Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Freising-Weihenstephan 1990) Band 20
1991

Pflanzenartenzahlen und Boden-Nitratgehalte junger Ackerbrachen in Süd-Niedersachsen - eine erste Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes

Rainer Waldhardt und Wolfgang Schmidt

Synopsis

Within the framework of the European set-aside programme in Southern Lower Saxony 155 fallow fields, sown and unsown, were investigated over a two-years period. Results show that unsown fallow fields, in the absence of ploughing from the last harvest onwards, produce a greater variety of species. Soil nitrate levels are lowest in the same fields. On the other hand sowing in spring is to be evaluated as particulary negative.
After ploughing for the autumn sowing nitrate concentrations in the soil rise. In autumn wheat is capable of taking up only a small proportion of this nutrient. Nitrate releases are minimized in autumn and mild winter months, if rape is subsequently sown. Cultivation of fallow fields with Leguminoseae is to be avoided where possible.

set-aside programme, fallow fields, field biotopes, soil nitrate levels, secondary succession

1. Einleitung

Seit März 1988 werden in Süd-Niedersachsen Ackerbrachen des EG-weiten Flächenstillegungs-Programms floristisch, vegetationskundlich und standortsökologisch untersucht. Ein Ziel der dreijährigen Untersuchungen ist es, bestehende Kenntnislücken über den Sukzessionsverlauf auf Ackerbrachen unterschiedlichster Standorte zu schließen (SCHMIDT 1981).
Flächenstillegungen erfolgen derzeit vorrangig, um die agrarische Überproduktion zu vermindern. Sie bieten jedoch möglicherweise auch die Chance, der in zahlreichen Arbeiten dokumentierten Verarmung und Uniformierung der Ackerbiozönose entgegenzuwirken, wie sie für den süd-niedersächsischen Raum von CALLAUCH (1981), WAGENITZ & MEYER (1981) sowie HAASE & SCHMIDT (1989) beschrieben werden.
Allein der Verzicht auf den Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln auf den stillgelegten Flächen gewährleistet noch nicht eine grundsätzliche Verbesserung aus ökologischer Sicht. Um der Gefahr der Nitratauswaschung aus dem durchwurzelten Bodenkörper (vgl. STINNER & al. 1984) zu begegnen, kommt der Anlage und Unterhaltung der Ackerbrachen eine besondere Rolle zu. Zusammen mit einer Bewertung der Pflanzenartenzahlen aus der Sicht des Naturschutzes soll daher dieser Aspekt bei der ersten Auswertung nach zwei Untersuchungsjahren im Vordergrund stehen.

2. Untersuchungsgebiet (UG) und Flächenstillegung im UG

Das UG umfaßt mit den drei südlichen Landkreisen Niedersachsens Göttingen, Northeim und Osterode am Harz eine Mittelgebirgslandschaft mit großer natürlicher Standortsvielfalt. Nährstoffreiche Auen- und Lößlehme kennzeichnen das Leinetal und das Eichsfelder Becken. Westlich und östlich des Leinetals finden sich alle Übergänge bis zu Grenzertragsstandorten auf basenreichem Muschelkalk, Keuper und saurem Buntsandstein. Kleinräumig sind die geologischen Formationen Jura und Zechstein bodenbildend. In Höhenlagen zwischen 100 und 400 m über NN werden bei subatlantischem Klima 34 % der Gesamtfläche des UG ackerbaulich genutzt.

