©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 15: 415–435. Göttingen 1995.

Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau: Auswirkungen auf Flora, Vegetation und Samenbank – Ergebnisse aus dem Göttinger INTEX-Projekt*

– Wolfgang Schmidt, Rainer Waldhardt und Ralf Mrotzek –

Zusammenfassung

Seit 1990 werden in einem interdisziplinären Forschungsprojekt („INTEX") die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen verschiedener Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau untersucht. Auf drei Versuchsstandorten in Niedersachsen wurden in einer Rapsfruchtfolge zwei unterschiedliche Extensivierungsmodelle (integriert, extensiv) mit einem konventionellen Anbausystem verglichen. Daneben wurde eine selbstbegrünte Dauerbrache mit in die geobotanischen Untersuchungen über Flora, Vegetation und Samenbank einbezogen. Während im konventionellen System die Unkrautdeckungsgrade und das Artenspektrum gering blieben, nahmen im integrierten Anbausystem die Artenzahlen deutlich zu, ohne daß sich bisher seltene oder gefährdete Arten oder standortstypische Ackerwildkrautgesellschaften einstellten. Dies galt bisher auch für das extensive System mit dem völligen Verzicht auf Herbizide und mineralische Düngung, wobei hier die höchste floristisch-strukturelle Vielfalt aller verglichenen Segetalgesellschaften ermittelt wurde. Allerdings wird der hohe Naturschutzwert des extensiven Anbausystems durch eine zu starke Schwächung der Kulturpflanzen erkauft, die zu ökonomisch nicht tolerierbaren Ertragseinbußen führt. Typisch für die Ackerbrachen war zunächst die Massenentfaltung weniger Arten, bedingt durch die stark dezimierte Samenbank bzw. die Lage der Versuchsstandorte in der ausgeräumten Intensivagrarlandschaft. Mit fortschreitender Sukzession entwickelte sich eine standörtlich differenzierte, kleinräumig heterogene Vegetation mit hoher Arten- und Strukturvielfalt.

Ein Vergleich der Samenbank zeigte nach dreijähriger Versuchsdauer für das konventionelle Anbausystem weiterhin einen stark dezimierten Samenvorrat, während sich im integrierten und extensiven System sowohl die Artenzahl als auch die Samenzahl deutlich erhöhten. Um ein Vielfaches höher als in den Anbausystemen war nach drei bzw. vier Brachejahren der Diasporenvorrat auf den Dauerbrachen. Er enthielt nicht nur erheblich mehr Arten, sondern unter den dominanten Arten auch einen höheren Anteil an Nicht-Ackerunkräutern als in den bewirtschafteten Systemen. Die Interessen von Landwirtschaft und Naturschutz lassen sich nach den vorliegenden geobotanischen Ergebnissen in Intensivagrarlandschaften am ehesten durch eine Verknüpfung des integrierten Anbausystems mit Dauerbrachen verwirklichen.

Abstract: Extensification in arable systems: Effects on flora, vegetation and soil seed bank – Results of the INTEX-project (University of Göttingen)

Since 1990 an interdisciplinary research project ("INTEX") has been investigating the ecological and economical effects of extensification in arable systems. At three research sites in Lower Saxony two different extensification systems, namely integrated and extensive were compared to the conventional system for rotation of oilseed – rape crops. In addition to this, geobotanical investigations on flora, vegetation and soil seed bank were also carried out for a spontaneous old-field succession.

Whereas weed coverage and species diversity remained limited in the conventional system, the number of species increased markedly in the integrated system. This took place without the appearance of rare or endangered plant species or of arable weed communities which had until now been characteristic for these landscapes. This pattern, up to now, had also applied to extensive systems with neither herbicide nor fertilizer application. Of the three agricultural weed communities compared, the highest floristical and structural diversity was ascertained for the extensive system. Despite the great importance of extensive systems for nature conservation, their value cannot compensate, in economic terms, for the weakening of crop plants and the resulting yield reductions.

* Herrn Prof. Dr. Ernst-Gerhard Mahn, Institut für Geobotanik und Botanischer Garten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, zum 65. Geburtstag gewidmet

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Typically, old-field succession was initially characterized by the mass development of those few species dependent on the reduced soil seed bank or on the location of the research sites in a poorly structured agricultural landscape with high-input farming. With progressive succession, a small-scale heterogeneous vegetation of high diversity in flora and structure developed, characteristic for the particular site conditions.

After a period of three years the soil seed bank of the conventional farming system had remained limited. In the integrated and the extensive systems, however, not only the number of species but also the total number of seeds increased significantly. The soil seed bank of the old fields was many times greater than that of the arable systems after a period of three and four years. This applied not only to the total number of diaspores but also to the number of species included in the soil seed bank. In addition to this, the proportion of non-agricultural weeds increased considerably under set-aside conditions. The geobotanical results presented in this paper suggest that the demands of both agriculture and nature conservation in intensively used agricultural landscapes could best be met by an integrated farming system in combination with abandoned old fields.

Einleitung

Ziel einer zunehmenden Zahl von Forschungsvorhaben (Zusammenstellung bei WALDHARDT 1994) über nutzungsbedingte Veränderungen in Agrarökosystemen und deren Umwelt ist es, die Erhaltung oder Regenerierung der abiotischen und biotischen Lebensgrundlagen der Agrarlandschaft mit ökonomischer Landnutzung zu vereinen. Hierzu zählt auch das interdisziplinäre Forschungsprojekt „INTEX" an der Universität Göttingen. Seit 1989 werden unter Leitung des Forschungs- und Studienzentrums Landwirtschaft und Umwelt die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen verschiedener Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau untersucht (WILDENHAYN 1991, 1992). Drei unterschiedliche Extensivierungsmodelle in einer Rapsfruchtfolge werden mit einem konventionellen Anbausystem verglichen. Außerdem wurde auch die Dauerbrache mit in die Untersuchungen einbezogen. Mit den Extensivierungsmaßnahmen sollen nicht nur die Möglichkeiten zur Einschränkung der landwirtschaftlichen Überproduktion, sondern u.a. folgende Zielsetzungen des Natur- und Umweltschutzes verfolgt werden:

- Erhaltung einer standortstypischen Flora und Fauna;
- Förderung der Artenvielfalt und Schutz bedrohter Arten;
- Stabilisierung der Agrarökosysteme sowie Erhaltung der Produktivität der Standorte;
- Begrenzung der Bodenerosion auf weniger als 1 t Bodenabtrag je ha und Jahr;
- Einhaltung der Grenzwerte für die Belastung von Grund- und Trinkwasser mit Nitrat und Pflanzenschutzmitteln.

In der Arbeitsgruppe „Geobotanik" konzentrierten sich die Untersuchungen auf folgende Fragestellungen:

- Wie entwickelten sich Flora und Vegetation in den verschiedenen Ackerbausystemen einschließlich der Brachen?
- In welchem Maße hat sich seit Beginn des Versuchs die Samenbank auf den Untersuchungsflächen verändert?

Die Ergebnisse sollen nachfolgend nicht nur vorgestellt, sondern auch im Hinblick auf die Zielsetzungen des Vorhabens bewertet werden. Im Vordergrund stehen dabei die Erhaltung und Förderung einer standortstypischen, vielfältigen Flora und Vegetation sowie der Schutz bedrohter Arten.

Versuchsstandorte und Versuchsaufbau

Die Versuche wurden ab Herbst 1989 auf einer Gesamtfläche von 94 ha auf drei landwirtschaftlichen Betrieben in Niedersachsen angelegt, die sich hinsichtlich ihrer Standortseigenschaften deutlich unterscheiden:

Reinshof (Landkreis Göttingen, MTB 4425/4 und 4525/2, 42 ha) in der ausgeräumten, intensiv ackerbaulich genutzten Leineaue, 153–171 m ü. NN, 635 mm mittlerer Jahresniederschlag, 8.5 °C mittlere Jah-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

restemperatur, vorherrschende Böden: Auen- und Gley-Auenböden, auf Keuperkuppen Rendzinen und Parabraunerden (L 5 V 49/47 – L 2 Al 89/93).

Marienstein (Landkreis Northeim, MTB 4325/4, 34 ha) in Randlagen des Leineberglandes mit Wald- und Heckenanschluß, 161–212 m ü. NN, 635 mm mittlerer Jahresniederschlag, 8.5°C mittlere Jahrestemperatur, Vergesellschaftung von Braunerden, Pseudogleyen, Pseudogley-Braunerden, Kolluvien in hängigen Lagen mit Erosionsgefahr (T 5 V 44/41- L 3 LöV 78/78).

Eickhorst (Landkreis Gifhorn, MTB 3628/2, 16 ha) in der ausgeräumten Geest-Lößbördenlandschaft nördlich von Braunschweig, 75–80 m ü. NN, 612 mm mittlerer Jahresniederschlag, 8.7°C mittlere Jahrestemperatur, vorherrschende Böden: Gley-Pseudogleye, Pseudogley-Podsole (Sl 4 D 30/32 – SL 3 D 55/57).

Ab Herbst 1989 wurden auf den drei Standorten Feldversuche mit folgenden fünf Varianten angelegt:

I. **Kontrolle** (intensiv, konventionell)
Fruchtfolge: dreigliedrig (Winterraps/Winterweizen/Wintergerste bzw. Winterroggen in Eickhorst)
Bodenbearbeitung: wendend
Düngung und Pflanzenschutz: intensiv in Anlehnung an die Empfehlungen der Offizialberatung; Intensitätsniveau bleibt über die Versuchsdauer konstant.

II. **Flexible Extensivierung** (integrierter Pflanzenbau)
Fruchtfolge: viergliedrig (Winterraps/Winterweizen/Ackerbohnen/Wintergerste; in Eickhorst: Winterraps/Winterweizen/Winterroggen/Erbsen); Zwischenfrucht (*Phacelia*) vor den Leguminosen
Bodenbearbeitung: im Regelfall pfluglos, außer vor Raps bzw. in Eickhorst
N-Düngung: im Durchschnitt der gedüngten Feldfrüchte um ca. 25% reduziert, im Durchschnitt der Rotation um 40% reduziert
Pflanzenschutz: Maßnahmen um ca. 50% reduziert; Berücksichtigung der Bekämpfungsschwellen; keine Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit W-Auflage; weitgehend mechanische Unkrautbekämpfung (Striegeln); Anbau von Sortenmischungen; Veränderung der Saatzeit und -stärke sowie der Reihenweite; Anlage von 3 m breiten Brachestreifen.

III. **Reduziert**
N-Düngung: gegenüber System I um 50% reduziert
Pflanzenschutz: keine Insektizide
Alle anderen Maßnahmen sonst wie in System I (Kontrolle).

IV. **Extensiv**
Völliger Verzicht auf N-Düngung und chemischen Pflanzenschutz, sonst alle anderen Maßnahmen wie in System II (flexible Extensivierung).

V. **Dauerbrache**
Ackerbrache mit Selbstbegrünung (in Reinshof nach Zuckerrüben; in Marienstein nach Winterraps; in Eickhorst bereits im Herbst 1988 nach Ackerbohnen).

Genauere Angaben zur Bewirtschaftung (u.a. Vorfrucht, Mineralstickstoff-Versorgung) in den Systemen I, II und IV sind den Tab. 1–3 zu entnehmen.

Die geobotanischen Untersuchungen fanden von 1990 bis 1994 in den verschiedenen Versuchsvarianten auf den drei Versuchsstandorten mit unterschiedlicher Intensität statt. In den Ackerbausystemen konzentrierten sich die floristischen und vegetationskundlichen Erhebungen auf die Varianten I (intensiv), II (integriert) und IV (extensiv). Die Variante III (reduziert) unterscheidet sich von der Variante I nur durch den verminderten Einsatz mineralischer Düngung und den Verzicht von Insektiziden, nicht aber von Herbiziden. Die Unterschiede liegen hier weniger im botanischen als vielmehr im zoologischen Bereich. Zusätzliche, intensive populationsbiologische Untersuchungen an ausgewählten Segetalarten (OSAN et al. 1993) in Verbindung mit ökologischen Messungen führten auch dazu, sich beim Vergleich der Ackerbausysteme auf die Versuchsstandorte Reinshof und Marienstein und die Jahre 1991 bis 1993 zu konzentrieren. Bei den Brachen war dagegen ein Vergleich aller drei Versuchsstandorte über den gesamten bisherigen Untersuchungszeitraum von 1990 bis 1994 möglich. Die Samenbank wurde 1990 und 1993 in den Varianten I, II, IV und V der drei Versuchsstandorte bestimmt. Neben diesen zeitlichen Abweichungen gab es auch methodische Unterschiede, die die nachfolgende, getrennte Behandlung sinnvoll erscheinen lassen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Flora und Vegetation

1. Methodik

Zur Aufnahme der Flora und Vegetation in den Ackerbausystemen I (konventionell), II (integriert) und IV (extensiv) wurden 1991 auf den Standorten Reinshof und Marienstein jeweils vier Dauerflächen (Flächengröße 10 m x 10 m) pro Schlag eingerichtet. Auf allen Dauerflächen wurden der Gesamt-Deckungsgrad (Kulturen und Unkräuter), der Unkraut-Deckungsgrad sowie die Deckungsgrade der einzelnen Arten 1991 7–8mal, 1992 5-6 mal und 1993 2 mal in der Vegetationsperiode in Prozent der jeweils bedeckten Bodenoberfläche bestimmt. Grundlage für die nach den Kulturarten Winterraps (Tab. 1), Winterweizen (Tab. 2) und Wintergerste (Tab. 3) getrennt wiedergegebenen Ergebnisse – nur für diese Kulturen liegen durchgehend in allen Systemen Daten vor – sind die maximalen Deckungsgradwerte, die innerhalb einer Vegetationsperiode geschätzt wurden. Aufgeführt sind neben mittleren maximalen Gesamt- und Unkraut-Deckungsgraden der in der Regel vier Parallelen die mittleren maximalen Deckungsgrade aller Arten, die entweder (1) in mindestens einem Jahr an einem der Standorte Reinshof oder Marienstein und in einem der Systeme I, II oder IV einen mittleren Deckungsgrad von mehr als 1% erreichten, oder (2) in einer Kulturart mindestens dreimal notiert wurden, oder (3) als Kulturen, Untersaaten bzw. Zwischenfrüchte angebaut wurden oder (4) nach HÜPPE & HOFMEISTER (1990) als Kennarten der Klasse *Stellarietea mediae* und deren Untereinheiten genannt werden. Darüberhinaus enthalten die Tabellen Angaben zu den Artenzahlen pro 100 m² bzw. pro 400 m² sowie Mittelwerte der Diversität (Shannon-Weaver-Index, Evenness, HAEUPLER 1982).

Tab. 4 faßt die Einzelwerte nach den Variationsursachen Anbausysteme, Kulturarten, Standorte und Jahre zusammen und gibt an, ob statistisch gesicherte Unterschiede bestehen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind von den Arten nur die Dominanten aufgeführt, d.h. die Arten, die in den Tab. 1–3 mindestens einmal einen mittleren Deckungsgrad von mehr als 5% erreichen. Damit sind in jedem Fall auch die Arten erfaßt, die als Problemunkräuter eine wirtschaftliche Bedeutung besitzen. Auf Interaktionen zwischen den genannten Variationsursachen wird nicht eingegangen.

Zur Aufnahme der Vegetation auf den Brachen wurden 1990 auf den drei Standorten insgesamt 129 Dauerflächen (Flächengröße: 10 m x 10 m) in mehreren lückenlosen Transekten eingerichtet, die jeweils einen charakteristischen Ausschnitt (Catena) der Brachflächen darstellen. Während 1990 bis 1992 auf allen Dauerflächen das Vorkommen und der Deckungsgrad aller Pflanzenarten bestimmt wurde (KUPER 1992, WALDHARDT 1994), geschah dies in den nachfolgenden Jahren nur auf ausgewählten Flächen. Durchgehend von 1990 bis 1994 ausgewertet werden konnten für Reinshof 12, für Marienstein 16 und für Eickhorst 7 Dauerflächen mit je 100 m² (Tab. 5–7), die insgesamt gesehen die Sukzession der Brachflächen auch ausreichend genau repräsentieren (vergl. SCHMIDT & BRÜBACH 1993).

