesberg 1996.
- RUPP, H. B. (1726): Flora Ienensis. 2. Aufl. - Frankfurt & Leipzig.
- SCHAEFFER, K. (1662): Deliciae botanicae Halenses. - Halle.
- SCHÖNHEIT, F.Ch.H. (1850): Taschenbuch der Flora Thüringens. - Rudolstadt.
- SCHUBERT, R.; HILBIG, W.; KLOTZ, St. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. - Jena, Stuttgart.
- SCHULZ, A. (1921): Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung interessanter Phanerogamenformen im Saalebezirk I. - Mitt. Thüring. Bot. Ver. N.F. 35: 13-20.
- SCHWABE, S.H. (1865): Flora von Anhalt. - Dessau.
- SCHWARZ, O. (1938): Die Gattung *Globularia*. - Bot. Jahrb. 69: 318-373.
- SCHWARZ, O. (1961): Über das Auftreten von *Globularia aphyllanthes* Cr. in Thüringen. - Drudea 1 (1/2): 29-34.
- SEBALD, O.; SEYBOLD, S.; PHILIPPI, G.; WÖRZ, A. (1996): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. - Bd. 5. - Stuttgart.
- SPRENGEL, C. (1806): Florae Halensis tentamen novum. - Halae.
- STARKE, K. (1886): Botanischer Wegweiser für die Umgebung von Weißenfels. - Weißenfels.
- TSCHANDER, B. (1991): Wachstums- und Fortpflanzungsstrategie bei *Cirsium spinosissimum* (L.) SCOP. - Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 57: 72-115.
- URBANSKA, K.M. (1992): Populationsbiologie der Pflanzen. - Stuttgart, Jena.
- WETTSTEIN, R.v. (1895): Globulariaceenstudien. - Bull. Herb. Boiss. 3: 271-290.
- WILLKOMM, M. (1850): Recherches sur l'organographie et la classification des Globulariacées. - Leipzig.
- ZIMMERMANN, A.; KNIELY, G.; MELZER, G.; MAURER, W.; HÖLLRIEGEL, R. (1989): Atlas gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen der Steiermark. - Graz.

Manuskript angenommen: 25. August 1998

Anschrift der Verfasser: Dipl.-Biol. Kerstin Holländer, A-6426 Roppen/Ötzbruck 150;

Prof. Dr. Eckehart Johannes Jäger, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geobotanik und Botanischer Garten, Neuwerk 21, D-06108 Halle.