Nach Angaben des Amtes für Agrarstruktur Göttingen wurden im Rahmen des Flächenstillegungs-Programms nur wenige Ackerflächen dauerhaft in extensives Grünland umgewidmet, aufgeforstet oder zu anderen Zwecken aus der landwirtschaftlichen Nutzung herausgenommen. Dagegen wurde mit 5,2 % (= 5.263 ha) ein im bundesweiten Vergleich (2,3 %) überdurchschnittlich hoher Anteil der ackerbaulichen Nutzfläche in Ackerbrachen überführt (vgl. SCHMIDT & WALDHARDT, im Druck). Die Herausnahme aus der Nutzung erfolgte für einen Zeitraum von fünf (Dauerbrache) oder von ein bis vier Jahren (Rotationsbrache). Dauer- und Rotationsbrachen betreffen in Süd-Niedersachsen etwa gleich große Gesamtflächen. Die durchschnittliche Flächengröße beträgt jeweils 7 ha.
Aus ökonomischen Gründen liegen kaum Brachen auf den ausgesprochen nährstoffreichen Standorten. Besonders ertragsschwache Standorte wurden bevorzugt in Dauerbrachen überführt, auf mittleren Böden überwiegen Rotationsbrachen. Viele Brachen wurden im Frühjahr 1989 eingesät. Die Begrünung erfolgte meist mit Kleegras-Mischungen. Einsaat im Herbst 1988 und Selbstbegrünung erfolgten erheblich seltener. Der Anteil der selbstbegrünten Dauerbrachen liegt bei etwa 15 %. Bis auf wenige Ausnahmen werden die Brachen jährlich Ende Juli gemulcht. Eine Mahd oder Beweidung ist nach den Richtlinien zur Flächenstillegung nicht zugelassen. Es konnten im Gelände sowohl bei mehrjährigen als auch bei einjährigen Brachen folgende fünf Typen unterschieden werden:

1) Einsaat im Frühjahr 1989 (F 89)
2) Einsaat im Herbst 1988 (H 88)
3) keine Einsaat, aber Bodenbearbeitung im F 89
4) keine Einsaat, aber Bodenbearbeitung im H 88
5) keine Einsaat und keine Bodenbearbeitung nach der letzten Ernte (Selbstbegrünung ohne Bodenbearbeitung).

Die Einsaat war immer mit einer Bodenbearbeitung verbunden.

3. Methoden

Als Parameter zu einer ersten Beurteilung des Naturschutzwertes der unterschiedenen Brache-Typen wurden die Bodenbedeckung mit Pflanzen im ersten Brachejahr, die Entwicklung der Artenzahlen, die Häufigkeit des Vorkommens gefährdeter Arten nach der Roten Liste Niedersachsens und Bremens (HAEUPLER & al. 1983) sowie deren Individuenzahlen herangezogen. Die auf 155 Schlägen vorkommenden Arten wurden durch möglichst intensives Begehen der Flächen zu mehreren Terminen während der Vegetationsperioden 1989 und 1990 erfaßt.
Die viermalige Bestimmung der Boden-Nitratgehalte erfolgte (1) Ende März, (2) Ende Mai nach Einsaat der nicht selbstbegrünten Brachen, (3) Ende Juli vor Umbruch der einjährigen Brachen und (4) Mitte November 1989 durch Mikrokjeldahl-Analysen von Bodenmischproben (GERLACH 1973) aus dem Pflughorizont. Selbstbegrünte mehrjährige Brachen konnten erst im Laufe des Aprils in die Untersuchungen aufgenommen werden.
Um Aussagen über die Nitratverlagerung im Bodenkörper nach Umbruch vor der Herbstbestellung machen zu können, wurden von Anfang August bis Mitte November 1989 in etwa dreiwöchigem Abstand getrennte Untersuchungen für die Bodentiefen 0-30 cm, 30-60 cm und bei tiefgründigen Böden 60-90 cm durchgeführt. Eine erneute Probenahme erfolgte Mitte Februar 1990, um den Nitratverlust in den vorangegangenen Wintermonaten mit milder Witterung zu dokumentieren.

4. Witterungsverlauf

Bei der Interpretation der nachfolgend dargestellten Ergebnisse ist der außergewöhnliche Witterungsverlauf 1988 bis 1990 zu berücksichtigen. Auf sehr milde Winter folgten niederschlagsarme Monate mit hohen Lufttemperaturen, insbesondere im Frühjahr und Sommer 1989. Die Entwicklung von Krumenfeuchtezeigern (z. B. *Juncus bufonius*) und der Frühjahrs-Einsaaten wurde durch die Trockenheit ebenso stark eingeschränkt wie die Stickstoff-Mineralisation auf trockenen Standorten (ELLENBERG 1977).