Die Nomenklatur der Arten richtet sich nach EHRENDORFER (1973).

2. Veränderungen von Flora und Vegetation in den bewirtschafteten Ackerbausystemen

2.1 Veränderungen im Deckungsgrad bei Kulturpflanzen und Unkräutern

Erwartungsgemäß wirkte sich die Extensivierung beim Deckungsgrad der Kulturpflanzen und der Unkräuter gegenläufig aus (s. Tab. 1–3 im Anhang). Auffällig war dabei, daß sich beim Übergang vom konventionellen zum integrierten System der Deckungsgrad der Kulturpflanzen kaum veränderte, der der Unkräuter dagegen stark anstieg und bereits das Niveau des extensiven Systems erreichte. Deutliche Einbußen im Deckungsgrad erlitten die Kulturpflanzen erst bei völligem Verzicht auf Herbizide und N-Düngung. Diese Reaktion entspricht auch den Veränderungen bei den Erträgen.

Im Vergleich zu den systembedingten Einflüssen kommt der Kulturpflanzenwahl, dem Standort und dem Untersuchungsjahr nur eine nachrangige Bedeutung zu. Bei den Kulturpflanzen erreichte der Winterraps die höchsten, der Winterweizen die niedrigsten Deckungsgrade. Die Verunkrautung war unter Winterweizen am geringsten, unter Wintergerste am höchsten. Trotz der günstigeren natürlichen Voraussetzung und der höheren Erträge war in Reinshof der Deckungsgrad bei den Kulturpflanzen im Mittel niedriger als in Marienstein; bei den Unkräutern verhielt es sich umgekehrt. Die deutliche Abnahme im Deckungsgrad der Kulturpflanzen im Jahre 1993 ist vor allem auf die Frühsommertrockenheit zurückzuführen, die

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

insbesondere in den extensiven Systemen zu deutlichen Einbußen führte, ohne daß gleichzeitig die Unkrautvegetation – im Vergleich zu 1992 – entsprechend profitierte.

2.2 Pflanzensoziologische Einordnung

Die Ausbildung einer standortstypischen, vielfältigen Ackerwildkrautvegetation wurde unabhängig von den angebauten Kulturen Winterraps (Tab. 1), Winterweizen (Tab. 2) und Wintergerste (Tab. 3) bei konventionellem Anbau (System I) weitgehend verhindert. Die wenigen sich entwickelnden Unkrautarten erreichen mit Ausnahme von *Galium aparine, Cirsium arvense, Alopecurus myosuroides, Lamium purpureum* und *Equisetum arvense* nie mittlere Deckungsgrade von mehr als 1%. Das weitgehende Fehlen von Verbands- und Assoziations-Kennarten der *Stellarietea mediae* und die nur mäßige Entwicklung einiger Kennarten der nach HÜPPE & HOFMEISTER (1990) auf basenreichen Lehm- und Tonböden häufigen Klatschmohn-Gesellschaften (*Papaveretalia rhoeadis*) (u.a. *Aethusa cynapium, Papaver rhoeas, Sinapis arvensis*) kennzeichnen darüberhinaus die verarmte Vegetation beider Standorte. Allgemein höhere Artenzahlen und deutlich erhöhte Deckungsgradwerte bei einzelnen Arten (u.a. *Galium aparine, Alopecurus myosuroides*) lassen die geringere Intensität der Bewirtschaftung in den Systemen II und IV erkennen. Eine soziologische Zuordnung der Vegetation auf Assoziationsebene ist aber selbst nach vier Jahren extensiver Bewirtschaftung nicht möglich.

2.3 Veränderungen in der Vielfältigkeit

Im Systemvergleich ergibt sich über die mittlere Artenzahl/100 m^2 sowie die Diversitätsmerkmale (Shannon-Weaver-Index, Evenness, HAEUPLER 1982) eine deutliche Zunahme der Vielfältigkeit vom konventionellen über das integrierte zum extensiven System. Wenngleich die Artenzahlen/100 m^2 vom integrierten zum extensiven System kaum ansteigen, ist letzteres vor allem aufgrund der geringeren Wüchsigkeit der Kulturen durch signifikant höhere Vielfältigkeitsindices gekennzeichnet.

Unter Winterraps war die Artenzahl zwar deutlich höher als unter Winterweizen und -gerste. Dies betraf jedoch vorwiegend Einzelexemplare mit geringen Deckungsgraden, so daß sich bei den Vielfältigkeitsindices keine Unterschiede zwischen den Kulturpflanzen erkennen ließen. Überraschenderweise präsentierten sich die Versuchsflächen des Standorts Reinshof trotz einheitlicherer Standortsbedingungen und ungünstigerer Landschaftsstruktur als vielfältiger als die in Marienstein – ein Ergebnis, welches sich auch im Vergleich der Brachen (s. Kap. 2.2.6) bestätigte. Im zeitlichen Verlauf ist von 1991 bis 1993 keine deutliche Zunahme der floristisch-strukturellen Vielfalt zu erkennen.

2.4 Veränderungen bei den Dominanzarten

Im Systemvergleich zeichnet sich das konventionelle System entsprechend den Gesamtdeckungsgradwerten der Unkräuter (vergl. Kap. 2.1.) auch bei den Dominanzarten durchgehend durch die niedrigsten Deckungsgradwerte aus (Tab. 4). Bei *Alopecurus myosuroides, Apera spica-venti, Galium aparine* und *Stellaria media* ist eine signifikante Deckungsgradzunahme vom konventionellen zum integrierten System festzustellen, während sich bei diesen Arten keine signifikanten Deckungsgradunterschiede zwischen integriertem und extensivem System nachweisen lassen. *Cirsium arvense, Sonchus asper* und *Tripleurospermum inodorum* weisen dagegen erst in der extensiven Variante signifikant höhere Deckungsgrade auf. *Festuca rubra* war als Untersaat nur im integrierten System erfolgreich.

Im Winterraps wurde *Stellaria media*, in der Wintergerste *Alopecurus myosuroides* sowie *Festuca rubra* als Untersaat gefördert. Einen deutlichen Schwerpunkt auf den Versuchsflächen in Reinshof besaßen *Galium aparine* und *Stellaria media*, während *Alopecurus myosuroides* das Problemunkraut Mariensteins ist. Alle übrigen Dominanzarten traten auf den beiden Versuchsstandorten mehr oder weniger gleichgewichtig auf. Im Vergleich der Jahre hat *Cirsium arvense* seit 1991 deutlich zugenommen. Bei den übrigen Arten läßt sich eine klare zeitliche

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 4: Einfluß der Anbausysteme (I: konventionell, II: integriert, IV: extensiv), Kulturarten (WR: Winterraps, WW: Winterweizen, WG: Wintergerste), Standorte (RH: Reinshof, MS: Marienstein) und Versuchsjahre auf den Deckungsgrad von Kulturpflanze und Unkräutern, den Deckungsgrad der Dominanzarten sowie auf Diversitätsmerkmale der Phytozönosen. Angegeben sind die Gesamtmittelwerte der unterschiedenen Hauptvariationsursachen. Signifikante Unterschiede (Varianzanalyse, Tukey-Test) sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet (a, b, c: $p<0.01$; (a),(b),(c): $p<0.05$).

	Anbausystem			Kulturart			Standort		Jahr		
	I	II	IV	WR	WW	WG	RH	MS	1991	1992	1993
Zahl der Einzelwerte	72	72	69	70	71	72	108	105	72	69	72
Deckungsgrad (%)											
Kulturpflanze	88.4^{a}	86.2^{a}	62.0^{b}	85.2^{a}	75.0^{b}	77.3^{b}	78.4	79.9	81.3^{a}	82.7^{a}	73.5^{b}
Unkräuter	3.6^{b}	18.0^{a}	19.3^{a}	$12.8^{(a,b)}$	$11.1^{(b)}$	$16.7^{(a)}$	14.7	12.4	10.8^{b}	16.7^{a}	$13.3^{a,b}$
Dominanzarten											
Alopecurus myosuroides	0.3^{b}	3.0^{a}	4.4^{a}	$2.1^{(b)}$	$1.8^{(b)}$	$3.8^{(a)}$	0.1^{b}	5.2^{a}	1.3^{b}	3.9^{a}	$2.4^{a,b}$
Apera spica-venti	0.1^{b}	1.5^{a}	1.2^{a}	0.6	1.4	0.7	1.0	0.8	1.0	1.2	0.5
Cirsium arvense	0.2^{b}	0.7^{b}	1.9^{a}	0.6	0.9	1.2	1.0	0.8	0.4^{b}	0.6^{b}	1.7^{a}
Festuca rubra (Untersaat)	-	3.7^{a}	0.5^{b}	0.1^{b}	0.5^{b}	3.6^{a}	1.4	1.4	0.5^{b}	3.8^{a}	0.1^{b}
Galium aparine	1.0^{b}	5.7^{a}	4.0^{a}	2.7	3.3	4.6	5.9^{a}	1.1^{b}	$3.7^{a,b}$	5.0^{a}	2.1^{b}
Sonchus asper	0.1^{b}	0.1^{b}	1.1^{a}	$0.3^{(a,b)}$	$0.7^{(a)}$	$0.2^{(b)}$	0.5	0.3	$0.3^{(a,b)}$	$0.7^{(a)}$	$0.2^{(b)}$
Stellaria media	0.1^{b}	3.0^{a}	$2.0^{a,b}$	3.8^{a}	0.6^{b}	0.7^{b}	2.8^{a}	0.5^{b}	2.5	1.3	1.2
Tripleurospermum inodorum	0.1^{b}	0.1^{b}	1.3^{a}	0.3	0.4	0.8	0.4	0.6	0.6	0.2	0.6
Diversitätsmerkmale											
Artenzahl/100 m^2	10.7^{b}	17.4^{a}	19.0^{a}	18.1^{a}	14.5^{b}	14.4^{b}	15.9	15.4	14.7^{b}	17.4^{a}	15.0^{b}
Shannon-Weaver-Index H'	0.24^{c}	0.74^{b}	1.05^{a}	0.65	0.65	0.71	0.73^{a}	0.61^{b}	0.68	0.62	0.72
Evenness (E in %)	9.6^{c}	26.1^{b}	36.1^{a}	22.0	24.1	25.2	25.9^{a}	21.5^{b}	$24.3^{(a,b)}$	$21.2^{(b)}$	$25.7^{(a)}$

Entwicklung nicht erkennen. Vielmehr sind für viele annuelle Arten jährliche Fluktuationen charakteristisch: z.B. war 1992 für *Alopecurus myosuroides, Galium aparine* und *Sonchus asper* besonders günstig.

2.5 Vorkommen von Arten der Roten Liste

Von den gefährdeten Ackerunkräutern in Niedersachsen (Rote-Liste-Arten, GARVE 1993) traten auf den Aufnahmeflächen nur zwei Arten spontan auf: *Silene noctiflora* in Reinshof und *Consolida regalis* in Marienstein. Daneben wurden nur noch in den Ackerrändern und in den Brachestreifen der integrierten und der extensiven Systeme Einzelexemplare oder individuenarme Populationen von *Centaurea cyanus* und *Coronopus squamatus* in Reinshof sowie *Centaurea cyanus, Myosurus minimus* und *Valerianella dentata* in Marienstein gefunden. Ob Ansaatexperimente, die 1993 mit *Bupleurum rotundifolium, Centaurea cyanus* und *Consolida regalis* begonnen wurden, langfristig erfolgreich sind, muß die weitere Entwicklung zeigen.

3. Veränderungen von Flora und Vegetation auf den Brachen

3.1 Veränderungen im Gesamtdeckungsgrad

Eine dicht schließende Krautschicht mit einem Gesamtdeckungsgrad zwischen 94 und 99% kennzeichnete alle drei Brachflächen im Jahr 1994 (s. Tab. 5–7 in Kap. 3.5). Die Entwicklung dahin verlief jedoch unterschiedlich. In Marienstein war im ersten Jahr nur etwa die Hälfte der Bodenoberfläche bedeckt. In dem hängigen Gelände blieben die nach der Rapsernte 1989 entstandenen Erosionsrinnen 1990 meist unbesiedelt, schlossen sich aber danach sehr rasch. In Reinshof lag der Deckungsgrad 1990 mit im Mittel 60% am Anfang etwas höher, stieg in den Trockenjahren 1991 und 1992 jedoch wesentlich langsamer an, ehe der feuchte Sommer 1993 zu einer fast vollständigen Bedeckung der Bodenoberfläche führte. Von Eickhorst fehlen Angaben aus dem 1. und 3. Brachejahr, die übrigen Daten lassen aber eine vergleichbare Entwicklung wie in Reinshof vermuten.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3.2 Veränderungen im Anteil der Lebensformen

Im Gegensatz zu Grünlandbrachen zeichnen sich Ackerbrachen durch einen raschen Lebensformenwechsel aus. Auf allen drei Brachen dominierten in den ersten beiden Jahren Therophyten, danach gewannen die ausdauernden Geophyten und Hemikryptophyten an Bedeutung, allerdings mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Am langsamsten geschah dies in Reinshof, wo die Therophyten bis zum 4. Brachejahr noch mit fast 45% Deckungsgradanteil die wichtigste Lebensformengruppe bildeten. Erst im 5. Jahr wurden sie von den Hemikryptophyten überrundet, waren aber immerhin noch mit fast 30% am Deckungsgrad beteiligt. Die frühere, intensive Herbizidbehandlung gegenüber geophytischen Unkräutern wie *Cirsium arvense* und *Agropyron repens* sowie das Fehlen von Grünland und breiten Ackerrainen als Diasporenquellen für Grünland-Hemikryptophyten in der Umgebung sind als Ursachen für das langsame Zurückweichen der konkurrenzschwachen Therophyten zu vermuten. Eine Nährstofflimitierung, die ebenfalls zu einem langandauernden Annuellenstadium bei der Ackerbrachensukzession führen kann (SCHMIDT 1988, 1993, WALDHARDT & SCHMIDT 1993, WALDHARDT 1994), dürfte auf dem nährstoffreichen Keuperboden dagegen von nachrangiger Bedeutung sein.

Im Gegensatz zu Reinshof zeichnete sich in Marienstein und in Eickhorst mit der Etablierung der heutigen Dominanzarten im 1. und 2. Jahr schon ein frühzeitigerer Wechsel zwischen den kurzlebigen und langlebigen Arten ab. Dabei bildeten in Marienstein 1994 die Hemikryptophyten mit mehr als 60%, in Eickhorst die Geophyten mit fast 75% Deckungsgradanteil die wichtigsten Lebensformengruppen.

Neben diesen drei Lebensformengruppen spielen die übrigen bisher nur eine untergeordnete Rolle. Dies gilt besonders für die langfristig an Bedeutung gewinnenden Gehölze. Hier kommt der Nähe zur Diasporenquelle (Distanzeffekt) eine größere Bedeutung zu als dem für die Gehölzentwicklung auf Brachen ebenfalls wichtigen Bodenverwundungseffekt (SCHMIDT 1981, 1983, 1993; SCHMIEDEKNECHT 1994, TISCHEW 1994). Auf Grund der Nähe zum Wald und eines die Brache durchziehenden Heckenstreifens fanden sich allein auf den Dauerflächen der Brache in Marienstein bereits im 1. Jahr (1990) drei Gehölzarten. Im 5. Jahr (1994) waren es zwölf Gehölzarten, deren Entwicklung bisher jedoch durch die üppige, hochwüchsige Krautschicht so stark gehemmt wurde, daß ihr Deckungsgradanteil noch immer unter 1% liegt. In Reinshof und Eickhorst wurden bis heute nur zwei bzw. drei Gehölzarten mit so wenigen Individuen notiert, daß die Entwicklung zum Gebüsch-Stadium oder gar Wald nach den Erfahrungen von anderen, vergleichbaren Ackerbrachen noch Jahrzehnte dauern dürfte (SCHMIDT 1993, SCHMIEDEKNECHT 1994). Für Marienstein ist dagegen das Erreichen eines Vorwald-Stadiums nach spätestens 20 Jahren wahrscheinlich.

