

Zur Regeneration hochbelasteter Agrarökosysteme bei extensivierter Nutzung – Populationsbiologische Untersuchungen an ausgewählten Segetalpflanzenarten

Armin Bischoff und Ernst-Gerhard Mahn

Synopsis

The weed community of an extremely eutrophicated, intensively cultivated agro-ecosystem still differs from the typical one of the Central German Chernozem Region (Euphorbio-Melandrietum) after several years without fertilization and herbicide use. Investigations on *Chenopodium album* show that growing conditions are unfavourable even for plants, which normally benefit from high nitrogen supply. The main reason is the strong competition for light in the dense stands. For less competitive species a low chance to establish must be concluded especially in early stages of regeneration. Some typical weeds of the Euphorbio-Melandrietum however like *Lithospermum arvense* must be assessed as competitive under the present soil nutrient conditions. Their absence can only be explained by a lack of seed rain and soil seed bank.

Intensivanbau, Stickstoff, Regeneration, Segetal-zönose, Lichtkonkurrenz, Diasporenausbreitung, Chenopodium album, Lithospermum arvense

Intensive agriculture, nitrogen, regeneration, weed community, competition for light, seed dispersal, Chenopodium album, Lithospermum arvense

1. Einleitung

Segetalarten gehören zu den am häufigsten populationsbiologisch bearbeiteten Pflanzengruppen. Vor allem über die »Problemunkräuter« gibt es aufgrund ihrer ökonomischen Bedeutung zahlreiche Veröffentlichungen sowohl von Biologen (z.B. AUGÉ & MAHN 1991) als auch von Agrarwissenschaftlern (z.B. ZWARGER 1987). Daneben gewinnt der Schutz seltener Arten an Bedeutung (z.B. MATTHIES 1991). Im Mittelpunkt unserer Arbeit stehen nicht umfassende Analysen einzelner Arten, sondern gezielte populationsbiologische Untersuchungen zur Kausalanalyse von strukturellen Unterschieden zwischen Agrarökosystemen.

Bei einer der untersuchten Flächen handelt es sich um ein ehemals intensiv genutztes Agrarökosystem (»N-Hochlastfläche«), das vor allem durch hohen Nährstoffeintrag (Gülle- und Stallungdeponie

bis 1984) gekennzeichnet war. Im Vergleich zur zweiten, langjährig extensiv genutzten Fläche (»Dauerversuchsfläche«) mit standorttypischer Segetalvegetation (Euphorbio-Melandrietum) sind auch nach 10 Jahren extensivierter Nutzung deutliche Unterschiede in der Phytozönosestruktur zu erkennen (vgl. auch BISCHOFF & MAHN 1994).

An der nach WILLIAMS (1963) als nitrophil geltenden Art *Chenopodium album* L. wurde untersucht, wie sich eine auf beiden Flächen erfolgreich etablierte Art verhält. Am Beispiel von *Lithospermum arvense* L. wurde der Frage nachgegangen, warum einige der für Lössschwarzerdestandorte mittlerer Nutzungsintensität typischen Segetalarten auf der N-Hochlastfläche fehlen.

Die Untersuchungen sind Bestandteil eines vom BMFT geförderten integrierten Forschungsvorhabens (STRAS). Gesamtzielstellung ist eine Beurteilung der Regenerationsfähigkeit von belasteten Agrarökosystemen bei extensivierter Nutzung, die in einer Erarbeitung von Strategien zur Regeneration münden soll (vgl. AUGÉ & MAHN 1994).

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsflächen

Die nahezu ebenen Versuchsflächen liegen 15 km südwestlich von Halle im Zentrum des Mitteldeutschen Trockengebietes (mittlere Jahresniederschlagssumme: 470 mm). Ihre Böden sind fruchtbare Lössschwarzerden (Ackerzahl: 94). Die Fruchtfolge war seit 1991 Sommergerste, Winterweizen, Mais, Sommergerste.