5. Ergebnisse

5.1 Entwicklung von Flora und Vegetation

Die floristischen Kennwerte der untersuchten Brache-Typen sind in Tab. 1 zusammengefaßt. Einige der genannten Brache-Typen konnten nur mit einer geringen Flächenzahl untersucht werden. Allgemeingültige Aussagen sind in diesen Fällen nicht möglich.

Tab. 1: Floristische Kennwerte der unterschiedenen Brache-Typen (1989/1990)

Brache-Typ	n	Artenzahlen				%-Anteil d. Flächen mit RL-Arten
		Gesamt-	mittlere	min.	max.	
Einjährige Brachen (1990 wieder bewirtschaftet)	43	173/127	37/23	16/ 6	60/ 51	37/ 9
- mit Einsaat F 89	32	156/104	37/22	16/ 6	60/ 51	31/ 6
- mit Einsaat H 88	4	36/ 30	38/25	26/22	49/ 30	25/ 0
- ohne Einsaat, Bodenbearb. F 89	2	65/ 23	44/18	42/14	46/ 22	50/ 0
- ohne Einsaat, Bodenbearb. H88	2	73/ 48	28/21	26/19	30/ 23	100/50
- ohne Einsaat, ohne Bodenbearb.	3	68/ 58	33/28	21/17	40/ 33	33/33
Mehrjährige Brachen (1989 u. 1990 nicht bewirtschaftet)	112	267/320	47/46	13/14	102/102	43/33
- mit Einsaat F 89	60	192/228	41/33	13/14	70/ 74	35/25
- mit Einsaat H 88	13	144/141	48/37	35/24	61/ 69	75/32
- ohne Einsaat, Bodenbearb. F 89	2	97/103	64/69	52/55	76/ 83	50/50
- ohne Einsaat, Bodenbearb. H 88	8	152/195	59/66	37/35	83/102	25/38
- ohne Einsaat, ohne Bodenbearb.	29	219/269	56/59	29/44	102/ 98	45/48
Summe	155	282/326				

Höhere Artenzahlen und häufigeres Vorkommen von gefährdeten Arten im Brachejahr lassen erkennen, daß einjährige Brachen die Vegetation der Feldmark bereichern. Dies gilt ebenso für die untersuchten mehrjährigen Brachen. Die auf mehrjährigen Brachen gefundenen höheren Artenzahlen im Vergleich zu denen der einjährigen lassen sich auf verschiedene Ursachen zurückführen. Neben der größeren Anzahl untersuchter mehrjähriger Brachen und damit einer größeren untersuchten Gesamtfläche sind standörtliche Unterschiede anzuführen. Mittlere Böden, auf denen mehr einjährige als mehrjährige Brachen liegen, weisen im UG unter Bewirtschaftung häufig artenarme, uniforme Ackerwildkraut-Fragmentgesellschaften auf, während auf ertragsschwachen Flächen, die den überwiegenden Anteil der mehrjährigen Brachen ausmachen, auch heute noch artenreichere, standortstypische Ackerwildkrautgesellschaften ausgebildet sein können.
Nicht eingesäte, mehrjährige Brachen ohne Bodenbearbeitung weisen sowohl die höchsten Gesamtartenzahlen als auch einen Anstieg der mittleren Artenzahlen vom ersten zum zweiten Brachejahr auf. Trotz der größeren Anzahl untersuchter mehrjähriger Brachen mit Einsaat im Frühjahr liegen die Artenzahlen in dieser Variante niedriger. Allgemein gingen die mittleren Artenzahlen bei eingesäten Brachen im zweiten Brachejahr zurück.
Gefährdete Arten wurden 1990 auf einem geringeren Anteil der eingesäten, mehrjährigen Brachen als im ersten Untersuchungsjahr gefunden. Selbstbegrünte Brachen wiesen dagegen in beiden Jahren mit etwa gleichbleibender Häufigkeit gefährdete Arten auf. Auch die Entwicklung der Individuenzahlen von gefährdeten Arten verlief bei eingesäten und selbstbegrünten mehrjährigen Brachen unterschiedlich. Hierzu liegen Daten von insgesamt 28 Arten vor. Insbesondere die Individuenzahlen von *Valerianella dentata* nahmen auf selbstbegrünten Flächen deutlich zu, während diese Art in Konkurrenz mit Einsaaten zurückgedrängt wurde.