3.3 Veränderungen im Anteil der soziologischen Artengruppen

Auch die Entwicklung der soziologischen Artengruppen unterstreicht die engere Beziehung zwischen den beiden Brachen in Reinshof und Eickhorst. Fünf bzw. sechs Jahre nach dem Brachfallen bilden die ruderalen Störungszeiger immer noch mehr als 90% des Pflanzenbestandes. Dabei sind für Reinshof auch im 5. Jahr noch die kurzlebigen Arten der Ackerunkrautgesellschaften von großer Bedeutung, wobei – vermutlich auf Grund der Vorfrucht Zuckerrüben und der langsamen Gesamtdeckungsgradentwicklung – Hackfrucht-Arten (*Chenopodietea*-Arten im Sinne von ELLENBERG et al. 1992) im 1. Jahr, Halmfrucht-Arten (*Secalietea*-Arten im Sinne von ELLENBERG et al. 1992) erst im 3. Jahr ihr Deckungsgradmaximum erreichten, um danach deutlich zurückzugehen. In Eickhorst wurden die Maxima für beide Klassenkennartengruppen bereits im 1. Untersuchungsjahr (= 2. Brachejahr) notiert. Unter den ausdauernden Ruderalarten waren 1994 für Reinshof *Artemisietea*-, für Eickhorst dagegen *Agropyretea*-Arten prägend, was mit der Zuordnung der beiden Dominanzarten *Cirsium vulgare* (Reinshof) und *Agropyron repens* (Eickhorst) zu erklären ist.

Im Unterschied zu Reinshof und Eickhorst wurden in Marienstein die kurzlebigen Hack- und Getreideunkrautarten (einschließlich der als indifferent eingestuften Vorfrucht *Brassica*

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

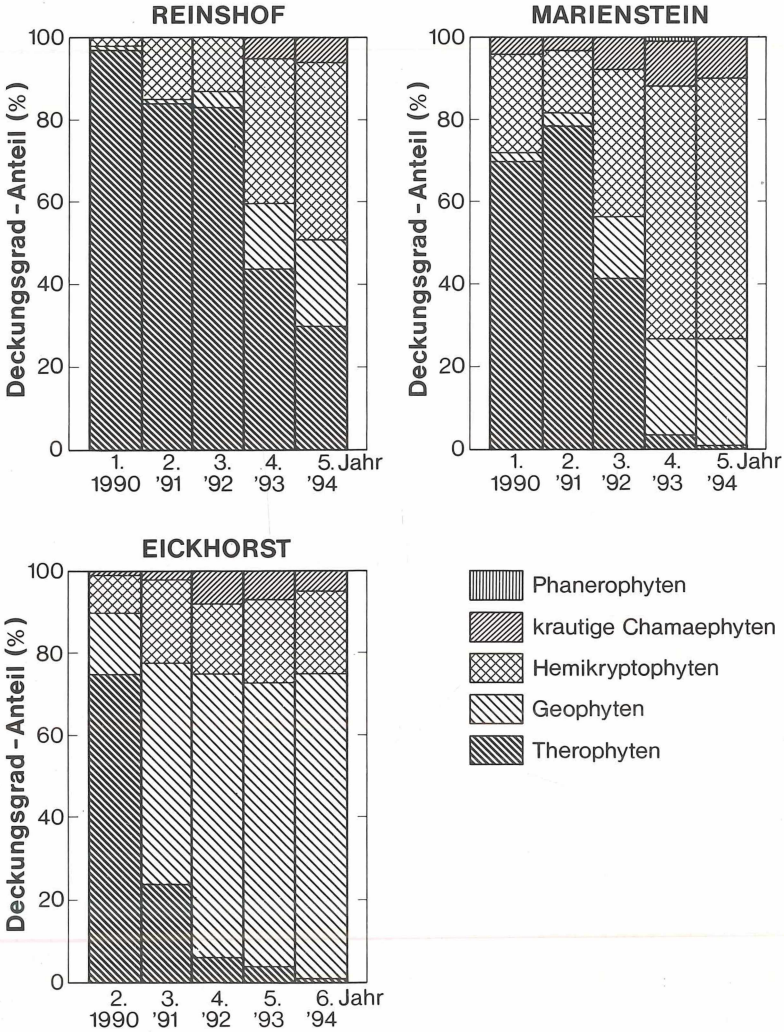

Abb. 1: Veränderungen im Deckungsgradanteil der Lebensformen auf den Brachen in Reinshof, Marienstein und Eickhorst von 1990 bis 1994.

napus) rasch durch Vertreter des Wirtschaftsgrünlandes (*Molinio-Arrhenatheretea*), der Stickstoff-Krautfluren (*Artemisietea)* und weitverbreitete, ausdauernde Ruderalarten abgelöst. Besonders die Grünlandarten sind heute für die Brache in Marienstein charakteristisch und stellen mit 40% den höchsten Deckungsgradanteil.

Auf die insgesamt noch geringe Beteiligung von Waldarten auf den drei Brachen wurde bereits bei den Lebensformen hingewiesen.

3.4 Veränderungen in der Vielfältigkeit

Bei mittleren Artenzahlen von 18 bis 26 Gefäßpflanzenarten/100 m² lagen die untersuchten drei Brachen insgesamt im unteren Bereich der Daten, die für Ackerbrachen ohne Einsaat im ersten Jahrfünft aus Südniedersachsen bekannt sind (SCHMIDT & WALDHARDT 1991,

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

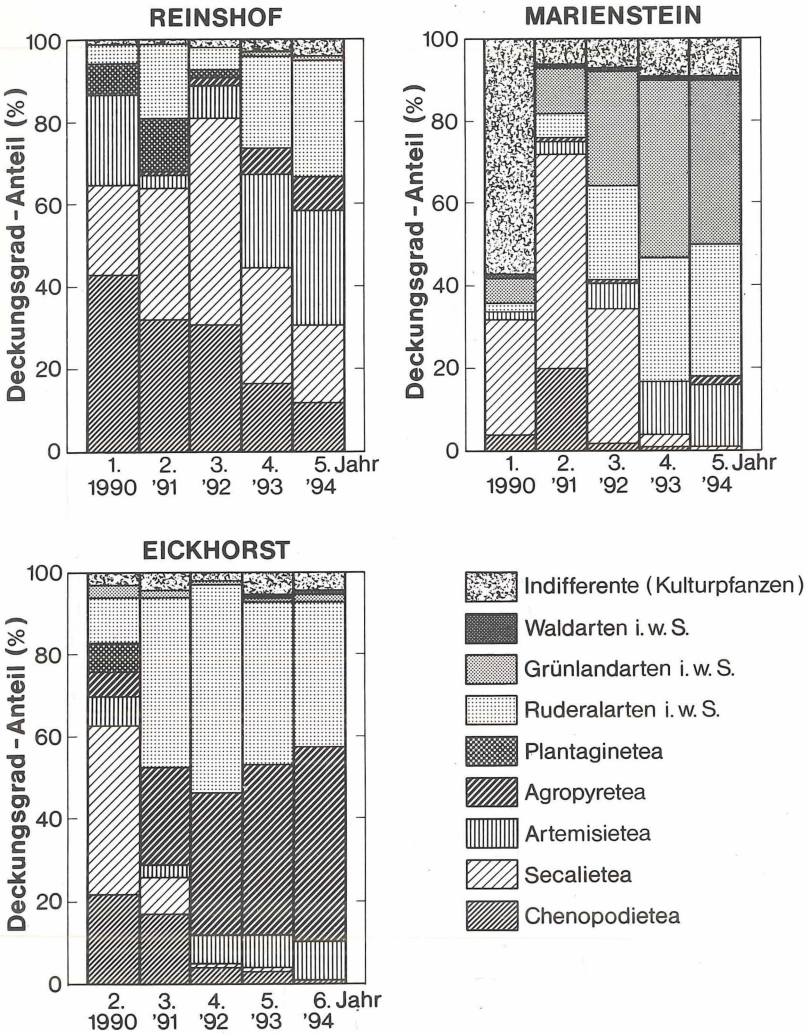

Abb. 2: Veränderungen im Deckungsgradanteil soziologisch gefaßter Artengruppen auf den Brachen in Reinshof, Marienstein und Eickhorst von 1990 bis 1994

SCHMIDT 1993, WAGNER 1994, WALDHARDT 1994). Dies ist wiederum als Ausdruck der langjährigen Artenverarmung in den untersuchten Intensivagrarlandschaften zu verstehen und hat vorrangig seine Ursachen in der Artenreduktion der Samenbank (s. dort) und in der Vernichtung von Kleinstrukturen in der Umgebung der Brachen. Am ungünstigsten – sowohl von der mittleren Artenzahl/100 m² als auch der Gesamtartenzahl – ist die Situation in Reinshof zu bewerten. Die hohen Gesamtartenzahlen in Marienstein sind Ausdruck der heterogenen Geländeanbindung der dortigen Brache. Besonders die Dauerflächen in Wald- und Heckennähe zeichnen sich durch eine hohe Artenvielfalt aus, während die am strukturarmen, nährstoffreichen Unterhang gelegenen Aufnahmeflächen von Reinshof vergleichbare Artenzahlen besitzen. Da es sich bei Ackerbrachen meist um „ungesättigte" Pflanzenbestände handelt (SCHMIDT 1981), müssen beim Vergleich der Gesamtartenzahlen auch die unterschiedlichen Flächengrößen in Reinshof (1200 m²), Marienstein (1600 m²) und Eickhorst (700 m²) mit berücksichtigt werden.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

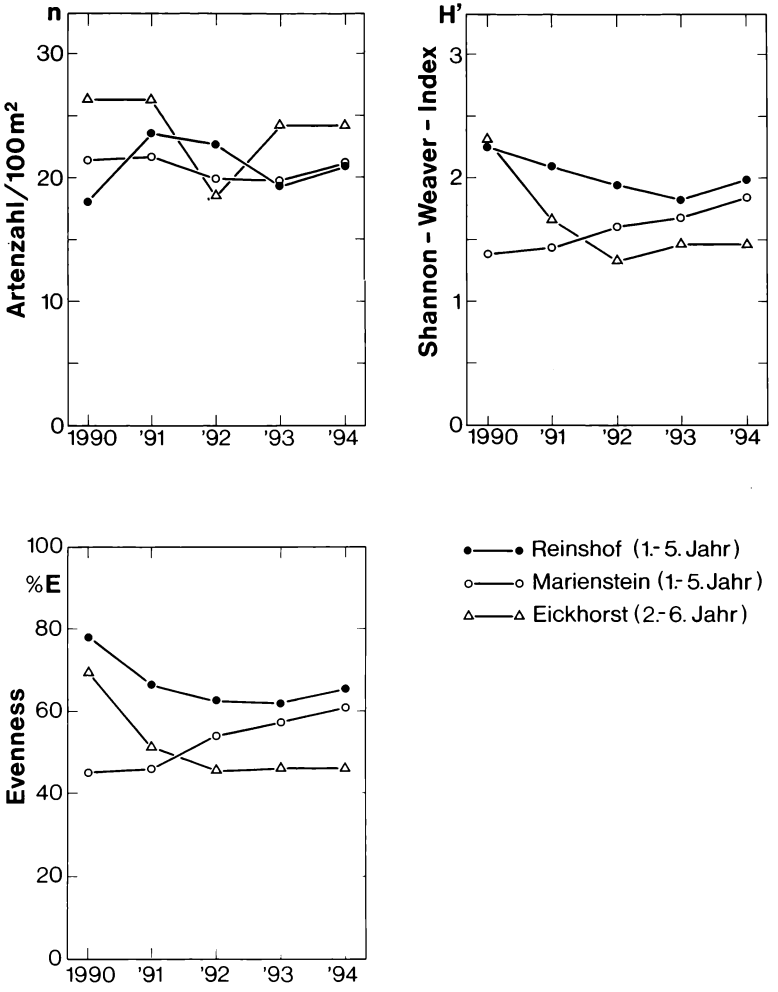

Abb. 3: Veränderungen bei den mittleren Artenzahlen/100 m² und der Diversität • (Shannon-Weaver-Index, Evenness) auf den Brachen in Reinshof, Marienstein und Eickhorst von 1990 bis 1994.

Die Struktur der Artverteilung in den Ackerbrachen läßt sich über Gleichverteilungsmerkmale besser beschreiben als allein durch das Merkmal Artenzahl. Sowohl der Shannon-Weaver-Index als auch die Berechnung der Evenness zeigen für Reinshof und Eickhorst eine hohe strukturelle und floristische Vielfalt zu Beginn der Sukzession, die bis zum 5. bzw. 6. Brachejahr deutlich abnahm. Dabei sank die Diversität in Eickhorst auf Grund der starken Dominanz von *Cirsium arvense* und *Agropyron repens* trotz höherer mittlerer Artenzahl stärker ab als auf der Brache in Reinshof. Umgekehrt verlief die Entwicklung in Marienstein. Hier war die Brache durch die hohe Dominanz von *Brassica napus* und *Alopecurus myosuroides* in den ersten beiden Brachejahren weniger vielfältig strukturiert als im 3. bis 5. Brachejahr. Mit einem Shannon-Weaver-Index zwischen 1.46 und 1.99 sowie Evenness-Werten von 46 bis 66% haben sich 1994 alle drei Brachen im Vergleich zum ersten Jahr der Sekundärsukzession einander angenähert.

Im Vergleich mit den bewirtschafteten Ackerflächen (Kap. 2.3, Tab. 1–4) sind die Brachen insgesamt artenreicher. Allerdings ist der Unterschied zwischen dem extensiven System und

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

der Brache bei der mittleren Artenzahl/100 m² überraschend gering und spricht ebenfalls für die Artenverarmung in der Samenbank und im umgebenden Landschaftsraum. Der wesentliche Unterschied zwischen den Ackerbausystemen und den Brachen zeigt sich in den Gleichverteilungsmerkmalen: Auch in den extensiven Systemen sorgt die Dominanz der Kulturpflanzen noch dafür, daß der Shannon-Weaver-Index und die Evenness im Mittel deutlich unter den Werten liegen, die sich für die Brachen errechneten (Tab. 4, Abb. 3).

3.5 Veränderungen bei den Dominanzarten

Mit Hilfe von Dominanzarten (Arten, die im Mittel eines Jahres auf der jeweiligen Brachfläche mindestens einen mittleren Deckungsgrad von 5 % erreichten, s.o.) läßt sich der Sukzessionsverlauf auf Ackerbrachen floristisch übersichtlich kennzeichnen, besonders wenn man auch ihre Lebensform und pflanzensoziologische Zuordnung mit berücksichtigt (SCHMIDT 1993). Ihre Anordnung in den Tab. 5–7 erfolgt nach dem Jahr ihres Deckungsgradmaximums und der Höhe des Deckungsgrades.

Im Vergleich mit anderen Ackerbrachen in Südniedersachsen (SCHMIDT 1993, WALDHARDT 1994) ordnen sich die untersuchten drei Standorte in die typische Sukzession ehemals intensiv bewirtschafteter Flächen gut ein. Bei fehlender Einsaat (z.B. mit Klee-Gras-Mischungen) dominieren in den ersten zwei bis drei Jahren zumeist die einjährigen Vertreter aus den ehemaligen Ackerunkrautfluren, danach gewinnen ausdauernde Ruderal- und Grünlandarten die Vorherrschaft. Variierend wirken dabei vor allem das Diasporenpotential der umgebenden Agrarlandschaft mit ihren Kleinstrukturen sowie die Witterungsbedingungen (SCHMIDT 1993, TISCHEW 1994, WALDHARDT 1994). Auffällig war, daß auf allen drei Standorten 1994 die beiden Distelarten *Cirsium arvense* und *C. vulgare* hohe Deckungsgrade erreichten und auch physiognomisch die Brachen stark prägten. In Hinblick auf die weitere, ungestörte Entwicklung ist dies sicher weniger kritisch zu bewerten als bei einer erneuten ackerbaulichen Nutzung nach Beendigung der Brache. Als Diasporenquellen für benachbarte Ackerflächen kommt den *Cirsium*-Herden dagegen kaum die vielfach befürchtete Bedeutung zu (OSEAU 1992, TISCHEW 1994, vgl. Kap. Samenbank).