Die **N-Hochlastfläche** in Bad Lauchstädt wies durch ihre vorübergehende Verwendung als Gülle- und Stallungdeponie bis 1984 eine hohe Bodennitrogenbelastung auf. Seitdem ist sie mit Ausnahme von 1993 (100 kg N/ha) nicht mehr gedüngt worden. Tabelle 1 zeigt einen weitgehenden Rückgang der Belastung mit mineralischem Stickstoff bis 1994 an. Die Werte lassen jedoch die beträchtliche Dynamik außer acht, die durch die witterungsabhängige N-Nachlieferung aus dem immer noch hohen Pool an organischem Stickstoff (bis 0,38 %) entsteht. In Abhängigkeit von der Entfernung zum Deponie-

N-Hochlastfläche Bad Lauchstädt			Dauerversuchsfläche Etzdorf	
	1986	1994		1994
G1	58,2	28,8	N0	17,1
G2	112,3	36,7	N80	18,5 ²

Tab. 1

Mineralischer Bodenstickstoffgehalt¹
(kg N/ha; 0–20 cm); Frühjahr

Tab. 1

Mineral soil nitrogen content¹
(kg N/ha; 0–20 cm); spring

¹ Die noch unveröffentlichten Daten wurden uns freundlicherweise von Dr. A. Pefferkorn und Dr. G. Sternkopf zur Verfügung gestellt.

² Der Probetermin lag vor der Düngung von 80 kg N/ha.

Tab. 2: Artzusammensetzung der Versuchsflächen 1992 (hell) und 1993 (schattiert)

Tab. 2: Species structure of the experimental fields 1992 (clear) and 1993 (shaded)

	mittl. Artenzahl (100 ⁻²)	% <i>E. exigua</i> - <i>S. noctiflora</i> -Gr. ¹		% N-Zeiger (N-Zahl >7) ²	
		aktuelle Veg.	Diasporenbank	aktuelle Veg.	Diasporenbank
N-Hochlastfläche	28	7,01	17,90	39,71	33,51
	32	2,22	13,68	51,15	33,15
Dauerversuchsfläche	26	22,82	38,03	20,66	11,82
	25	14,46	28,61	33,48	14,14

¹ Hier: *Avena fatua*, *Descurainia sophia*, *Papaver rhoeas*, *Silene noctiflora*, *Veronica polita* (auf beiden Flächen vorkommend); *Chaenorrhinum minus*, *Consolida regalis*, *Euphorbia exigua*, *Lithospermum arvense* (nur auf der Dauerversuchsfläche); Gruppen nach HILBIG & VOIGTLÄNDER (1984)

² Hier: *Arctium tomentosum*, *Artemisia vulgaris*, *Chenopodium hybridum*, *Echinochloa crus-galli*, *Galium aparine*, *Hyoscyamus niger*, *Matricaria maritima*, *Mercurialis annua*, *Poa annua*, *Polygonum lapathifolium*, *Rumex obtusifolius*, *Senecio vulgaris*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinale*, *Urtica urens* (auf beiden Flächen vorkommend); *Ballota nigra*, *Malva neglecta* (nur auf der N-Hochlastfläche vorkommend); N-Zahl nach ELLENBERG (1992)

zentrum besteht auch heute noch ein deutlicher Gradient im Bodenstickstoffgehalt. Es werden daher Parzellen aus dem höher belasteten Bereich (»G2«) geringer belasteten (»G1«) gegenübergestellt. Insgesamt wurden 12 der 5*5 m² großen Parzellen in die Untersuchungen einbezogen. Von 1987 bis 1990 wurden Herbizide eingesetzt.

Die **Dauerversuchsfläche** im 10 km entfernten Etzdorf ist als dreifaktorieller Blockversuch mit 5facher Wiederholung angelegt, wobei hier nur der Faktor Düngung betrachtet werden soll. Die Faktorstufen sind N0 (keine Düngung seit 1981) und N80 (80(-120) kg N/ha*a⁻¹). Die Parzellengröße beträgt 10*10 m². Seit 1976 fand kein Herbizideinsatz mehr statt.