Aufgrund der Trockenheit im Frühjahr 1989 blieben viele der in diesem Zeitraum eingesäten Brachen bis etwa Mitte Juni nahezu vegetationsfrei. 13 % der im Frühjahr eingesäten Brachen wiesen Mitte Juli eine Bodenbedeckung von unter 50 % auf, jedoch nur 4 % der bereits im Herbst des Vorjahres begrünten und nur 3 % der selbstbegrünten Brachen ohne Bodenbearbeitung. Die Gefahr der Erosion und der Nährstoffauswaschung wurde also durch Einsaat im Frühjahr sogar noch erhöht.
Die Vegetation der untersuchten Brachen setzte sich in den beiden ersten Untersuchungsjahren überwiegend aus annuellen Arten des ehemaligen Ackerwildkrautbestandes zusammen. Auf zahlreichen Flächen kam es zu Massenentwicklungen einzelner Arten (*Chenopodium album*, *Matricaria chamomilla*, *Papaver rhoeas* u. a.). Allgemein nahm der Anteil annueller Arten im zweiten Jahr zugunsten mehrjähriger Arten der Wiesen-Gesellschaften ab. Eine genaue Analyse des von zahlreichen Standortsfaktoren (Bodenchemie, Nutzungsgeschichte, angrenzende Vegetation u. a.) abhängigen Sukzessionsverlaufs wird erfolgen, wenn auch Daten aus dem dritten Brachejahr vorliegen.
Aufgrund der Bedeutung für die landwirtschaftliche Praxis sei an dieser Stelle hervorgehoben, daß eine starke Ausbreitung von Wurzel- und Rhizomunkräutern (z. B. *Cirsium arvense*, *Agropyron repens*) bislang nur auf wenigen, nährstoffreichen und gut wasserversorgten Flächen beobachtet wurde.
Die 1990 wieder bewirtschafteten Flächen wurden ausnahmslos wieder mit Herbiziden behandelt, so daß das verstärkte Auflaufen von Keimlingen aus der aufgefüllten Samenbank nicht zu einer verstärkten Verunkrautung der Kulturpflanzenbestände nach dem Brachejahr führte.

5.2 Boden-Nitratgehalte

Abb. 1 zeigt die mittleren Nitratgehalte der unterschiedenen Brache-Typen. Auf den im Frühjahr bodenbearbeiteten Flächen wurden Ende Mai deutlich höhere Nitratgehalte gemessen als auf selbstbegrünten oder bereits im Herbst des Vorjahres eingesäten Brachen. Während die Nitratgehalte der einjährigen Brachen nach Umbruch der Flächen zur Herbstbestellung erheblich anstiegen, lagen sie bei den mehrjährigen Brachen im November allgemein deutlich niedriger. Lediglich bei den selbstbegrünten, einjährigen Brachen stiegen die Nitratgehalte nach Umbruch der Flächen kaum an. Allerdings konnten hierzu nur drei Flächen dieses Brache-Typs untersucht werden.