Im einzelnen zeigte die Ackerbrachensukzession der drei Standorte folgende Unterschiede bei den Dominanzarten:

In Reinshof (Tab. 5) herrschten bis zum 3. Brachejahr (1992) einjährige Ackerunkräuter vor, deren Samen bereits zu Beginn der Untersuchungen im Ackerboden lagen (vgl. Kap. Samenbank). Erwähnenswert sind dabei die hohen Mengenanteile von *Galium aparine* im 1. Jahr und von *Apera spica-venti* im 3. Brachejahr. Auch *Lactuca serriola*, die wie in Reinshof auf trockenen, basenreichen Brachen in Südniedersachsen im 2. Brachejahr sehr häufig dominiert (SCHMIDT 1981, WALDHARDT 1994), findet sich in den bewirtschafteten Flächen (Kap. 2, Tab. 1–3). Das vierte und fünfte Brachejahr waren durch die Massenentwicklung ausdauernder Distelarten (*Cirsium vulgare, C. arvense*) und des ebenfalls mehrjährigen *Epilobium tetragonum* geprägt. Sie leiten das Stauden- oder Hemikryptophyten-Stadium ein, wobei für Reinshof Dominanzarten typisch sind, die ihren Schwerpunkt in Ruderalgesellschaften besitzen.

Im Gegensatz dazu waren in Marienstein (Tab. 6) bereits seit dem 2. Brachejahr (1991) typische Grünlandarten unter den Dominanzarten zu finden und bildeten im 4. Brachejahr (1993) mit *Arrhenatherum elatius, Poa trivialis, Holcus lanatus* und *Dactylis glomerata* eine fast gleichgewichtige Gruppe zu den ausdauernden Ruderalarten *Cirsium arvense, C. vulgare* und *Epilobium tetragonum.* Typisch war dabei die fleckenhafte Verteilung der Dominanzarten auf der Brache in Marienstein im Jahr 1994, wobei sich die üppigen, bis 2 m hohen Distelherden häufig scharf gegen die deutlich niedrigeren Grasinseln abgrenzten. Im Vergleich zu Reinshof wurde in Marienstein das Therophyten-Stadium im 1. und 2. Brachejahr nur von wenigen Arten beherrscht. Die Vorfrucht *Brassica napus* prägte die Brache im 1. Jahr (1990); das für Marienstein typische Problemunkraut *Alopecurus myosuroides* war im 2. und 3. Jahr herrschend.

Im Vergleich zu Reinshof und Marienstein fällt für Eickhorst (Tab. 7) besonders der hohe Anteil von *Agropyron repens* auf, das im 3. Brachejahr bereits 30%, im 6. Brachejahr (1994)

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 5: Vegetationsentwicklung auf der Brache Reinshof, dargestellt am Auftreten der Dominanzarten. Die Angaben beziehen sich auf 12 Dauerflächen mit je 100 m^2 Aufnahmefläche. Lebensformen (Leb.) und pflanzensoziologische Zuordnung (Soz., nur bis zum Niveau der Klassen) nach ELLENBERG et al. (1992), vergl. Abb. 1 und 2.

Vegetationsperiode			1	2	3	4	5
Jahr			1990	1991	1992	1993	1994
Gesamtdeckungsgrad (%)			60	71	81	95	94
Mittlere Artenzahl/100 m^2			18.1	23.7	22.8	19.4	21.0
Gesamtartenzahl (1200 m^2)			40	41	43	47	44
Dominanzarten (% Deckung)							
Leb.	Soz.						
T,L	3.5	*Galium aparine*	10.1	0.9	0.9	1.0	0.6
T	3.3	*Veronica polita*	6.5	0.1	1.9	0.1	0.1
T,L	3.4	*Fallopia convolvulus*	5.3	5.0	1.5	0.1	0.2
H,T	3.	*Lactuca serriola*	0.1	21.3	3.3	2.8	3.5
T	3.3	*Lamium amplexicaule*	4.7	14.2	2.3	0.1	0.1
T	3.7	*Matricaria discoidea*	2.4	11.4	0.1		0.1
T,H	3.3	*Lamium purpureum*	1.1	6.7	5.8	0.1	0.1
T	3.4	*Apera spica-venti*	3.0	26.8	55.4	35.0	23.3
T	3.3	*Tripleurospermum inodorum*	0.1	6.6	16.0	7.8	3.7
T	3.4	*Viola arvensis*	0.8	3.3	7.8	0.2	0.1
T	3.3	*Stellaria media*	1.7	7.0	7.4	0.1	0.1
T,H	3.3	*Conyza canadensis*	0.1	-	0.1	7.3	7.2
H	3.5	*Cirsium vulgare*	0.1	2.4	8.2	23.6	31.7
H,C	3.	*Epilobium tetragonum*		0.1	0.5	12.0	16.9
G	3.	*Cirsium arvense*	0.1	0.2	1.9	12.5	18.0
G	3.6	*Agropyron repens*	0.1	0.8	2.5	8.3	11.8
H	5.4	*Taraxacum officinale*	0.1	0.5	2.3	3.4	5.4

mehr als 60% deckte. In Zusammensetzung und Abfolge der Dominanzarten bestehen darüberhinaus mehr Gemeinsamkeiten der Brache Eickhorst mit der Brache in Reinshof als mit der Brache in Marienstein.

3.6 Vorkommen von Arten der Roten Liste

Gefährdete Pflanzenarten, d.h. Arten der Roten-Liste Niedersachsens (GARVE 1993), traten auf den durchgehend aufgenommenen Dauerflächen nur in Reinshof auf, wo 1990, 1992 und 1993 einzelne Exemplare von *Consolida regalis* notiert wurden. Außerhalb der Dauerflächen fand KUPER (1992) 1990 auf der Brache in Reinshof noch *Adonis aestivalis* und *Coronopus squamatus*, in Marienstein *Centaurea cyanus, Myosurus minimus* und *Valerianella dentata* und in Eickhorst *Valerianella dentata.* Es handelt sich durchgehend um kurzlebige Ackerunkräuter, die auf eine regelmäßige Bodenbearbeitung angewiesen sind und daher bei ungestörter Sukzession rasch verschwinden (SCHMIDT 1993). Der spontane Neuaufbau von individuenreichen und konstanten Populationen von Rote-Liste-Arten ist auf den nährstoffreichen Böden in den nächsten Jahren nicht zu erwarten.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 6: Vegetationsentwicklung auf der Brache Marienstein, dargestellt am Auftreten der Dominanzarten. Die Angaben beziehen sich auf 16 Dauerflächen mit je 100 m² Aufnahmefläche. Lebensformen (Leb.) und pflanzensoziologische Zuordnung (Soz., nur bis zum Niveau der Klassen) nach ELLENBERG et al. (1992), vergl. Abb. 1 und 2.

Vegetationsperiode			1	2	3	4	5
Jahr			1990	1991	1992	1993	1994
Gesamtdeckungsgrad (%)			52	84	88	96	97
Mittlere Artenzahl/100 m²			21.5	21.8	20.0	19.8	21.3
Gesamtartenzahl (1600 m²)			72	66	57	69	68
Dominanzarten (% Deckung)							
Leb.	Soz.						
T	x	*Brassica napus*	28.2	0.1	0.1	-	0.1
T	3.4	*Alopecurus myosuroides*	11.5	47.6	33.5	2.9	1.4
T	3.3	*Sonchus asper*	0.1	18.8	0.5	0.4	0.3
H,T	3.	*Lactuca serriola*	0.1	3.0	7.6	0.1	0.1
H,C	5.4	*Poa trivialis*	1.7	5.3	15.0	20.1	19.8
G	3.	*Cirsium arvense*	0.2	2.1	14.9	31.1	39.7
H	5.4	*Arrhenatherum elatius*	0.3	0.9	5.8	21.1	23.8
H	5.4	*Holcus lanatus*	1.1	2.2	7.1	17.4	19.2
H	3.5	*Cirsium vulgare*	0.1	0.7	4.6	14.5	20.3
H,C	3.	*Epilobium tetragonum*	0.1	0.6	1.3	10.0	10.7
H	x	*Dactylis glomerata*	0.1	0.7	0.6	7.1	9.9

Tab. 7: Vegetationsentwicklung auf der Brache Eickhorst, dargestellt am Auftreten der Dominanzarten. Die Angaben beziehen sich auf 7 Dauerflächen mit je 100 m² Aufnahmefläche. Lebensformen (Leb.) und pflanzensoziologische Zuordnung (Soz., nur bis zum Niveau der Klassen) nach ELLENBERG et al. (1992), vergl. Abb. 1 und 2.

Vegetationsperiode			2	3	4	5	6
Jahr			1990	1991	1992	1993	1994
Gesamtdeckungsgrad (%)			79	o.A.	85	99	99
Mittlere Artenzahl/100 m²			26.4	26.4	18.6	24.3	24.3
Gesamtartenzahl (700 m²)			50	67	48	58	64
Dominanzarten (% Deckung)							
Leb.	Soz.						
T	3.4	*Apera spica-venti*	17.6	8.3	0.1	0.4	0.1
T	3.3	*Tripleurospermum inodorum*	11.1	0.7	0.1	0.7	0.3
G	3.	*Cirsium arvense*	5.5	39.1	34.3	35.7	36.4
T,H	3.3	*Conyza canadensis*	0.4	18.7	2.5	1.4	0.5
H,T	3.	*Lactuca serriola*	1.2	10.4	0.7	0.2	0.1
H,C	3.	*Epilobium tetragonum*	0.4	3.7	16.4	17.6	12.1
G	3.6	*Agropyron repens*	3.7	30.4	35.7	56.4	60.7
H	3.5	*Cirsium vulgare*	0.6	0.5	3.1	6.4	9.1

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Samenbank

1. Methodik

Zur Ermittlung der aktuellen Samenbank bei Versuchsbeginn wurden im März 1990 in den dauerhaft eingemessenen, 100 m² großen Ernteparzellen der Systeme I, II und IV in allen Schlägen Bodenmischproben von je 1250 ccm – getrennt in die Tiefenstufen 0–5 cm und 5–30 cm – genommen. Um trotz der heterogenen Verteilung der meisten Samen im Boden (BIGWOOD & INOUYE 1988, BENOIT et al. 1989) repräsentative Aussagen für die Flächen treffen zu können, wurden jeweils 17 Einzelproben zu einer Mischprobe vereinigt. Artenzusammensetzung und Anzahl keimfähiger Samen wurden durch Auskeimen (ALBRECHT 1989) über 20 Monate im Gewächshaus ermittelt. Zur Keimungsstimulation dormanter Samen wurden die Proben in dieser Zeit unterschiedlichen Temperatur- und Feuchtebedingungen ausgesetzt und dreimal gewendet (VINCENT & CAVERS 1978, FISCHER 1987, BASKIN & BASKIN 1989). Im März 1993 wurden die entsprechenden Ernteparzellen erneut beprobt und mit gleichem Versuchsansatz und gleicher Dauer untersucht. Zusätzlich wurden im März 1993 entsprechende Samenbankproben auf den Brachen (System V) genommen, und zwar in Reinshof und Marienstein von je fünf, in Eickhorst von zwei der zuvor beschriebenen 100 m² großen Dauerprobeflächen. Weiterhin wurden in Reinshof fünf Mischproben aus den mit *Festuca rubra* und *Lotus corniculatus* eingesäten Brachestreifen des Systems II genommen.

2. Diasporengehalt in der Samenbank 1990 und 1993

Die Ergebnisse der Samenbankuntersuchungen vom März 1990 zeigten für alle Versuchsflächen einen stark dezimierten Samenvorrat im Boden auf Grund der langfristigen intensiven Bewirtschaftung (Abb. 4, oben). Die zwischen im Mittel 1600 (Reinshof) und 3200 (Eickhorst) gekeimten Samen/m² entsprechen Werten, die z.B. auch PULCHER & HURLE (1984), TISCHEW & SCHMIEDEKNECHT (1993) und TISCHEW (1994) für intensiv bewirtschaftete Ackerböden angeben. Im einzelnen können die Diasporengehalte sogar noch erheblich niedriger liegen, wie z.B. im System I des Untersuchungsgebiets Marienstein, wo nur 360 Samen/m² vorhanden waren. Entsprechend niedrige Werte traten 1993 nur noch in dem intensiven System I auf, wobei die 1990 gefundene Rangfolge Reinshof < Marienstein < Eickhorst in allen bewirtschafteten Systemen beibehalten blieb. Die Verarmung an Ackerunkrautsamen hat sich in den Böden des Intensiv-Systems I von Reinshof sogar noch deutlich verschärft: Dies zeigt sich nicht nur darin, daß 1993 nur 80% der 1990 aufgelaufenen Keimlinge notiert wurden, sondern auch daran, daß inzwischen der Raps mit 15% der Keimlinge die dominanteste Art ist.

Die Extensivierung in den Systemen II (integriert) und IV (extensiv) führte zu einer deutlichen Erhöhung der Arten- und Samenzahl im Boden. Die Zahl der gekeimten Samen hat sich 1993 gegenüber 1990 auf allen Flächen um das 2.5–4.5fache erhöht. Zwischen diesen beiden Systemen ist eine sichere Differenzierung wegen der starken Schwankungen jedoch nicht möglich, wenngleich die relative Zunahme des Diasporenvorrats im Vergleich zur ersten Untersuchung in Marienstein und Reinshof sowie im Oberboden in Eickhorst im System IV deutlich höher ausfällt als im System II.

Noch stärker zugenommen hat der Samenvorrat auf den Brachen. Mit über 30.000 Samen/m² wurden nach dem dritten Brachejahr in Marienstein und Reinshof ähnliche Größenordnungen erreicht, wie sie TISCHEW & SCHMIEDEKNECHT (1993) und TISCHEW (1994) für junge Ackerbrachen im mitteldeutschen Trockengebiet bei Halle und WALDHARDT (1994) für zweijährige Ackerbrachen auf unterschiedlichem Ausgangsgestein in Südniedersachsen angeben. Da die Brache in Eickhorst bereits ein Jahr früher angelegt wurde, fehlen Angaben aus dem ersten Brachejahr. Es ist jedoch davon auszugehen, daß der Samenvorrat zu Beginn der Sukzession wie in Reinshof und Marienstein in der gleichen Größenordnung gelegen hat, wie dies für die Varianten I, II und IV bestimmt wurde. Die 1990 gezogenen Proben entsprechen bereits dem Zustand nach dem ersten Brachejahr und liegen mit ca. 75000 Samen/m² überraschend hoch. Die für 1993 ermittelten Werte entsprechen dem Zustand nach dem vierten Brachejahr und liegen mit ca. 15000 Samen/m² niedriger als auf den Brachen in Reinshof und Marienstein nach dem dritten Brachejahr. Diese Unterschiede deuten auf eine hohe Samenproduktion von einjährigen Arten wie *Matricaria* spec., *Viola arvensis*, *Apera spica-venti* im ersten