2.2 Untersuchungen zu Phytozönosestruktur und Populationsdynamik

Die Artmächtigkeit der Pflanzenarten wurde nach BRAUN-BLANQUET (1964) geschätzt. Der Bodensamenvorrat wurde mit der Auskeimethode bestimmt (vgl. BISCHOFF & MAHN 1994). Dreimal pro Vegetationsperiode wurde auf Kleinparzellen von 0,25 m² die oberirdische Biomasse abgeerntet und nach Trocknung gewogen. Mit Quantumsensoren (Fa. LI-COR) wurde der prozentuale Anteil der in den Bestand einfallenden an der gesamten photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) bestimmt. Die Strahlungsmessungen wurden quer zu den Reihen der Kultur mit einem Stabsensor (Länge: 1m) durch-

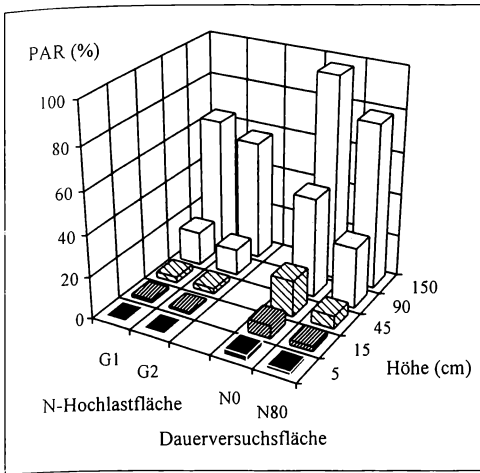


Abb. 1
Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) in Abhängigkeit von N-Versorgung und Bestandeshöhe, 28.07.93, Mais

Fig. 1
Photosynthetically active radiation (PAR) in relation to N-supply and canopy height, 28.07.93, maize

geführt. Die Referenzwerte wurden gleichzeitig über dem Bestand mit einem Punktsensor erfasst. Von ausgewählten Arten wurde eine Punktkarte ihrer Verbreitung in der näheren Umgebung der Versuchsflächen erstellt.

Für die populationsbiologischen Untersuchungen wurden etwa alle 10 Tage *Chenopodium album* L.- und *Lithospermum arvense* L.-Pflanzen vermessen, Mortalität, Neuaufbau und das Entwicklungsstadium festgehalten. Daneben erfolgte regelmäßig (an *Lithospermum arvense* nur einmal) eine Trockenmassenbestimmung getrennt nach Sproßachse, Blättern und reproduktiven Organen. Zum Abschluß der Vegetationsperiode wurden die Diasporen gezählt. Für *Chenopodium album* wurden 1 m² große Kontrollflächen eingerichtet, in denen nur ein Wachstum dieser Art (weitgehend konkurrenzfrei) zugelassen wurde. 1993 wurden am Westrand der N-Hochlastfläche 45 Jungpflanzen von *Lithospermum arvense* (Herkunft Dauerversuchsfläche) ausgebracht. Zur Erfassung des Diasporenaustrags aus dem *Lithospermum*-Bestand wurden nach Osten in 0,5 m Schritten (je 3 für jede Entfernungsstufe) insgesamt 21 Diasporenfallen (Trockentrichterfallen, (10 cm) installiert.

Zur statistischen Auswertung wurde eine ein- bis dreifaktorielle Varianzanalyse mit multiplem T-Test durchgeführt. Getestet wurden nur Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb der Versuchsflächen.

3. Ergebnisse

3.1 Phytozönosestruktur

In allen Versuchsjahren (1991, 1992, 1993) waren die Gesamtbiossamen auf der N-Hochlastfläche größer als auf der Dauerversuchsfläche, wobei die Werte der geringer belasteten G1-Variante zum Teil jedoch unter denen der gedüngten Etdorfer Variante lagen. Korrespondierend dazu war der Lichtgenuß auf der Lauchstädter Fläche in allen Bestandeshöhen niedriger (Abb. 1).