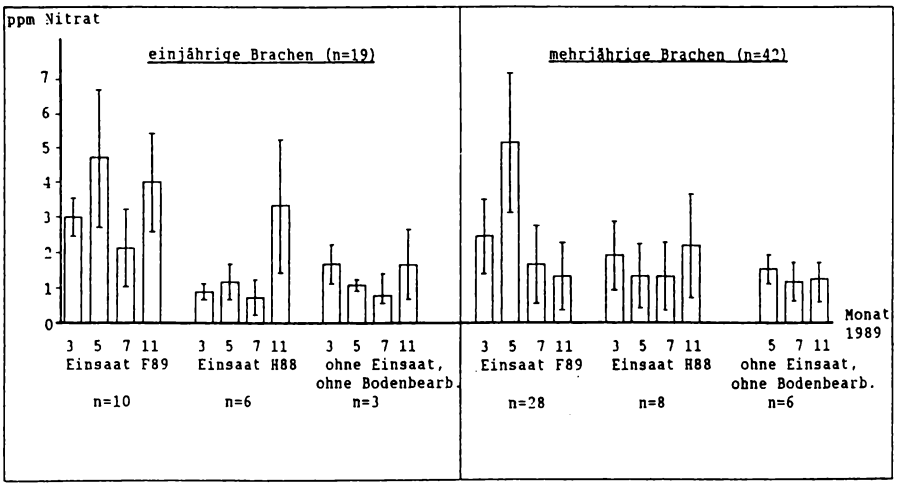

Abb. 1: Boden-Nitratgehalte im Pflughorizont der unterschiedlichen Brache-Typen

Nach Umbruch der Rotationsbrachen wird ein nicht unerheblicher Anteil des Nitrats in tiefere Bodenschichten verlagert (Abb. 2 bis 6). Einige Standortsangaben zu den Brachen, deren Boden-Nitratgehalte in den Abb. 2 bis 6 dargestellt sind, sind in Tab. 2 aufgeführt.