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

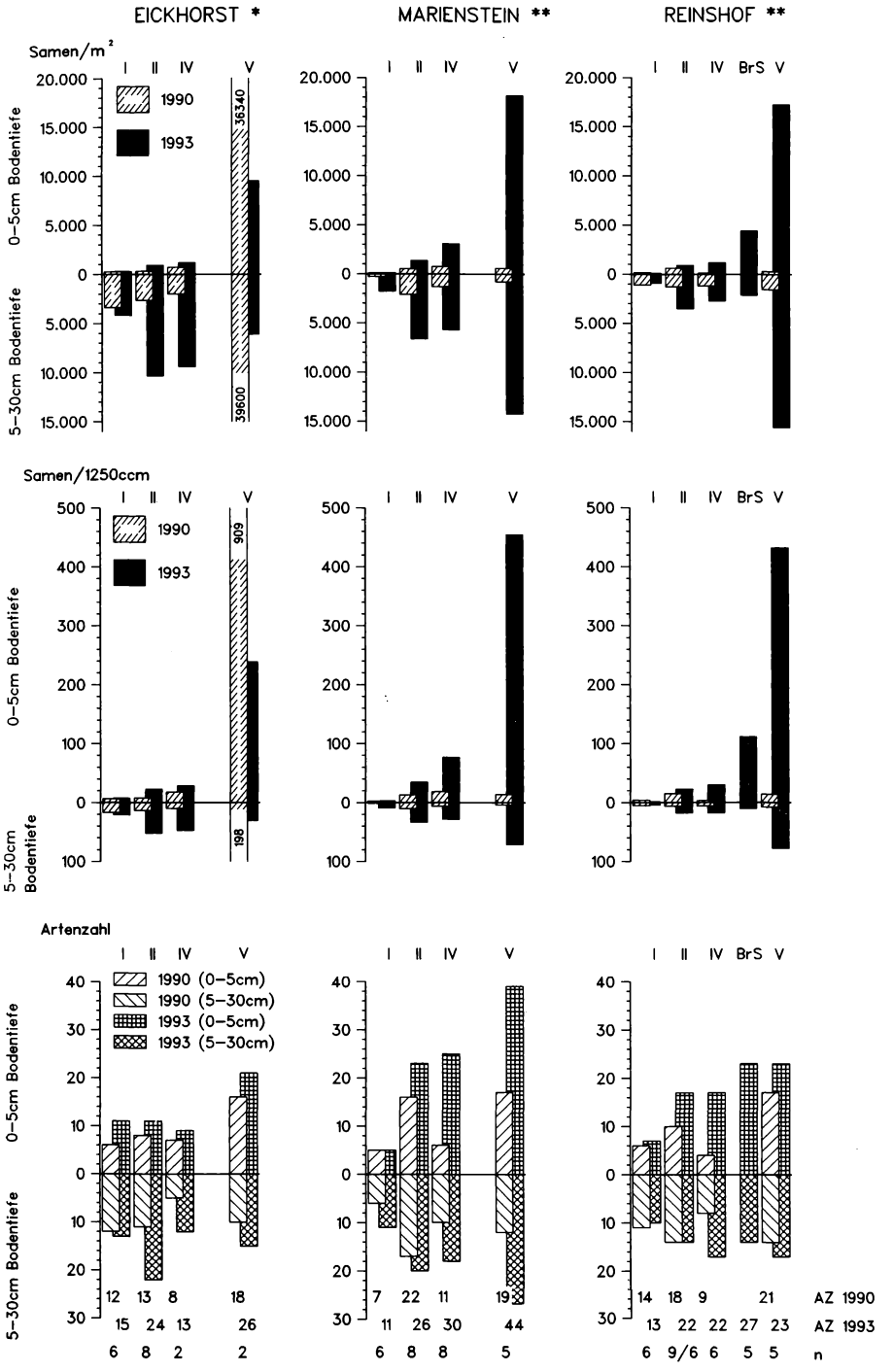

Abb. 4: Samenvorräte (oben: flächenbezogener Vergleich, Mitte: probenbezogener Vertikalvergleich) und Artenzahlen in der Samenbank (unten) 1990 und 1993 in den Böden der Anbausysteme I, II und IV, der Brachen und Brachestreifen in Eickhorst, Marienstein und Reinshof.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Brachejahr hin, die durch die fehlende Ernte und Bodenbearbeitung ihren Entwicklungsrhythmus einschließlich der Nachreife der Diasporen erfolgreicher abschließen konnten als dies in den bewirtschafteten Systemen mit der sofortigen Bearbeitung der Stoppel der Fall war (SCHNEIDER et al. 1994). Daher kommt es unmittelbar nach dem Brachfallen zu einem überdurchschnittlichen Auffüllen der Samenbank (TISCHEW & SCHMIEDEKNECHT 1993, TISCHEW 1994). Der Samenvorrat findet sich fast ausschließlich im Oberboden und wird rasch abgebaut, wenn die zu Beginn der Ackerbrachensukzession dominierenden Segetalarten durch ausdauernde Arten wie *Agropyron repens* und *Cirsium arvense* (Abb. 1, Tab. 5–7) verdrängt werden (ROBERTS & FEAST 1973, FROUD-WILLIAMS et al. 1984).

Die Auswirkungen einer Einsaat von Brachen mit einer handelsüblichen Gras-Klee-Mischung (*Festuca rubra* und *Lotus corniculatus*) auf die Entwicklung der Samenbank sind deutlich auf den Brachestreifen in Reinshof zu sehen. Hier erreichte der Samenvorrat im Boden nur etwa ein Fünftel der Menge der Brache und bewegte sich damit im Bereich des extensiv bewirtschafteten Systems IV. Gleichzeitig konnten die Angaben von KVARTEKOVÁ et al. (1992) bestätigt werden, daß die als Brachestreifen angrenzenden Feldraine keine wesentlichen Diasporenquellen für die bewirtschafteten Ackerflächen darstellen.

3. Vertikale Verteilung der Samen im Boden

Im direkten Vergleich der gezogenen Probenmengen (1250 ccm) aus den beiden Bodentiefen (0–5 cm, 5–30 cm) lassen sich am besten Rückschlüsse auf die vertikale Verteilung der Samen im Boden ziehen (Abb. 4, Mitte). Während 1990 die Samen verhältnismäßig gleichmäßig über den gesamten Pflughorizont (0–30 cm) verteilt waren, läßt sich 1993 eine Abhängigkeit vom Bewirtschaftungssystem erkennen. In Eickhorst, wo in allen drei Systemen eine Bodenbearbeitung mit dem Pflug erfolgte, ebenso wie im System I in Marienstein und Reinshof, waren die Samenvorräte weiterhin recht gleichmäßig über den gesamten Pflughorizont verteilt. In den Systemen II und IV in Marienstein und Reinshof deutet sich dagegen eine stärkere Konzentration der Samen in den oberen Bodenschichten an, was auf die vorwiegend flachgründige Bodenbearbeitung (Pflügen nur vor Raps) zurückzuführen ist. Durch die starken Schwankungen im Samengehalt der Einzelproben ließen sich die Unterschiede jedoch nicht statistisch absichern.

Eindeutig ist dagegen die Veränderung der vertikalen Samenverteilung auf den Brachen. Durch die fehlende Bodenbearbeitung kam es zu einer starken Konzentration der Samen in den obersten Bodenschichten. Trotzdem liegen die Samengehalte im Unterboden in Marienstein und Reinshof deutlich über den Werten der bewirtschafteten Systeme. Dies deutet auf eine sehr starke Aktivität von bodenwühlenden Tieren (Mäuse, Regenwürmer) hin.

4. Artenzusammensetzung

Trotz einer deutlichen Zunahme an nachgewiesenen Arten (Abb. 4, unten, s. auch Tab. 8 im Anhang) sind die Veränderungen in den Samenvorräten des integrierten und extensiven Systems im wesentlichen auf die Zunahme von wenigen dominanten Arten zurückzuführen, die allgemein als Problemunkräuter gelten und schon bei Versuchsbeginn die höchsten Anteile an der Samenbank besaßen: *Apera spica-venti, Chenopodium album* und *Viola arvensis* in Eickhorst, *Alopecurus myosuroides, Apera spica-venti, Chenopodium album, Lamium amplexicaule* und *Viola arvensis* in Marienstein und *Apera spica-venti, Capsella bursa-pastoris, Chenopodium album, Galium aparine, Matricaria* spec. und *Veronica persica* in Reinshof. In einigen Fällen kommt zusätzlich noch *Brassica napus* aus der Vorfrucht hinzu. Nach wie vor stellen auch im extensivierten System IV die drei häufigsten Arten in der Regel zwischen 50–80% des gesamten Diasporenvorrats (vergl. PULCHER & HURLE 1984). Typisch für die Ackerbausysteme mit ihren regelmäßigen Störungen durch Bodenbearbeitung und Ernte ist auch, daß Therophyten weiterhin mit einem Anteil von 75–96% die Artenzusammensetzung der Samenbank beherrschen, weitgehend unabhängig vom untersuchten Bewirtschaftungstyp. Trotz der Ausbildung größerer Distelherden im extensiven System IV hat sich der Vorrat an keimfähigen *Cirsium arvense*-Samen nur geringfügig erhöht.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Ein direkter, einwandfreier Vergleich der Artenzahlen in der Samenbank war wegen der durch die Versuchsanlage bedingten unterschiedlichen Probenzahlen nicht möglich. Erkennbar ist aber, daß im Vergleich zum integrierten System II im extensiven System IV nicht nur die Samengehalte, sondern auch die in der Samenbank nachgewiesenen Arten von 1990 zu 1993 relativ stärker zugenommen haben. Bei den neu hinzugekommenen Arten handelt es sich überwiegend um weitverbreitete, typische Arten der intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft.

Auf den Brachen dominieren in der Samenbank weiterhin die einjährigen, standortstypischen Ackerunkräuter. Mit der deutlichen Zunahme an nachgewiesenen Arten war jedoch im Vergleich mit den Anbausystemen immer auch eine größere Gleichverteilung verbunden. So betrug der Anteil der drei häufigsten Arten am Samenvorrat 1993 nur noch 44–64%. In Marienstein und Eickhorst tauchten darunter mit *Epilobium*-Arten (weitgehend *E. tetragonum*) erstmals auch ausdauernde Arten ruderaler Standorte auf. Mit Ausnahme der Brache in Reinshof (1993: 80%) nahm der Anteil der Therophyten am Artenbestand der Samenbank ab und betrug nur noch zwischen 55 und 70%. Deutlich zugenommen hat in Marienstein der Anteil von ausdauernden Gräsern wie *Arrhenatherum elatius, Holcus lanatus, Poa pratensis* und *Poa trivialis* (1993: 12%). Dagegen sind die in der aktuellen Vegetation sehr bestimmenden, ausläuferbildenden Geophyten *Agropyron repens* und *Cirsium arvense* in der Samenbank aller drei Brachen deutlich unterrepräsentiert.

Zusammenfassende Bewertung der Extensivierungsmaßnahmen

Unter den Zielen des Naturschutzes in Agrarlandschaften wird häufig das Auftreten einer standortstypischen, vielfältigen Vegetation, in der auch seltene Arten in lebensfähigen Populationen existieren, besonders herausgestellt (OTTE 1984, PLACHTER 1991). Auch für die Ackerbrachensukzession sind Artenreichtum, Diversität der Vegetation und Auftreten von gefährdeten Arten wichtige Bewertungskriterien des Naturschutzes (SCHMIDT & WALDHARDT 1991, SCHMIDT 1993, WALDHARDT 1994).

Im Vergleich mit normal bewirtschafteten Ackerflächen in Südniedersachsen (HAASE 1986, WALDHARDT & SCHMIDT 1991, HAGEMANN 1992) und Bayern (OTTE 1984, 1990) sind die konventionell bewirtschafteten Schläge in den beiden Universitäts-Versuchsgütern Reinshof und Marienstein deutlich artenärmer. Die jahrzehntelange hier sehr intensiv betriebene Landwirtschaft in einer ausgeräumten Agrarlandschaft hat im Vergleich zu der in weiten Teilen Südniedersachsens noch vorherrschenden, kleinflächigen Bewirtschaftung in Familien- und Nebenerwerbsbetrieben zu einer ausgeprägten Verarmung in der aktuellen Vegetation und in der Samenbank geführt. Im bisherigen Untersuchungszeitraum hat sich im konventionell bearbeiteten System I, in dem nach den Empfehlungen der Offizialberatung gewirtschaftet wurde, sowohl in der aktuellen Vegetation als auch in der Samenbank keine grundsätzliche Veränderung gegenüber der Ausgangssituation ergeben.

Dagegen sind im integrierten System II bereits deutliche Verbesserungen in der floristisch-strukturellen Vielfalt der Phytozönosen zu verzeichnen. Eine höhere Artenzahl und geringere Dominanz der Kulturpflanze bzw. höhere Anteile der Unkräuter sind in erster Linie auf die Reduktion des Herbizideinsatzes bzw. der Berücksichtigung der Bekämpfungsschwellen zurückzuführen. Die Minderung der Stickstoffdüngung um ca. 25% dürfte dagegen für die Veränderungen in den Ackerwildkrautgesellschaften noch von nachrangiger Bedeutung sein, da den Pflanzenbeständen zusammen mit dem Mineralstickstoffangebot des Bodens immer noch zwischen 140 und 219 kg N/ha und Jahr (Tab. 1–3) zur Verfügung standen (vergl. MAHN 1988, MAHN et al. 1988). So erreichten im Mittel der Jahre 1991-1993 die Erträge im System II auf dem guten Ackerbaustandort Reinshof bei Winterweizen noch 82%, bei Wintergerste 89% und bei Winterraps sogar 103% des konventionellen Systems I. Auf dem heterogeneren Standort Marienstein waren die Ertragseinbußen geringfügig höher (Winterraps 79%, Winterweizen 86%, Wintergerste 88% im Vergleich zum System I, Tab. 1–3). In einzelnen Jahren bzw. in einzelnen Kulturen ergaben sich bei der Unkrautbekämpfung nach Schadschwellen-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

stufen bzw. durch die weitgehend mechanisch erfolgte Unkrautbekämpfung (Striegeln) Probleme. So entwickelten sich 1992 unter Wintergerste in Reinshof *Galium aparine* und in Marienstein *Alopecurus myosuroides* weit über die tolerierbaren Grenzen hinaus, was jedoch erst zu einem Zeitpunkt voll sichtbar wurde, als es für die möglichen Bekämpfungsmaßnahmen bereits zu spät war. Unklar blieb dabei auch, inwieweit hierzu die pfluglose Bodenbearbeitung (außer vor Raps) beigetragen hat. Immerhin spricht die deutliche Erhöhung der Samenbankvorräte und die Konzentration der Samen in der obersten Bodenschicht dafür, daß sich im System II langfristig Unkraut-Probleme aufbauen, die möglicherweise nur durch einen erhöhten Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmittel ausgeglichen werden können. Daher soll ab 1995 in zwei Varianten des Systems II geprüft werden, welche ökologischen und ökonomischen Auswirkungen mit dem vorrangigen Ziel Bodenschutz (keine wendende Bodenbearbeitung, aber Einsatz von Pflanzenschutzmitteln) oder dem Ziel Minimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes (möglichst wenig, dafür darf aber wieder tief gepflügt werden) verbunden sind.

Unter den geprüften Ackerbausystemen zeigte das extensive System IV die deutlichsten Veränderungen in der Phytozönosestruktur und erfüllte am besten die Anforderungen an arten- und strukturreiche Pflanzenbestände. Allerdings wurden im extensiven System IV im Bestandesinneren immer noch nicht die Artenzahlen erreicht, die HAASE (1986), WALDHARDT & SCHMIDT (1991), HAGEMANN (1992), WAGNER (1994) und WALDHARDT (1994)für normal bewirtschaftete Ackerränder in Südniedersachsen angeben. Besonders auffällig ist, daß sich trotz des völligen Verzichts auf Herbizide und mineralische Stickstoffdüngung die standortstypischen Ackerwildkrautgesellschaften (Reinshof: *Papaveri-Melandrietum noctiflori, Thlaspio-Veronicetum politae; Marienstein: Aphano-Matricarietum chamomillae, Papaveri-Melandrietum noctiflori, Thlaspi-Veronicetum politae*, MROTZEK 1992, WALDHARDT 1994) mit ihren typischen Verbands- und Assoziationskennarten bisher nicht eingestellt haben. Auch lebensfähige Populationen seltener, gefährdeter Ackerwildkrautarten konnten sich bisher nicht etablieren. Nur zwei Rote-Liste-Arten traten auf den Dauerversuchsflächen spontan auf. Dies unterstreicht, daß die Wiederansiedlung neuer Arten mit der Ausbildung eines neuen Gleichgewichts in den Agrophytozönosen in ausgeräumten Agrarlandschaften mit langjährigen, extremen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen ein langfristiger Prozeß ist. Darauf deuten auch die überraschend geringen Unterschiede in der Samenbank zwischen den Systemen II und IV hin. Dem vergleichsweise geringen Zuwachs an Pflanzenarten vom integrierten System II zum extensiven System IV steht eine deutliche Schwächung der Kulturpflanzen gegenüber, was sich neben den höheren Diversitätsmerkmalen Shannon-Weaver-Index und Evenness (relative Förderung der Unkräuter) vor allem in Ertragsausfällen bemerkbar macht. Mit nur 39% (Winterraps) bis 52% (Wintergerste) in Reinshof und 31% (Wintergerste) und 36% (Winterraps) im Vergleich zum konventionellen System I (Tab. 1–3) wird der geringfügig höhere Naturschutzwert des Systems IV gegenüber dem System II ökonomisch sehr teuer erkauft. Dazu zeichnet sich ab, daß sich das System IV in der jetzigen Kombination der pflanzenbaulichen Instrumente kaum längerfristig betreiben läßt. Vor allem der Unkrautdruck bei der Ernte verhinderte zunehmend eine marktfähige Verwertung der erzeugten Ernteprodukte. Daher wird 1995 das System IV aufgegeben. Seine positiven Ergebnisse lassen sich auch mit ungespritzten und ungedüngten Ackerrandstreifen, eventuell in Kombination mit Brachen (WALDHARDT 1994) erreichen, ohne daß damit vergleichbar große betriebswirtschaftliche und -technische Schwierigkeiten verbunden sind. Für die dauerhafte Erhaltung gefährdeter Segetalarten muß nach SCHNEIDER et al. (1994) neben Herbiziden und Düngern auch auf die sofortige Bearbeitung der Stoppel nach der Ernte verzichtet werden, damit spätreifende Pflanzensippen ihren Entwicklungsrhythmus erfolgreich abschließen können und Diasporen der Sippen nachreifen, die schon vor dem Schnitt zur Fruchtreife kommen. Auch diese Forderung ist am ehestens in Ackerrandstreifenprogrammen bzw. mit Brachen zu erfüllen, bei denen nach der Ernte die Stoppel erhalten bleibt und die sich über ein bis zwei Jahre selbstbegrünen (WALDHARDT 1994).