Tabelle 2 macht deutlich, daß die mittlere Artenzahl auf der N-Hochlastfläche etwas höher ist als auf der Dauerversuchsfläche. Viele der eigentlich standorttypischen Segetalarten – hier sind vor allem die das *Euphorbia-Melandrietum* kennzeichnenden Arten der *Euphorbia exigua*- und *Silene noctiflora*-Gruppe zu nennen – treten jedoch zurück oder kommen gar nicht vor. Sie sind auch in der Diasporenbank nicht vertreten; ihr relativ hoher Anteil dort ist nur auf das stete Vorkommen von *Descurainia sophia* zurückzuführen. Statt dessen findet man immer noch auffallend viele Stickstoffzeiger.

3.2 Populationsbiologie

3.2.1 *Chenopodium album*

Pflanzen, die unter weitgehendem Ausschluß von Konkurrenz aufwuchsen, produzierten auf der N-Hochlastfläche 1992 und 1993 eine deutlich größere Biomasse. Auch Unterschiede innerhalb der Fläche sind als (allerdings nur 1993 signifikante) Differenzen in der Biomasse abzulesen (Abb. 2a).

Im Bestand ergibt sich für die Biomassenproduktion ein uneinheitliches Bild (Abb. 2b). Im Winterweizen 1992 war eine signifikante Förderung durch eine bessere Nährstoffversorgung zu erkennen, 1993, im Mais, eine Verringerung. Im Winterweizen konnten sich die Pflanzen in den stickstoffreichen Beständen der stärkeren Ausdünnung durch ein deutlich größeres Längenwachstum entziehen (Abb. 3a). In der eigentlich für die Art günstigen Maiskultur waren die *C. album*-Individuen durch einen trockenheitsbedingt verzögerten Auflauf insgesamt konkurrenzschwach. Lediglich auf der Dauerversuchsfläche früher aufgelaufene Pflanzen, hier zur 1. Kohorte zusammengefaßt, konnten nennenswerte Biomassen aufbauen. Abbildung 3b zeigt, daß zum Auflauf der 2. Kohorte der Boden schon stark ausgedunkelt war, während die etwa 30 cm hohen Pflanzen der ersten Kohorte noch relativ große Lichtmengen erhielten. Der deutliche Düngungseffekt setzte erst später ein (vgl. Abb. 1).