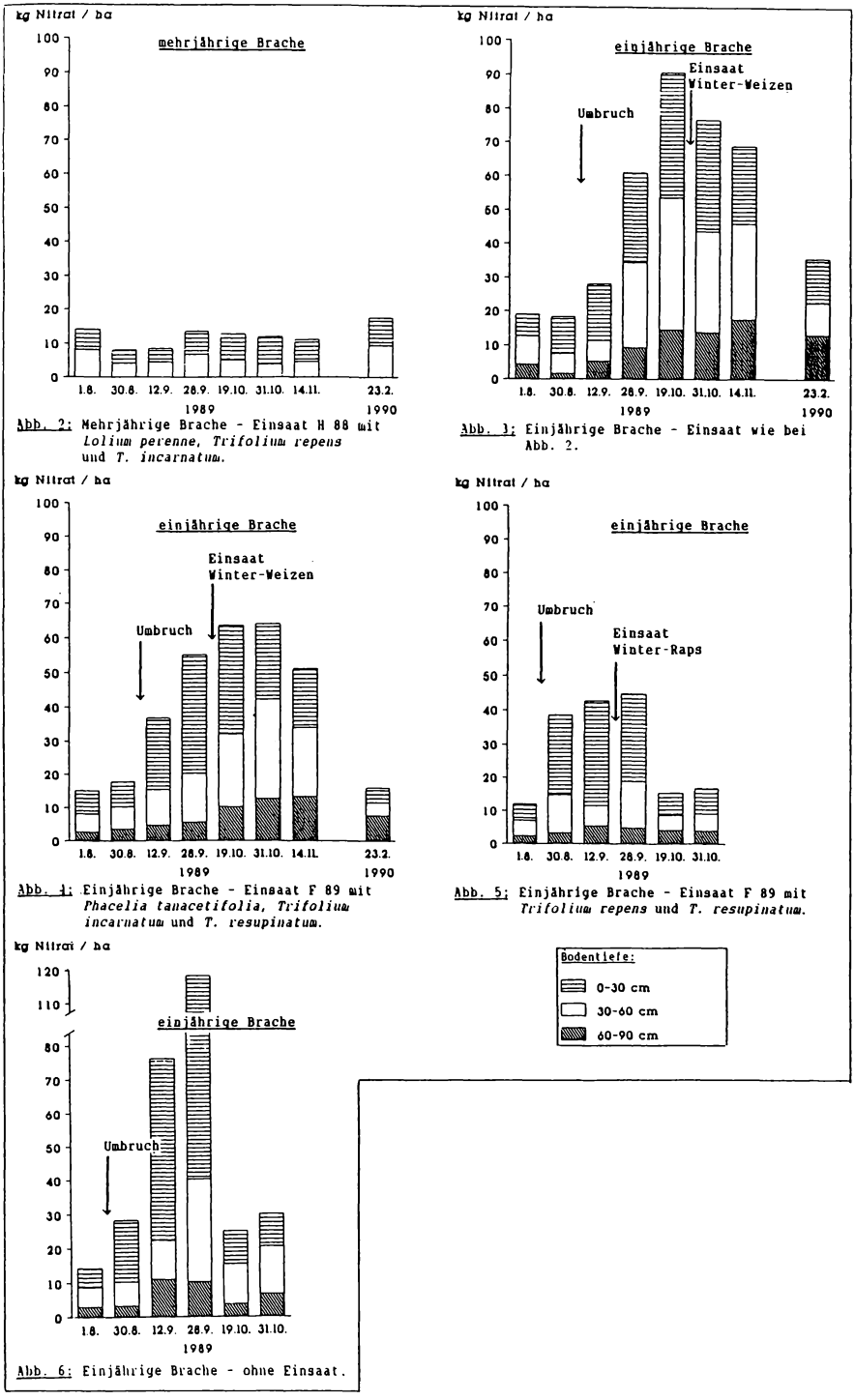

Abb. 2: Mehrjährige Brache - Einsaat H 88 mit *Lolium perenne*, *Trifolium repens* und *T. incarnatum*.

Abb. 3: Einjährige Brache - Einsaat wie bei Abb. 2.

Abb. 4: Einjährige Brache - Einsaat F 89 mit *Phacelia tanacetifolia*, *Trifolium incarnatum* und *T. resupinatum*.

Abb. 5: Einjährige Brache - Einsaat F 89 mit *Trifolium repens* und *T. resupinatum*.

Abb. 6: Einjährige Brache - ohne Einsaat.

Abb. 2 bis 6: Boden-Nitratgehalte in verschiedenen Bodentiefen

Tab. 2: Boden- und Nährstoffwerte des Pflughorizonts sowie Lage der Brachen, deren Boden-Nitratgehalte in den Abb. 2 bis 6 dargestellt sind

zu Abb.	Boden-art	pH in $CaCl_2$	N_t (%)	C/N	Inkl.(°)/ Expos.	Höhe ü.NN (m)
2	uS	5,8	0,14	10,1	0 / -	120
3	uS	6,1	0,14	10,5	0 / -	120
4	L	6,6	0,12	12,2	2 / S	190
5	tU	5,5	0,09	10,2	2 / S	190
6	L	5,7	0,12	11,1	1 /SW	180

In den Abb. 2 und 3 sind die Verhältnisse auf zwei unmittelbar nebeneinander gelegenen Brachen dargestellt. Die Flächen wurden vor der Stillegung als eine Ackerfläche gemeinsam bestellt. Ein Teil der Gesamtfläche wurde als mehrjährige Brache im August 1989 lediglich gemulcht, die restliche Fläche als einjährige Brache Anfang September zusätzlich umgebrochen und anschließend mit Winter-Weizen bestellt. Während die Nitratgehalte der mehrjährigen Brache (Abb. 2) im Untersuchungszeitraum annähernd konstant und auf niedrigem Niveau blieben, kam es nach Umbruch der einjährigen Brache (Abb. 3) zu einem Anstieg der Nitratgehalte auch in tieferen Bodenschichten. Winter-Weizen als Folgekultur vermochte im Herbst nur einen geringen Anteil des Nitrats zu binden.
Auf einer weiteren einjährigen Brache mit Leguminosen in der Einsaat und nachfolgender Bestellung mit Winter-Weizen (Abb. 4) änderten sich die Nitratgehalte in den verschiedenen Bodentiefen nach Umbruch der Fläche entsprechend. Bei Folgekultur Winter-Raps (Abb. 5) lagen die Nitratgehalte wenige Wochen nach Einsaat der Kultur deutlich niedriger. Auf einer selbstbegrünten Rotationsbrache mit hohem Rapsanteil aus der Vorfrucht lief nach Umbruch der Fläche erneut Raps auf. Die zunächst stark angestiegenen Nitratgehalte nahmen bis Mitte Oktober deutlich ab (Abb. 6). Der sich entwickelnde Raps vermochte wiederum einen Großteil des freigesetzten Nitrats zu binden.