Aus der Sicht des Naturschutzes sind von den untersuchten Systemen die Ackerbrachen am positivsten zu bewerten, da sich bei ihnen eine standörtlich differenzierte, kleinräumig he-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

terogene Vegetation mit hoher Artenvielfalt und einem hohen Anteil der aus faunistischer Sicht besonders wertvollen Arten mit krautiger Wuchsform (NENTWIG 1993, GREILER 1994, WALDHARDT 1994) herausbilden konnte. Im Vergleich mit anderen selbstbegrünten Brachen in Südniedersachsen (SCHMIDT 1993, WAGNER 1994, WALDHARDT 1994) waren die Brachen in Eickhorst, Marienstein und Reinshof relativ artenarm, enthielten auch in den ersten Jahren keine größeren Populationen an gefährdeten Segetalarten und waren entweder von der Vorfrucht oder der Massenentwicklung der häufigsten Problemunkräuter beherrscht. Insgesamt spiegelte sich auch in den Brachen die Gesamtsituation der ausgeräumten, vielfältig verarmten Intensivagrarlandschaft deutlich wider. Mit fortschreitender Sukzession steigt der Naturschutzwert dieser Dauerbrachen stärker als von solchen, die sich auf Grenzertragsstandorten in meist vielfältig strukturierten Landschaften entwickeln. Während dort durch die Nutzungsaufgabe häufig seltene Arten verschwinden und die Landschaft dann fast vollständig vom Wald zurückerorbert wird, stellen Dauerbrachen in der offenen Agrarlandschaft durch ihre Strukturvielfalt für die Fauna wichtige Lebensräume und Rückzugsgebiete dar. Durch die dauerhafte Brachlegung von nährstoffreichen Ackerböden wird auch die erhöhte Gefahr des Nitrataustrags vermieden. Diese ist besonders hoch in den ersten beiden Jahren nach der Brachlegung (vor allem nach Rüben oder Raps) oder nach Umbruch von Rotationsbrachen oder jungen Dauerbrachen, die mit Leguminosen eingesät wurden (WALDHARDT & SCHMIDT 1993, WALDHARDT 1994). Allerdings wird man in Brachen der Intensiv-Agrarlandschaften mit ihren nährstoffreichen Böden und hohen Nährstoffeinträgen aus der Atmosphäre und den angrenzenden Nutzungen nicht jene Arten erwarten dürfen, die als Stickstoffmangelzeiger besonders bedroht sind (ELLENBERG jun. 1983, 1991; MAHN 1986, 1988; HAASE & SCHMIDT 1989).

Landwirtschaft und Naturschutz lassen sich nach diesen Ergebnissen des Göttinger INTEX-Projekts in Intensivagrarlandschaften am ehesten durch das integrierte System II, verknüpft mit Dauerbrachen verwirklichen. Dabei müssen die zukünftigen Untersuchungen zeigen, bis zu welchem Rahmen und in welcher Form Bodenbearbeitung, mineralische Düngung und chemischer Pflanzenschutz eingeschränkt werden können, ohne auch die ökonomischen Ziele zu verfehlen. Gleichzeitig gilt es auch zu prüfen, in welcher Form und mit welchen Flächenanteilen Ackerrandstreifen, Rotations- und Dauerbrachen in der Agrarlandschaft notwendig sind (MAHN 1990). Schließlich steht auch noch ein Vergleich mit dem organischen oder biologischen Landbau aus.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden in Teilen gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Allen unterstützenden Stellen sei an dieser Stelle recht herzlich gedankt. Unser Dank gilt auch allen Mitarbeitern des Göttinger INTEX-Projekts und des Forschungs- und Studienzentrums Landwirtschaft und Umwelt für die gute Zusammenarbeit und die Bereitstellung der Schlagkartei-Daten.

Literatur

ALBRECHT, H. (1989): Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1959/68 und 1986/88. – Diss. Bot. 141: 201 S.

BASKIN, J.M., BASKIN C.C. (1989): Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. – In: Ecology of soil seed banks: 53–66.Academic Press,

BENOIT, D.L., KENKEL, N.C., CAVERS, P.B. (1989): Factors influencing the precision of soil seed bank estimates. – Can. J. Bot. 67: 2833–2840.

BIGWOOD, D.W., INOUYE D.W. (1988): Spatial pattern analysis of seed banks: An improved method and optimized sampling. – Ecology 69: 497–507.

EHRENDORFER, F. (Hrsg.) (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. erw. Aufl. – Fischer, Stuttgart: 318 S.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Scripta Geobot. 18: 258 S.
ELLENBERG, H. jun. (1983): Gefährdung wildlebender Pflanzenarten in der Bundesrepublik Deutschland. – Forstarchiv 54: 127–133.
–, (1991): Ökologische Veränderungen in Biozönosen durch Stickstoffeintrag. – In: HENLE, K., KAULE, G. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. Ber. Ökol. Forsch. 4: 75–90.
FISCHER, A. (1987): Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. – Diss. Bot. 110: 234 S.
FROUD-WILLIAMS, R.J., CHANCELLOR, R.J., DRENNAN, D.S.H. (1984): The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimum cultivation. – J. Appl. Ecol. 21: 629–641.
GARVE, E. (1993): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. 4. Fassung vom 1.1.1993. – Inf. Naturschutz Niedersachs. 13: 1–37.
GREILER, H.-J. (1994): Insektengesellschaften auf selbstbegrünten und eingesäten Ackerbrachen. – Paul Haupt, Bern Agrarökologie Band 11: 136 S.
HAASE, I. (1986): Ackerwildkräuter und ihre Gesellschaften im Nordwesten des Landkreises Göttingen. – Dipl.Arb. FB Biologie Univ. Göttingen: 133 S.
–, SCHMIDT, W. (1989): Veränderungen der Ackerwildkrautflora im Nordwesten des Landkreises Göttingen. – Gött. Naturk. Schr. 1: 7–24.
HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Untersuchungen zum Diversitätsbegriff. – Diss. Bot. 65: 268 S.
HAGEMANN, U. (1992): Ackerwildkrautgesellschaften entlang der ehemaligen DDR-Grenze in den Landkreisen Göttingen und Heiligenstadt. – Dipl.Arb. FB Biologie Univ. Göttingen: 142 S.
HÜPPE, J., HOFMEISTER, H. (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. – Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 2: 61–81.
KVARTEKOVÁ, S., SEFFER, J., JAROMLIMEK, I. (1992): Unkrautvegetation des Feldraines: Samenbank und Samenregen. – Flora 186: 301–310.
KUPER, H. (1992): Vegetations- und bodenkundliche Untersuchungen auf drei jungen Brachen in Intensivagrarlandschaften. – Dipl.Arb. FB Agrarw. Univ. Göttingen: 142 S.
MAHN, E.-G. (1986): Gegenwärtige Tendenzen struktureller Wandlungen der Phytozönose von Agro-Ökosystemen durch agrochemische Intensivierungsmaßnahmen. – Hercynia N.F. 23: 449–456.
– (1988): Changes in the structure of weed communities affected by agrochemicals – what role does nitrogen play? – Ecol. Bull. 39: 71–73.
– (1990): Zur ökologischen Vernetzung intensiv und extensiv genutzter Ökosysteme der Agrarlandschaft. – In: SCHLEE, D. (Hrsg.): Ökotechnologie – ein Beitrag zur Erzielung ökologisch-ökonomischer Optimalerträge. – Wiss. Beitr. Univ. Halle 35 (43): 60–70.
–, BRAUN, U., GERMERSHAUSEN, K., HELMECKE, K., KÄSTNER, A., MACHULLA, G., PRASSE, I., ROSCHE, O., STERNKOPF, G., WITTSACK, W. (1988): Der Einfluß mehrjährigen unterschiedlichen Stickstoffangebotes auf die zönotischen Strukturen eines Agro-Ökosystems. – Arch. Natursch. Landschforsch. 28: 215–243.
MROTZEK, R. (1992): Vegetationsentwicklung in Ackerrändern und auf angrenzenden Brachestreifen bei unterschiedlicher Bewirtschaftung. – Dipl.Arb. FB Biologie Univ. Göttingen: 136 S.
NENTWIG, W. (1993): Nützlingsförderung in Agrarökosystemen. – Verh. Ges. Ökol. 22: 9–14.
OESAU, A. (1992): Erhebungen zur Verunkrautungsgefährdung bewirtschafteter Äcker durch stillgelegte Nachbarflächen. – Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch., Sonderh. 13: 61–68.
OSAN, C., BOSE, E., SCHMIDT, W., MAHN, E.-G. (1993): Die Reaktion von Galium aparine-Populationen auf Extensivierungsmaßnahmen in der Landwirtschaft. – Verh. Ges. Ökol. 22: 333–336.
OTTE, A. (1984): Änderungen in Ackerwildkraut-Gesellschaften als Folge sich wandelnder Feldbaumethoden in den letzten drei Jahrzehnten – dargestellt an Beispielen aus dem Raum Ingolstadt. -Diss. Bot. 78: 165 S.
– (1990): Die Entwicklung von Ackerwildkraut-Gesellschaften auf Böden mit guter Ertragsfähigkeit nach dem Aussetzen von Unkrautregulierungsmaßnahmen. – Phytocoenologia 19: 43–92.
PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. – Fischer, Stuttgart: 463 S.
PULCHER, M., HURLE, K. (1984): Unkrautflora und Unkrautsamenvorrat in Weizenmonokulturen bei unterschiedlicher Pflanzenschutzintensität. – Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch., Sonderh. 10: 51–61.
ROBERTS, H.A., FEAST, P.M. (1973): Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. – J. Appl. Ecol. 10: 133–143.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

SCHMIDT, W. (1981): Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern. – Scripta Geobot. 15: 199 S.
– (1983): Experimentelle Syndynamik – Neuere Wege zu einer exakten Sukzessionsforschung, dargestellt am Beispiel der Gehölzentwicklung auf Ackerbrachen. – Ber. Dt. Bot. Ges. 96: 511–533.
– (1988): An experimental study of old-field succession in relation to different environmental factors. – Vegetatio 77: 103–114.
– (1993): Sukzession und Sukzessionslenkung auf Brachäckern – Neue Ergebnisse aus einem Dauerflächenversuch. -Scripta Geobot. 20: 65–104.
–, BRÜBACH, M. (1993): Plant distribution patterns during early succession on an artificial protosoil. – J. Veg. Sci. 4: 247–254.
–, WALDHARDT, R. (1991): Welchen Beitrag liefern Flächenstillegung und Extensivierung zum Arten- und Biotopschutz in der Agrarlandschaft. – In: MAHN, E.-G., TIETZE, F. (Hrsg.): Agro-Ökosysteme und Habitatinseln in der Agrarlandschaft. Wiss. Beitr. Univ. Halle-Wittenberg 1991/6 (P46): 169–182.
SCHMIEDEKNECHT, A. (1994): Untersuchungen zur Auswirkung von Flächenstillegung auf die Vegetationsentwicklung von Acker- und Grünlandbrachen im Mitteldeutschen Trockengebiet. – Diss. Univ. Halle: 163 S.
SCHNEIDER, C., SUKOPP, U., SUKOPP, H. (1994): Biologisch-ökologische Grundlagen des Schutzes gefährdeter Segetalpflanzen. – Schriftenr. Vegetationskd. 26: 1–347.
TISCHEW, S. (1994): Zur Rolle des Diasporenfalles und der Diasporenbank für den Verlauf von Sekundärsukzessionen am Beispiel von Acker- und Grünlandbrachen des Mitteldeutschen Trockengebietes. – Diss. Univ. Halle: 173 S.
–, SCHMIEDEKNECHT, A. (1993): Vegetationsentwicklung und Dynamik der Diasporenbank und des Diasporenfalls einer Ackerbrache unter den Bedingungen des Mitteldeutschen Trockengebietes. – Verh. Ges. Ökol. 22: 162–173.
VINCENT, E.M, CAVERS, P.B. (1978): The effects of wetting and drying on the subsequent germination of Rumex crispus. – Can. J. Bot. 56: 2207–2217.
WAGNER, S. (1994): Ackerwildkrautgesellschaften im Südwesten des Landkreises Göttingen. – Dipl.Arb. FB Biologie Univ. Göttingen: 149 S.
WALDHARDT, R. (1994): Flächenstillegungen und Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau – Flora, Vegetation und Stickstoff-Haushalt. – Diss. Univ. Göttingen: 246 S.
–, SCHMIDT, W. (1991): Pflanzenartenzahlen und Boden-Nitratgehalte junger Ackerbrachen in Süd-Niedersachsen – eine erste Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes. – Verh. Ges. Ökol. 20: 385–392.
–,– (1993): Vegetationsentwicklung junger selbstbegrünter Ackerbrachen und Beziehungen zum Stickstoff-Haushalt. – Verh. Ges. Ökol. 22: 175–182.
WILDENHAYN, M. (1991): INTEX – Ein interdisziplinäres Forschungsvorhaben zur Entwicklung integrierter Anbausysteme und zur Erfassung ökologischer Wirkungen von Extensivierungsmaßnahmen. – Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 4: 37–40.
– (1992): Konzeption eines interdisziplinären Forschungsvorhabens (INTEX) zu Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau. – VDLUFA-Schriftenreihe 35/1992: 226-229.

Prof. Dr. Wolfgang Schmidt
Dipl.-Biol. Ralf Mrotzek
Institut für Waldbau der Universität Göttingen
Abt. I: Waldbau der gemäßigten Zonen und Waldökologie
Büsgenweg 1
D-37077 Göttingen

Dr. Rainer Waldhardt
Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung Schloßgasse 7
35390 Gießen

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 1: Vegetationsentwicklung unter Winterraps in den Systemen I, II und IV auf den Versuchsstandorten Reinshof und Marienstein. Angegeben sind die mittleren maximalen Deckungsgrade der in der Regel vier Dauerflächen pro Ackerschlag. Aufgeführt sind neben den Kulturpflanzen alle von HÜPPE & HOFMEISTER (1990) genannten Kennarten der westdeutschen Ackerwildkrautgesellschaften sowie diejenigen Begleiter, die entweder mindestens dreimal notiert wurden oder mindestens einen mittleren Deckungsgrad von mehr als 1% erreichten.
Kennarten: K = Stellarietea mediae (Klasse); UK = Violenea arvensis (Unterklasse); O2 = Papaveretalia rhoeadis (Ordnung); V1 = Aperion spicae-venti, V3 = Polygono-Chenopodium polyspermi, V4 = Fumario-Euphorbion, V5 = Caucalidion platycarpi (Verbände); UV2 = Aphanenion arvensis (Unterverband); A3 = Aphano-Matricarietum chamomillae, A12 = Chenopodio-Oxalidetum fontanae, A15 = Thlaspi-Veronicetum politae (Assoziationen).
Vorfrucht: WG = Wintergerste, SW = Sommerweizen.