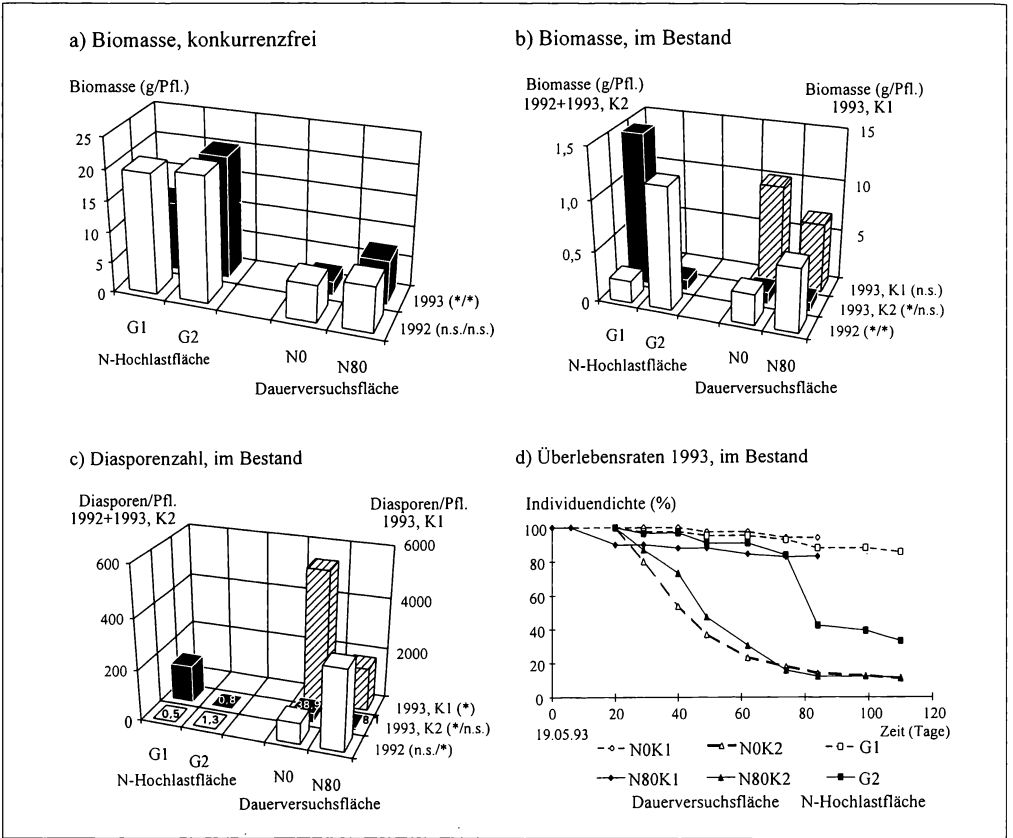


Abb. 2: *Chenopodium album*. Populationsbiologische Daten; K1 = 1. Kohorte, K2: 2. Kohorte; n.s.: nicht signifikant, *: p<5%, Vergleich G1-G2 links, N0-N80 rechts
 Fig. 2: *Chenopodium album*: data on population biology; K1 = 1st cohort, K2 = 2nd cohort; n.s.: not significant, *: p<5%, comparison G1-G2 on the left, N0-N80 on the right

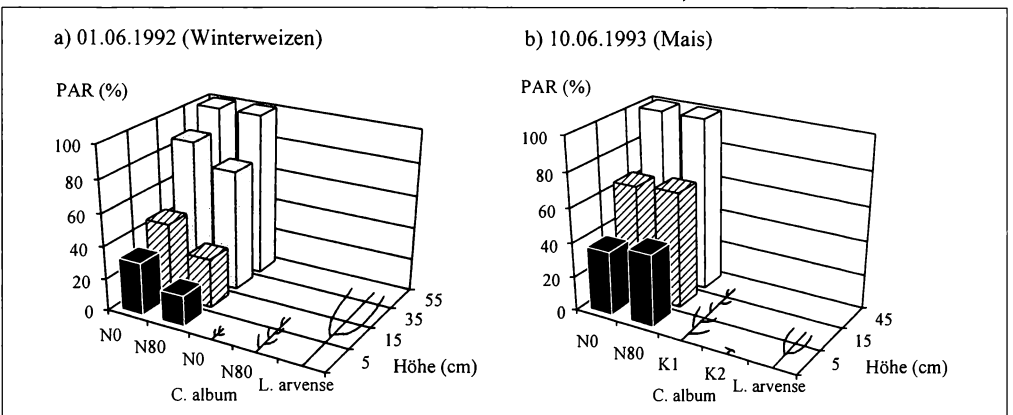


Abb. 3: Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) in verschiedenen Höhen und Pflanzengröße im Vergleich; Dauerversuchsfläche, N0=ungedüngt, N80=gedüngt, K1=1.Kohorte, K2=2.Kohorte
 Fig. 3: Photosynthetically active radiation (PAR) in different canopy layers compared with plant height; long-term experimental field, N0=not fertilized, N80=fertilized; K1=1st cohort, K2=2nd cohort

Die Diasporenproduktion wurde im Bestand nur 1992 auf der Dauerversuchsfäche durch die Düngung positiv beeinflusst (Abb. 2c). Auf der N-Hochlastfläche wurden in 3 von 4 Fällen bis zur Ernte fast keine Diasporen produziert. In den konkurrenzfreien Kontrollflächen konnten dagegen z.T. mehr als 50.000 Diasporen pro Pflanze gezählt werden.