6. Diskussion

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist der Brache-Typ 'Selbstbegrünung ohne Bodenbearbeitung nach der letzten Ernte' aus der Sicht des Natur- und Grundwasserschutzes am positivsten zu bewerten. Die größte Artenvielfalt und eine geringe Gefahr der Nitratauswaschung kennzeichnen diesen Brache-Typ.
Auch FORCHE & al. (im Druck) fanden auf mehrjährigen, selbstbegrünten Brachen eine deutlich größere Artenvielfalt als auf begrünten. Wenn jedoch auf eine Einsaat nicht verzichtet werden soll, sollte diese wegen der Gefahr der Nitratauswaschung nicht erst im Frühjahr, sondern bereits nach der Ernte im Herbst erfolgen. Auch nach KLEY (1987) ist eine Herbsteinsaat zu bevorzugen. FORCHE & al. (im Druck) empfehlen, bei Ackerzahlen ≥ 50 auf eine Begrünung mit Leguminosen völlig zu verzichten und möglichst früh im Herbst tiefwurzelnde Folgekulturen zu verwenden (z. B. Winterwicke/Senf). Bereits BAEUMER (1984) betont die Nitratfreisetzung nach Leguminosenanbau sowie die Fähigkeit des Rapses, noch im Herbst große Nitratmengen zu binden. Jedoch darf auch bei nicht mit Leguminosen begrünten Brachen, insbesondere bei großer Biomasse des Aufwuchses, die Gefahr der Nitratfreisetzung nach Umbruch nicht unterschätzt werden (vgl. Abb. 6). Die geringe Nitrataufnahme durch Winter-Weizen nach der Aussaat im Herbst betont auch HUBER (1988).
Ob und inwieweit auch nach einer längeren Bracheperiode die Agrarlandschaft durch selbstbegrünte Brachen bereichert wird, kann auf der Grundlage von Ergebnissen aus zwei Untersuchungsjahren nicht entschieden werden. Auch Auswirkungen verschiedener Pflegemaßnahmen, wie Mahd oder extensive Beweidung, konnten nicht untersucht werden. Nach SCHMIDT (1985) sowie SCHMIDT & WALDHARDT (im Druck) führt ein- und zweimalige Mahd mit zunehmendem Alter einer selbstbegrünten Brache zu einem Anstieg des Anteils von Magerkeitszeigern. Die Beweidung einer Brachfläche hat nach FORCHE & al. (im Druck) deutlich höhere Artenzahlen im erneuten Aufwuchs zur Folge als Mulchen. Demnach wäre es sinnvoll, im Rahmen des Flächenstilllegungs-Programms auf selbstbegrünten Brachen neben Mulchen auch Mahd oder extensive Be-

weidung zuzulassen. Auf nährstoffreichen und gut wasserversorgten Flächen werden diese Pflegemaßnahmen jedoch möglicherweise nicht ausreichen, um kurzfristig die beschriebene Massenentwicklung von Wurzel- und Rhizomunkräutern zu verhindern. Nach BRIEMLE (1990) kann sich selbst bei zweimaliger Mahd auf nährstoffreichen Auelehmen, die zur Überführung von Ackerland in Extensivgrünland eingesät wurden, innerhalb von vier Jahren keine artenreiche und standortstypische Grünlandvegetation etablieren. Ein Nährstoffentzug über einen längeren Zeitraum hinweg scheint heute notwendig, um die Entwicklung konkurrenzschwacher Arten zu fördern.

Zahlreiche der heute gefährdeten Ackerwildkrautarten wurden in den letzten Jahrzehnten auf ertragsarme Standorte zurückgedrängt, die nun bevorzugt als Dauerbrachen stillgelegt wurden. Diese annuellen Arten sind jedoch zur Keimung auf eine regelmäßige Bodenstörung angewiesen. Um ihr vollständiges Verschwinden aus unserer Agrarlandschaft zu verhindern, ist es erforderlich, die stillgelegten Flächen nach fünfjähriger Brache erneut ackerbaulich zu nutzen.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden durch eine Sachbeihilfe des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst gefördert.