	Standort	Reinshof									Marienstein								
	System	I konventionell			II integriert			IV extensiv			I konventionell			II integriert			IV extensiv		
	Jahr	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993
	Schlag-Nr.	2	1	3	2	1	4	2a	1	4	2	1	3	2	1	4	2	1	4
	Vorfrucht	WG	WG	WG	WG	WG	WG	SW	WG	WG	WG	WG	WG	WG	WG	WG	WG	WG	WG
	N-Dünger (kg/ha)	210	150	145	180	130	115	0	0	0	210	165	150	180	165	140	0	0	0
	N-Dünger u. Nmin (kg/ha)	261	206	200	219	191	177	29	96	64	244	200	196	204	180	176	19	22	37
	Zahl der Aufnahme-Fl. (100m²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Zahl der Aufnahmetermine	7	5	2	7	5	2	5	5	2	7	5	2	7	5	2	7	5	2
	Deckungsgrad (%)- Gesamt	86.0	95.0	95.0	95.0	98.0	95.0	75.0	65.0	80.0	95.0	90.0	95.0	95.0	98.0	98.0	70.0	90.0	91.0
	- Unkräuter	3.0	5.0	5.0	34.0	8.0	18.0	26.0	33.0	15.0	<0.1	1.0	4.0	5.0	12.0	18.0	15.0	6.0	15.0
	Raps-Höhe (cm)	135.0	78.0	138.0	170.0	220.0	165.0	133.0	135.0	115.0	154.0	163.0	155.0	166.0	210.0	170.0	126.0	185.0	164.0
	-Ertrag (dt/ha)	34.2	32.2	42.6	36.1	34.2	41.5	14.0	8.0	21.3	36.5	34.8	39.0	33.0	28.7	25.3	10.5	7.8	21.9
	Artenzahl (100m²)	12.8	19.0	8.8	22.3	25.0	17.0	26.8	18.5	21.0	8.0	13.8	13.8	14.0	21.3	19.8	26.8	24.5	20.3
	Gesamtartenzahl (400m²)	23	30	14	31	41	29	39	28	38	17	23	24	22	33	30	37	31	33
	Shannon-Weaver-Index H'	0.33	0.40	0.30	1.14	0.61	0.81	1.29	1.35	0.95	0.03	0.12	0.25	0.36	0.68	0.91	0.98	0.47	0.70
	Evenness (E in %)	12.9	13.5	13.5	36.8	19.0	28.6	40.5	46.4	31.3	1.6	4.4	9.5	14.0	22.8	30.5	29.7	14.6	23.2
	Kulturpflanzen																		
	Brassica napus	86.3	92.5	92.5	95.0	98.0	86.3	66.3	31.8	70.0	95.0	90.0	94.8	95.0	98.0	95.3	65.0	90.0	90.5
	Hordeum vulgare	3.8	0.6	1.1	4.8	0.4	3.0	0.1	1.1	1.0	0.1	0.2	0.2	15.0	0.2	1.3	0.9	0.2	0.1
	Triticum aestivum		0.1	0.5		0.1		0.1				0.1	0.2						
	Vicia faba				0.1			0.1							0.1				
	Festuca rubra						0.1												
	Phacelia tanacetifolia									0.1									
	Kennarten																		
K	Capsella bursa-pastoris	0.1	0.2		0.4	0.7	0.1	1.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	1.4	0.4	1.3	0.5	0.1	0.1
K	Stellaria media		0.1		26.3	3.0	3.8	13.8	6.4	3.4	0.1	0.1	0.1	0.1	6.5	2.0	0.1	0.1	0.2
K	Chenopodium album	0.1	0.1		0.1	1.0	0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	1.2	0.1
K	Tripleurospermum inodorum	0.1	0.2		0.4	0.1		0.8	1.3	1.1	0.1			0.9		0.1	0.1		0.2
K	Senecio vulgaris	0.1	0.1		0.1	0.1			0.1								0.1		
K	Sonchus oleraceus			0.1			0.1												
K	Erysimum cheiranthoides													0.1					
UK	Fallopia convolvulus	0.4	0.1	0.2	0.4	0.1	0.6	3.0	1.8	1.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1		0.2
UK	Viola arvensis		0.1			0.1	0.2	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	1.0	0.3	1.1	2.0	0.4	0.3	1.8
UK	Sonchus asper	0.1	0.5		0.1	0.5		0.1	3.3	0.3		0.1	0.1		0.3	0.2	0.1	0.4	0.2
UK	Lamium purpureum				0.6	0.1	0.1	1.3	0.1		0.1	0.1	0.1		0.1	1.5	0.8	0.1	0.1
UK	Myosotis arvensis				0.1	0.1		0.1		0.1	0.1		0.1		0.5	0.8	0.1		0.1
UK	Lamium amplexicaule				0.8	0.1	0.1	0.3	0.1	0.8		0.1					0.2		0.1
UK	Anagallis arvensis									0.1						0.1	0.1	0.1	
UK	Polygonum persicaria		0.1						0.8	2.5							0.1		
UK	Sonchus arvensis								0.1										
UK	Veronica arvensis																		0.1
O2	Thlaspi arvense	0.1	0.4	0.1	1.1	1.3	0.1	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.8		0.5	0.3	0.1
O2	Alopecurus myosuroides		0.1			0.3				0.1	0.1	0.1	1.1	0.1	5.5	8.0	10.0	5.0	7.5
O2	Veronica persica				0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.1				0.1	0.1	0.1	1.0	0.1	
O2	Sinapis arvensis	0.2	0.1		0.1		0.1	0.1						0.1					
O2	Papaver rhoeas					0.1					0.1	0.1						0.1	0.1
O2	Aethusa cynapium									0.1						0.1			0.1
O2	Avena fatua	0.1																	
V1	Apera spica-venti	0.2	0.1		5.8	0.3	0.2	1.1						0.1	0.4		2.0		0.6
V3	Cerastium glomeratum					0.1													
V4	Euphorbia helioscopia	0.1	0.3		0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1		0.1	0.1	
V4	Fumaria officinalis				0.1	0.1							0.1	0.1	0.1		0.1	0.2	
V5	Consolida regalis																	0.1	
V5	Euphorbia exigua														0.1				
UV2	Veronica hederifolia					0.1		0.6							0.1		0.1	0.1	0.1
UV2	Aphanes arvensis					0.1					0.1					0.1	0.1		0.4
A3	Matricaria chamomilla				0.2	0.2		2.3					0.1	0.2		0.6	0.3		0.4
A12	Chenopodium polyspermum		0.1			0.1						0.1			0.1				0.1
A15	Veronica polita				0.1	0.1		0.4	0.1		0.1						0.2		
	Begleiter																		
	Galium aparine	0.3	3.1	0.6	6.3	1.1	5.5	8.8	17.5	1.8	0.1	0.3	0.2	0.9	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1
	Cirsium arvense	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	2.3	0.7	0.9	1.2			0.1		0.1	0.8	1.4	0.2	1.5
	Lactuca serriola		0.1	0.9	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	1.3		0.1	0.1		0.1	0.8	0.1	0.1	1.5
	Cirsium vulgare			0.2	0.1	0.1	0.1	0.1		0.2			0.1		0.1	0.1		0.2	0.1
	Taraxacum officinale	0.1	0.1			0.1	0.1	0.1	0.1			0.1	0.2				0.1	0.1	0.2
	Poa annua				0.1		0.1	0.1		0.1		0.1		0.1	0.1	0.1		0.1	0.1
	Matricaria spec.		0.1	0.1		0.1	0.2					0.1			0.1	0.1		0.2	
	Agropyron repens	0.1		0.1	0.1		0.1	0.1		0.1				0.1					
	Convolvulus arvensis		0.6			0.1			0.4			0.1			0.1	0.1		0.1	
	Matricaria discoidea				0.1	0.1		0.2		0.1							0.1		0.3
	Polygonum aviculare	0.1	0.1					0.1	0.1	0.2			0.1						
	Sisymbrium officinale			0.2	0.1		1.3	0.1	0.1	0.1									
	Plantago major ssp. intermedia												0.1	0.1		0.8	0.2		0.1
	Ranunculus repens					0.1			0.1					0.1		0.1		0.1	
	Rumex crispus						0.3			0.1						0.1	0.1		0.1
	Epilobium spec.		0.1												0.1	0.1		0.1	
	Equisetum arvense	0.3		1.3	0.1			0.1											
	Poa trivialis					0.1	0.1								0.1			0.1	
	Urtica urens				0.1	0.1				0.1					0.1				
	Artemisia vulgaris		0.1					0.1										0.1	
	Übrige Arten	4	3	0	0	3	3	5	3	8	0	1	2	0	3	2	5	2	2

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 2: Vegetationsentwicklung unter Winterweizen in den Systemen I, II und IV auf den Versuchsstandorten Reinshof und Marienstein. Angegeben sind die mittleren maximalen Deckungsgrade der in der Regel vier Dauerflächen pro Ackerschlag. Aufgeführt sind neben den Kulturpflanzen alle von HÜPPE & HOFMEISTER (1990) genannten Kennarten der westdeutschen Ackerwildkrautgesellschaften sowie diejenigen Begleiter, die entweder mindestens dreimal notiert wurden oder mindestens einen mittleren Deckungsgrad von mehr als 1% erreichten.
Kennarten: K = Stellarietea mediae (Klasse); UK = Violenea arvensis (Unterklasse); O2 = Papaveretalia rhoeadis (Ordnung); V1 = Aperion spica-venti, V4 = Fumario-Euphorbion, V5 = Caucalidion platycarpi (Verbände); UV2 = Aphanenion arvensis (Unterverband); A3 = Aphano-Matricarietum chamomillae, A12 = Chenopodio-Oxalidetum fontanae, A15 = Thlaspi-Veronicetum politae (Assoziationen).
Vorfrucht: WR = Winterraps, SR = Sommerraps.

	Standort	Reinshof									Marienstein								
	System	I konventionell			II integriert			IV extensiv			I konventionell			II integriert			IV extensiv		
	Jahr	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993
	Schlag-Nr.	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
	Vorfrucht	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	WR	SR	WR	WR
	N-Dünger (kg/ha)	161	145	140	100	130	120	0	0	0	145	144	159	139	114	130	0	0	0
	N-Dünger u. Nmin (kg/ha)	240	253	215	185	209	190	76	69	83	210	222	210	185	168	194	41	36	52
	Zahl der Aufnahme-Fl. (100m²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	Zahl der Aufnahmetermine	8	6	2	8	6	2	7	6	2	7.0	6.0	2.0	8.0	6.0	2.0	7.0	6.0	2.0
	Deckungsgrad (%)- Gesamt	90.0	97.0	79.0	90.0	86.0	69.0	86.0	66.0	56.0	93.0	97.0	65.0	86.0	94.0	95.0	61.0	78.0	57.0
	- Unkräuter	4.0	<0.1	11.0	15.0	11.0	9.0	11.0	10.0	26.0	1.0	1.0	4.0	13.0	9.0	24.0	11.0	30.0	11.0
	Weizen-Höhe (cm)	105.0	90.0	80.0	100.0	95.0	96.0	95.0	60.0	70.0	110.0	85.0	88.0	100.0	100.0	100.0	71.0	100.0	75.0
	-Ertrag (dt/ha)	95.0	96.8	110.2	77.0	80.2	89.1	54.9	50.2	52.6	99.7	91.7	71.9	69.8	73.8	78.5	30.3	28.0	28.7
	Artenzahl (100m²)	11.3	12.8	14.5	16.3	20.8	20.3	14.0	16.5	14.8	4.0	11.0	8.0	6.3	17.0	22.8	17.5	27.7	19.5
	Gesamtartenzahl (400m²)	21	20	30	24	34	33	22	25	24	9	17	15	11	25	34	27	37	37
	Shannon-Weaver-Index H'	0.39	0.08	0.61	1.18	0.57	0.73	0.76	0.73	1.51	0.06	0.17	0.27	0.52	0.56	0.93	0.80	1.11	0.83
	Evenness (E in %)	15.9	3.4	22.7	42.5	18.7	24.4	28.8	25.9	57.7	3.9	6.9	11.6	27.7	20.0	32.9	28.5	36.6	28.3
	Kulturpflanzen																		
	Triticum aestivum	88.8	96.5	73.3	80.0	79.3	64.5	80.0	62.5	35.0	92.5	97.3	62.5	86.3	93.5	82.5	56.3	63.3	50.0
	Brassica napus	0.1	0.1	0.1	3.3	0.2	0.3		0.1	0.3	0.2	0.1		11.3	3.5	0.8	0.1	2.7	0.3
	Hordeum vulgare	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1		0.1		0.1	0.1			0.1			0.1	
	Festuca rubra				6.3	6.3		1.0						0.3			1.3		
	Vicia faba		0.1			0.1													
	Phacelia tanacetifolia				0.1														
	Kennarten																		
K	Chenopodium album	0.1	0.1	0.7	2.4	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1		0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	3.0	0.1	0.3
K	Stellaria media		0.1	0.8	3.0	0.5	1.6	0.3	0.1	2.3	0.1	0.1		0.1		1.1	0.1	0.2	0.1
K	Capsella bursa-pastoris		0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1			0.1		0.1		1.3	0.2		0.3	
K	Tripleurospermum inodorum	0.1		0.2		0.3		0.1	0.3	3.5					0.3	0.3		0.4	0.3
K	Atriplex patula				0.1												0.3		
UK	Fallopia convolvulus	0.3	0.2	2.1	0.6	0.1	0.7	0.5	0.1	2.3	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.2		0.4
UK	Viola arvensis	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2		0.6	0.1	0.1	0.1	2.0	0.1	0.4	
UK	Lamium purpureum	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			0.2	0.1	0.1	0.1
UK	Sonchus asper		0.1	0.1	0.4	0.1	0.4	0.8	5.8	0.5		0.1			0.1	0.3	3.9	0.1	0.3
UK	Lamium amplexicaule		0.1	0.1		0.1	0.5	0.1	0.1	0.1		0.1	0.3					0.1	0.1
UK	Myosotis arvensis				0.1	0.1		0.1				0.1			0.1	1.8		0.1	0.3
UK	Anagallis arvensis														0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
UK	Polygonum persicaria			0.5					0.1	2.9							0.1		
UK	Sonchus arvensis	0.1																	
UK	Veronica arvensis															0.1			
O2	Thlaspi arvense	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1		0.1					0.1	0.1		0.2	0.1	0.1
O2	Alopecurus myosuroides			0.1		0.1					0.8	0.8	0.2	0.8	1.9	10.5	2.3	15.0	2.8
O2	Veronica persica	0.1		0.1	0.1	0.1	0.3	0.9		0.3				0.1		0.2		0.1	0.6
O2	Papaver rhoeas						0.5											0.1	0.5
O2	Avena fatua	0.1																	
O2	Sinapis arvensis					0.1													
V1	Apera spica-venti	0.1		0.2	6.3	0.4	1.6	1.8					0.4		0.6	3.0		13.3	0.5
V4	Euphorbia helioscopia	0.1	0.1			0.1												0.1	
V4	Fumaria officinais											0.1						0.1	
V5	Euphorbia exigua																0.1		0.1
UV2	Veronica hederifolia					0.1	0.4					0.6	0.5		0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
UV2	Aphanes arvensis									0.1						0.1		0.1	0.2
A3	Matricaria chamomilla				0.2	0.1	0.1	0.1		0.3					0.1	1.3	0.1		0.5
A12	Chenopodium polyspermum					0.1	0.1		0.1						0.1	0.2			0.2
A15	Veronica polita						0.1								0.1			0.1	
	Begleiter																		
	Galium aparine	3.8	0.1	3.7	11.3	6.3	2.5	7.5	2.4	5.8		0.6	3.1	5.0	1.6	1.2	0.1	0.1	0.8
	Cirsium arvense	1.3	0.1	0.5	0.4	1.8	0.1	0.2	2.0	5.0				0.3	0.1	1.2	0.8	1.1	1.6
	Lactuca serriola		0.1	0.1		0.1	0.1		0.1	0.7						0.4	0.1	0.1	0.1
	Taraxacum officinale		0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1							0.1	0.1	0.1
	Convolvulus arvensis		0.1			0.9	0.1	3.8	1.8			0.1						0.1	0.5
	Poa annua			0.1	0.1		0.2	0.1					0.1		0.1	0.1		0.1	
	Matricaria spec.		0.1	0.5		0.1	0.1						0.1						0.1
	Poa trivialis						0.4								1.3	0.1		0.1	0.1
	Polygonum aviculare			0.1					0.5							0.1	0.8		0.1
	Agropyron repens	0.9			0.2										0.1				0.1
	Betula pendula					0.1	0.1								0.1			0.1	
	Matricaria discoidea						0.1			0.3							0.1		0.1
	Acer spec.		0.1	0.1															0.1
	Cirsium vulgare					0.1										0.1		0.5	
	Equisetum arvense	0.8			0.1			0.1											
	Plantago major ssp. intermedia															0.1	0.1	0.1	
	Polygonum amphibium f. terrestre	0.8								1.8	0.1								
	Übrige Arten	2	0	5	2	2	4	1	5	4	0	1	2	0	1	6	3	4	5