Untersuchungen zur Ontogenie zeigten, daß eine bessere N-Versorgung die Entwicklung verzögert, so daß viele Pflanzen bis zum Ende der Vegetationsperiode noch keine keimfähigen Diasporen gebildet hatten.

Auch die Überlebensrate war 1992 und 1993 (Abb. 2d) in den stickstoffreichen Beständen geringer. Lediglich die 2. Etzdorfer Kohorte (1993) hatte allgemein, unabhängig von der Düngung sehr geringe Überlebenschancen. 1992 war die Mortalität durchweg vergleichsweise niedrig (< 20%).

3.2.2 *Lithospermum arvense*

Der Acker-Steinsame zeigte sich außer im Mais 1993 auch unter guter N-Versorgung konkurrenzkräftig. Die Pflanzen bildeten signifikant mehr Diasporen (Abb. 4). Die nur 1994 ermittelten Biomassen lagen ebenfalls bei den gedüngten Pflanzen höher. Abbildung 3a zeigt, daß *Lithospermum arvense* 1992 im Wachstum mit der Kulturart Winterweizen mithalten konnte, so daß die Pflanzenspitzen einen Lichtgenuß von 100% erhielten. Selbst im Mais (Abb. 3b) erreichten die Pflanzen bis Mitte Juni noch Bestandeschichten mit ausreichender Einstrahlung, um dann jedoch im Juli völlig ausgeschattet zu werden. Die Überlebensrate lag in allen Fällen über 90%.

Die geschilderten Ergebnisse wurden ausschließlich auf der Dauerversuchsfäche erhoben. Auf der N-Hochlastfläche kam die Art bislang nicht vor. 1993 mit dem Aufruf der Kultur eingesetzte Jungpflanzen konnten sich dort gut entwickeln. In den zwei Monaten von der Abreife des Acker-Steinsamens bis zur Maisernte wurde mit Hilfe von Fallen eine Diasporenverfrachtung um maximal 0,5 m beobachtet. Das nächste größere spontane Vorkommen der Art befindet sich erst in 500 m Entfernung.

4. Diskussion

Das ehemals hocheutrophe Bad Lauchstädter Agrarökosystem zeigt auch nach weitgehendem Rückgang der Bodenstickstoffbelastung noch deutliche Unterschiede zum standorttypischen Etzdorfer. Viele typische Segetalarten, wie zum Beispiel der Acker-Steinsame, konnten sich noch nicht etablieren.

Die Untersuchungen an *Chenopodium album* machen deutlich, daß in den dichten, lichtarmen Kulturartbeständen die Wachstumsbedingungen selbst für eher nitrophile Arten nicht optimal sind. UDWAL

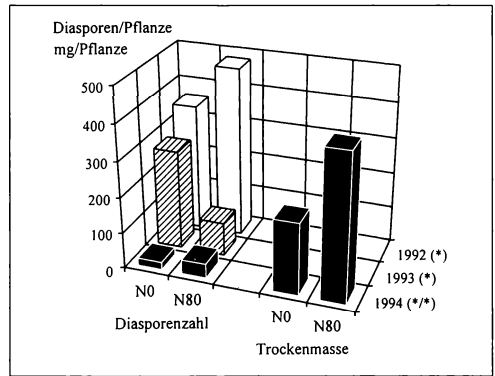


Abb. 4

Lithospermum arvense: Diasporenzahl (links) und Biomasse (rechts, nur 1994) ungedüngter (N0) und gedüngter Pflanzen (N80) auf der Dauerversuchsfäche; *: p<5%

Fig. 4

Lithospermum arvense: diaspore number (left) and biomass (right, only 1994) of unfertilized (N0) and fertilized plants (N80) on the long-term exp. field; *: p<5%