Literatur

BAEUMER, K., 1984: Körnerleguminosen - Lückenbüßer oder Glied einer leistungsstarken Fruchtfolge? Raps. Fachzeitschrift f. Öl- und Eiweißpfl. 2. Jg. 1: 28-31.

BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Springer. Wien, New York: 865 S.

BRIEMLE, G., 1990: Umwandlung von Acker- in Extensivgrünland. Erfahrungen zur landwirtschaftlichen Extensivierung am Beispiel einer Staatsdomäne in Baden-Württemberg. Landschaft und Stadt 22: 68-72.

CALLAUCH, R., 1981: Ackerunkraut-Gesellschaften auf biologisch und konventionell bewirtschafteten Äckern in der weiteren Umgebung von Göttingen. Tuexenia 1: 25-37.

ELLENBERG, H., 1977: Stickstoff als Standortsfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. Oecol. Plant. 12: 1-22.

FORCHE, T., DAMBROTH, M. & C. SOMMER, im Druck: Praxisrelevante Zwischenergebnisse der Begleitforschung zum Grünbracheprogramm bzw. zur Flächenstillegung in Niedersachsen. Ökologie Forum Hessen.

GERLACH, A., 1973: Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnettomineralisation. Scripta Geobot. 5: 115 S.

HAASE, I. & W. SCHMIDT, 1989: Veränderungen der Ackerwildkrautflora im Nordwesten des Landkreises Göttingen. Göttinger Naturk. Schr. 1: 7-24.

HAEUPLER, H., MONTAG, A., WÖLDECKE, K. & E. GARVE, 1983: Rote Liste Gefäßpflanzen Niedersachsen und Bremen. 3. Fassung vom 1.10.1983. Niedersächsisches Landesverwaltungsamt. Hannover.

HUBER, R., 1988: Biologische N-Fixierung der Ackerbohnen und deren Auswirkungen auf den N-Haushalt des Bodens im Rahmen getreidebetonter Fruchtfolgen. Diss. ETH Zürich.

KLEY, G., 1987: Grünbrache, aber wie? DLG-Mitteilungen 10/87: 530.

MEISEL, K., 1972: Probleme des Rückgangs von Ackerunkräutern. Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch. 7: 103-110.

SCHMIDT, W., 1981: Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern. Scripta Geobot. 15.: 199 S.

SCHMIDT, W., 1985: Mahd ohne Düngung - Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachäckern. Geogr. Arb. 20: 81-99.

SCHMIDT, W. & R. WALDHARDT, im Druck: Welchen Beitrag liefern Flächenstillegung und Extensivierung zum Arten- und Biotopschutz in der Agrarlandschaft? Wiss. Zeitschr. Univ. Halle.

STINNER, B. R., CROSSLEY, D. A., ODUM, E. P. & R. L. TODD, 1984: Nutrient budgets and internal cycling of N, P, K, Ca, and Mg in conventional tillage, no-tillage, and old-field ecosystems on the Georgia piedmont. Ecology 65: 354-369.

WAGENITZ, G. & G. MEYER, 1981: Die Unkrautflora der Kalkäcker bei Göttingen und im Meißnervorland und ihre Veränderungen. Tuexenia 1: 7-23.

Adresse

Dipl.-Biol. Rainer Waldhardt
Prof. Dr. Wolfgang Schmidt
Systematisch-Geobotanisches Institut
Universität Göttingen
Untere Karspüle 2

W - 3400 Göttingen

ZOBODAT - 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_1_1991

Autor(en)/Author(s): Waldhardt Rainer, Schmidt Wolfgang

Artikel/Article: Pflanzenartenzahlen und Boden-Nitratgehalte junger Ackerbrachen in Süd- Niedersachsen - eine erste Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes 385-392