8° IX, 47 B: 15

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 3: Vegetationsentwicklung unter Wintergerste in den Systemen I, II und IV auf den Versuchsstandorten Reinshof und Marienstein. Angegeben sind die mittleren maximalen Deckungsgrade der in der Regel vier Dauerflächen pro Ackerschlag. Aufgeführt sind neben den Kulturpflanzen alle von HÜPPE & HOFMEISTER (1990) genannten Kennarten der westdeutschen Ackerwildkrautgesellschaften sowie diejenigen Begleiter, die entweder mindestens dreimal notiert wurden oder mindestens einen mittleren Deckungsgrad von mehr als 1% erreichten.
Kennarten: K = Stellarietea mediae (Klasse); UK = Violenea arvensis (Unterklasse); O2 = Papaveretalia rhoeadis (Ordnung); V1 = Aperion spicae-venti, V3 = Polygono-Chenopodium polyspermi, V4 = Fumario-Euphorbion, V5 = Caucalidion platycarpi (Verbände); UV2 = Aphanenion arvensis (Unterverband); A3 = Aphano-Matricarietum chamomillae, A12 = Chenopodio-Oxalidetum fontanae, A15 = Thlaspi-Veronicetum politae (Assoziationen).
Vorfrucht: WW = Winterweizen, AB = Ackerbohne, ZR = Zuckerrübe.

	Standort	Reinshof									Marienstein								
	System	I konventionell			II integriert			IV extensiv			I konventionell			II integriert			IV extensiv		
	Jahr	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993
	Schlag-Nr.	1	3	2	1	4	3	1	4	3	1	3	2	1	4	3	1	4	3
	Vorfrucht	WW	WW	WW	AB	AB	AB	ZR	AB	AB	WW	WW	WW	AB	AB	AB	AB	AB	AB
	N-Dünger (kg/ha)	127	150	140	75	120	110	0	0	0	138	172	140	90	144	130	0	0	0
	N-Dünger u. Nmin (kg/ha)	180	191	203	160	184	172	80	77	83	180	191	188	140	160	170	49	31	39
	Zahl der Aufnahme-Fl. (100m²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Zahl der Aufnahmetermine	7	5	2	7	5	2	7	5	2	7	5	2	7	5	2	7	5	2
	Deckungsgrad (%)- Gesamt	89.0	95.0	88.0	85.0	95.0	85.0	79.0	85.0	80.0	75.0	95.0	93.0	90.0	95.0	80.0	76.0	79.0	51.0
	- Unkräuter	1.0	2.0	1.0	14.0	51.0	9.0	10.0	23.0	32.0	8.0	4.0	1.0	2.0	59.0	6.0	21.0	21.0	31.0
	Gerste-Höhe (cm)	106.0	113.0	83.0	125.0	118.0	83.0	100.0	100.0	77.0	75.0	100.0	113.0	108.0	116.0	133.0	84.0	78.0	50.0
	-Ertrag (dt/ha)	80.5	87.8	82.0	77.6	75.9	69.7	51.1	57.6	43.1	57.8	82.7	62.9	65.2	56.7	51.7	30.1	22.6	9.3
	Artenzahl (100m²)	6.5	4.3	9.8	24.0	18.8	12.3	11.0	17.8	17.0	11.3	10.8	6.8	8.5	21.8	16.5	18.5	24.3	21.8
	Gesamtartenzahl (400m²)	13	21	15	39	29	21	17	26	25	19	17	10	14	32	25	29	35	31
	Shannon-Weaver-Index H'	0.11	0.17	0.08	0.72	1.25	0.46	0.58	1.07	1.53	0.43	0.30	0.13	1.42	0.40	0.13	1.05	1.14	1.83
	Evenness (E in %)	5.9	6.8	3.5	24.2	43.2	18.5	24.4	37.4	54.5	17.7	12.6	6.8	46.0	14.4	5.8	36.4	35.7	59.8
	Kulturpflanzen																		
	Hordeum vulgare	88.8	95.3	87.5	82.5	82.5	84.0	76.3	81.3	55.0	70.0	95.0	92.5	90.0	80.0	79.5	65.0	61.0	22.5
	Triticum aestivum	0.7	0.5	0.3	1.5	0.1	0.2		0.1		7.5	0.2	0.5	0.1	0.1	0.4		0.1	0.4
	Brassica napus		0.1	0.1		0.1	0.1		0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1
	Vicia faba				1.3	2.6	0.1		22.5		0.1				4.5	0.1	2.0	2.5	
	Festuca rubra					30.0				0.1					30.0			4.3	
	Kennarten																		
K	Stellaria media			0.1	1.0	1.3	0.1	1.3	1.9	6.8	0.1	0.1			0.4	0.1		0.2	0.1
K	Chenopodium album	0.1		0.1	0.3		0.1	0.1			0.2			0.1		0.3	2.7	0.1	0.4
K	Capsella bursa-pastoris				0.1	0.1	0.1		0.1	0.1		0.1			0.1	0.1	0.1	0.1	
K	Tripleurospermum inodorum				0.1			0.1	0.9								8.8	0.1	4.0
K	Senecio vulgaris								0.1									0.1	0.1
K	Atriplex patula													0.1			0.1		
K	Erysimum cheiranthoides																0.1		
UK	Viola arvensis	0.1	0.1		0.1	0.2	0.5	0.1	0.1	2.8	0.1	0.3	0.2		0.9	1.0	0.1	0.3	0.2
UK	Fallopia convolvulus	0.9	0.1	0.2	0.2		0.1	3.3	3.3	0.9	0.2		0.1		0.1	0.4	0.2		0.5
UK	Lamium purpureum			0.1	0.1	0.1		0.1	0.8	2.0	0.2	3.8	0.3		0.1	0.1	0.1	0.2	
UK	Sonchus asper		0.1			0.1	0.1	0.8	0.2	1.1					0.1	0.1	0.1	0.3	0.5
UK	Lamium amplexicaule		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	2.0	0.1				0.1			0.1	
UK	Myosotis arvensis		0.1			0.1				0.1		0.1		0.1	0.6	0.1	0.1	0.2	0.5
UK	Polygonum persicaria	0.1	0.1				0.1	0.1	0.3	0.1									
UK	Anagallis arvensis				0.1						0.1					0.1			
O2	Alopecurus myosuroides		0.1			0.1				0.1	0.1	2.5	0.4	1.1	25.0	0.3	8.0	17.5	12.8
O2	Thlaspi arvense			0.1	0.5	0.1			0.1	0.1	0.1	0.1			0.1	0.1	0.4	0.1	1.0
O2	Veronica persica				0.1	0.1	0.7	0.1	0.1	4.3		0.1			0.1	0.1		0.1	0.1
O2	Papaver rhoeas				0.1												0.1	0.1	
O2	Sinapis arvensis				0.1	0.1												0.1	
O2	Avena fatua	0.1																	
V1	Apera spica-venti	0.1			0.1	6.5	0.1			3.3		0.1			0.2		0.1	1.1	
V1	Centaurea cyanus									0.3									
V3	Cerastium glomeratum				0.1														
V4	Euphorbia helioscopia	0.1	0.1		0.1								0.1				0.1		0.1
V4	Fumaria officinalis								0.1						0.1			0.4	
V5	Consolida regalis																0.1		0.2
V5	Euphorbia exigua																0.1		0.3
UV2	Veronica hederifolia		0.1		0.1		0.1				0.1	0.1	0.3		0.1		0.1	0.1	0.1
UV2	Aphanes arvensis										0.1			0.1	0.5		0.1	0.1	
A3	Matricaria chamomilla				0.1					0.1				0.1			2.6		1.3
A12	Chenopodium polyspermum					0.1									0.1	0.6			0.1
A15	Veronica polita				0.1				0.1		0.1			0.1	0.1	0.2		0.1	
	Begleiter																		
	Galium aparine	0.1	0.4	0.1	13.8	27.5	5.3	4.5	8.8	5.3	0.9	0.1	0.1	0.4	12.5	0.3	1.0	0.3	0.6
	Cirsium arvense	0.1	0.3	0.1		0.1	1.6	0.4	1.0	6.0				0.1	1.6	1.8	0.3	1.5	6.3
	Lactuca serriola					0.2	0.1		0.1	0.1		0.1			0.1	0.1	0.5	0.1	2.0
	Taraxacum officinale					0.1	0.1		0.1	0.1	0.1			0.1	0.1		0.1	0.1	0.4
	Convolvulus arvensis		0.2	0.1		0.6			0.5								0.1	0.3	0.3
	Matricaria spec.		0.1	0.1		0.1				1.0		0.1			0.1			0.3	
	Agropyron repens	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1											0.1		
	Equisetum arvense		0.3		0.1	0.1	0.1			0.1					0.1				
	Poa annua			0.1	0.1			0.1		0.1						0.1			0.1
	Polygonum aviculare				0.1	0.1			0.1							0.1			0.6
	Cirsium vulgare								0.1						0.1			0.1	
	Rumex crispus														0.1			0.1	0.1
	Polygonum amphibium f. terrestre						0.4	1.0											
	Übrige Arten	1	3	0	11	2	0	2	1	0	2	1	0	0	2	1	1	2	2

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab.8: Die Samenbank der untersuchten Standorte und Bewirtschaftungssysteme im Vergleich der Jahre 1990 und 1993.
n: Zahl der beprobten Dauerflächen (je 100 m^2), auf die sich die Angaben beziehen. *Matricaria spec.* umfaßt die Sippen *Matricaria chamomilla* und *Tripleurospermum inodorum*, bei *Epilobium spec.* handelt es sich hauptsächlich um *E. tetragonum*.
* Die Brache in Eickhorst wurde bereits ein Jahr früher angelegt, so daß die Ergebnisse die Samenbank nach dem 1. bzw. nach dem 4. Brachejahr darstellen.

System	1990 häufigste Arten in der Samenbank	1990 Samen ges. m²x30cm	1990 rel. Anteil (%)	1993 häufigste Arten in der Samenbank	1993 Samen ges. m²x30cm	1993 rel. Anteil (%)
EICKHORST *						
I intensiv n=6	Apera spica-venti	1273	35	Apera spica-venti	2773	62
	Echinochloa crus-galli	1107	30	Viola arvensis	587	13
	Viola arvensis	287	8	Brassica napus	340	8
	übrige Arten: 9	986	27	übrige Arten: 12	814	17
	Σ	3653		Σ	4513	
II integriert n=8	Apera spica-venti	1000	34	Apera spica-venti	4225	38
	Matricaria spec.	940	32	Viola arvensis	1690	15
	Viola arvensis	300	10	Chenopodium album	1145	10
	übrige Arten: 10	730	24	übrige Arten: 20	4210	37
	Σ	2970		Σ	11270	
IV extensiv n=2	Apera spica-venti	1320	49	Apera spica-venti	6200	59
	Urtica urens	500	18	Viola arvensis	2400	23
	Chenopodium album	400	15	Chenopodium album	320	3
	übrige Arten: 5	500	18	übrige Arten: 10	1680	15
	Σ	2720		Σ	10600	
* V Brache n=2	Matricaria spec.	34700	46	Viola arvensis	2800	18
	Viola arvensis	27860	37	Matricaria spec.	2560	16
	Apera spica-venti	8640	11	Epilobium spec.	1820	12
	übrige Arten: 15	4740	6	übrige Arten: 23	8520	54
	Σ	75940		Σ	15700	
MARIENSTEIN						
I intensiv n=6	Chenopodium album	113	32	Lamium amplexicaule	467	25
	Lamium purpureum	113	32	Alopecurus myosuroides	413	22
	Matricaria spec.	40	11	Lamium purpureum	240	13
	übrige Arten: 4	94	25	übrige Arten: 8	764	40
	Σ	360		Σ	1893	
II integriert n=8	Viola arvensis	555	21	Alopecurus myosuroides	4005	50
	Chenopodium album	350	13	Apera spica-venti	805	10
	Alopecurus myosuroides	275	11	Viola arvensis	630	8
	übrige Arten: 19	1440	55	übrige Arten: 23	2605	32
	Σ	2620		Σ	8045	
IV extensiv n=8	Chenopodium album	1240	61	Alpoecurus myosuroides	3270	37
	Alopecurus myosuroides	255	13	Apera spica-venti	1550	18
	Viola arvensis	85	4	Viola arvensis	1275	15
	übrige Arten: 8	465	22	übrige Arten: 27	2695	30
	Σ	2045		Σ	8790	
V Brache n=5	Viola arvensis	336	24	Alopecurus myosuroides	8952	28
	Brassica napus	208	15	Epilobium spec.	3752	12
	Lamium purpureum	176	13	Matricaria spec.	3192	10
	übrige Arten: 16	656	48	übrige Arten: 41	16544	50
	Σ	1376		Σ	32440	
REINSHOF						
I intensiv n=6	Chenopodium album	507	41	Brassica napus	147	15
	Fallopia convolvulus	167	13	Capsella bursa-pastoris	133	13
	Polygonum lapathifolium	87	7	Veronica persica	133	13
	übrige Arten: 11	486	39	übrige Arten: 10	580	59
	Σ	1247		Σ	993	
II integriert n=9/6	Apera spica-venti	827	44	Apera spica-venti	1800	41
	Chenopodium album	360	19	Chenopodium album	727	17
	Galium aparine	178	10	Brassica napus	367	8
	übrige Arten: 15	511	27	übrige Arten: 19	1519	34
	Σ	1876		Σ	4413	
IV extensiv n=6	Chenopodium album	320	24	Veronica persica	1273	32
	Galium aparine	200	15	Matricaria spec.	487	12
	Lamium purpureum	180	13	Galium aparine	327	8
	übrige Arten: 6	640	48	übrige Arten: 19	1866	48
	Σ	1340		Σ	3953	
Brache-streifen n=5	Keine Daten			Apera spica-venti	1672	25
				Stellaria media	872	13
				Galium aparine	528	8
				übrige Arten: 24	3536	54
				Σ	6608	
V Brache n=5	Lamium purpureum	328	18	Matricaria spec.	8128	25
	Apera spica-venti	280	15	Apera spica-venti	6816	21
	Lamium amplexicaule	272	15	Lamium amplexicaule	6032	18
	übrige Arten: 18	960	52	übrige Arten: 20	11872	36
	Σ	1840		Σ	32848	

8° IX, 47 B : 15
BIBLIOTHEK DER

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: NS_15

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

Artikel/Article: Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau: Auswirkungen auf Flora, Vegetation und Samenbank - Ergebnisse aus dem Göttinger INTEX-Projekt 415-435