(1989) wies in Gefäßversuchen nach, daß *Chenopodium album* bereits bei einer Schattierung auf 35% des Tageslichtes fast keine Reaktion mehr auf ein steigendes N-Angebot zeigt. Seine erfolgreiche Behauptung in eutrophen Agrarökosystemen ist wohl eher in der hohen phänotypischen Plastizität (MAILLETTE 1985, UDWAL 1989) begründet. Unter abgeschwächter Konkurrenz, z.B. in Bestandeslücken oder am Feldrand, können die Pflanzen ein erhöhtes N-Angebot sehr gut nutzen und hohe Diasporenzahlen produzieren.

Es ist davon auszugehen, daß die Etablierung der fehlenden standorttypischen Arten, die als weniger nitrophil gelten und nicht so plastisch reagieren wie *Chenopodium album*, in den dichten Beständen der N-Hochlastfläche zunächst erschwert ist. Mit dem deutlichen Rückgang der Bodenstickstoffgehalte auf der N-Hochlastfläche nach Einstellung der Stickstoffdüngung ist jedoch eine erfolgreiche Entwicklung der konkurrenzkräftigeren unter den bislang »erfolgreichen« Arten zu erwarten. Dies belegen die Untersuchungen an *Lithospermum arvense*. Nach SVENSSON & WIGREN (1982) reagiert die Art auf eine Erhöhung des N-Angebotes von 40 auf 100 kg/ha sowohl in Reinkultur als auch in Getreidebeständen indifferent. SCHNEIDER & al. (1994) geben die starke Unterdrückung in dichten Beständen als einen Grund für den bundesweiten Rückgang an. In unserem Versuch spricht der Acker-Steinsame in Getreide deutlich positiv auf eine N-Düngung von 80 kg/ha an. Das erfolgreiche Auspflanzexperiment spricht ebenfalls dafür,

daß die Art auf der N-Hochlastfläche bereits wieder konkurrenzkräftig ist. Als Ursache ihres Fehlens muß angenommen werden, daß bislang keine keimfähigen Diasporen in populationsaufbauender Größenordnung auf die Fläche gelangt sind. Eine Diasporenausbreitung erfolgt nur über kurze Distanzen. Es gibt zwar Hinweise über eine Fernausbreitung durch Tiere und mit dem Saatgut (MÜLLER-SCHNEIDER 1986), *Lithospermum arvense* muß unter den gegenwärtigen Anbaubedingungen aber als weitgehend autochor angesehen werden. Die Distanz von 500 m zu den nächsten Diasporenquellen wird also nur mit extrem geringer Wahrscheinlichkeit überwunden. Zudem wirkt die auch unter günstigen Bedingungen geringe Diasporenzahl (maximal 1000 pro Pfl., SVENSSON & WIGREN 1986) einer raschen Ausbreitung entgegen. Der Acker-Steinsame läßt demnach eine deutlichere Tendenz zur C-Strategie erkennen als der Weiße Gänsefuß, der von GRIME & al. (1988) als CR-Strategie bezeichnet wird, jedoch unter Agrarökosystembedingungen eher als R-Strategie angesehen werden muß. Eine Etablierung von *Lithospermum arvense* aus der Diasporenbank ist ebenfalls unwahrscheinlich, da die Art dort nicht nachgewiesen werden konnte.

Das Fehlen in der Diasporenbank und begrenzte Möglichkeiten zur Fernausbreitung bei einer vergleichsweise großen Entfernung von Diasporenquellen kennzeichnen auch die übrigen bislang „erfolgslos“ Arten wie *Silene noctiflora*, *Anagallis arvensis*, *Euphorbia exigua* und *Consolida regalis* (vgl. BISCHOFF & MAHN 1994). Selbst bei günstigen Wachstumsbedingungen ist also eine schnelle Etablierung nicht zu erwarten. Die Regeneration belasteter Agrarökosysteme im Sinne einer standorttypischen Segetalvegetation beansprucht in ausgeräumten Agrarlandschaften wahrscheinlich erheblich längere Zeit als der Rückgang der Belastungsfaktoren.

Literatur

- AUGE, H. & E.-G. MAHN, 1991: Experimentelle Untersuchungen zur Populationsbiologie von *Galium aparine* L. (Rubiaceae) – Ökotypendifferenzierung und Anpassungsstrategien. – Verh. Ges. Ökol. 20: 917–925.
- AUGE, H. & E.-G. MAHN, 1994: STRAS – ein integriertes Forschungsvorhaben zur Regeneration belasteter Agrarökosysteme des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 33: 25–33.
- BISCHOFF, A. & E.-G. MAHN, 1994: Strukturwandlungen von Agrophytozönosen auf N-Hochlastflächen bei extensivierter agrarischer Nutzung. – Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderheft XIV: 65–74.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., Springer, Wien/New York: 865 S.
- ELLENBERG, H. 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobot. 18: 258 S.

GRIME, J.P., HODGSON, J.G. & R. HUNT, 1988: Comparative plant ecology: A functional approach to common British species. – Unwin Hyman, London: 742 S.

HILBIG, W. & U. VOIGTLÄNDER, 1984: Die ökologisch-soziologischen Artengruppen und die Vegetationsformen des Ackers im Gebiet der DDR. – Wiss. Mitt. Inst. Geogr. Geoökol. 14: 17–59.

MAILLETTE, L., 1985: Modular demography and growth patterns of two annual weeds (*Chenopodium album* L. and *Spergula arvensis* L.) in relation to flowering. – In: J. WHITE (ed.): Studies on plant demography: A Festschrift for JOHN L. HARPER. – Academic Press, London: 239–255.

MATTHIES, D., 1991: Räumliche und zeitliche Dynamik in Populationen der seltenen Art *Melampyrum arvense* L. – In: B. SCHMID & J. STÖCKLIN (eds.): Populationsbiologie der Pflanzen. – Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin: 109–122.

MÜLLER-SCHNEIDER, P., 1986: Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 85: 263 S.

SCHNEIDER C., SUKOPP, U. & H. SUKOPP, 1994: Biologisch-ökologische Grundlagen des Schutzes gefährdeter Segetalpflanzen. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 26: 356 S.

SVENSSON, R. & M. WIGREN, 1982: Nagra ogräsarters tillbakagång belyst genom konkurrens-, gödslings-, och herbicidförsök. – Svensk Bot. Tidskr. 76: 241–258.

SVENSSON, R. & M. WIGREN, 1986: Sminkrotens historia och biologi i Sverige. – Svensk Bot. Tidskr. 80: 107–131.

UDWAL, L., 1989: Phänotypische Plastizität bei Populationen von *Chenopodium album* L. und *Chenopodium ficifolium* SMITH unter dem Einfluß von Konkurrenz, Stickstoff- und Lichtangebot. Diss. Universität Halle.

WILLIAMS, J.T., 1963: Biological flora of the British Isles, *Chenopodium album* L. – Journal of ecology 51: 711–725.

ZWINGER, P., 1987: Einfluß der Fruchtfolge, der Pflanzenbau- und Pflanzenschutzintensität auf die Populationsdynamik von Unkräutern unter besonderer Berücksichtigung des Windenknöterichs (*Fallopia convolvulus*). – Diss. Universität Hohenheim.

Adresse

Dipl.-Biol. Armin Bischoff, Prof. Dr. Ernst-Gerhard Mahn, Institut für Geobotanik und Botanischer Garten, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Neuwerk 21, 06108 Halle

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [24_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Bischoff Armin, Mahn Ernst-Gerhard

Artikel/Article: [Zur Regeneration hochbelasteter Agrarökosysteme bei extensivierter Nutzung - Populationsbiologische Untersuchungen an ausgewählten Segetalpflanzenarten 99-104](#)