

Aus der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Wissenschaftsbereich Geobotanik und Botanischer Garten
(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. R. Schubert)

Gegenwärtige Tendenzen struktureller Wandlungen der Phytozönose von Agro-Ökosystemen durch agrochemische Intensivierungsmaßnahmen¹

Von Ernst-Gerhard Mahn

Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen

(Eingegangen am 30. April 1986)

1. Allgemeine Grundlagen

Der ökologische Zustand der naturnahen Flora und Fauna extensiv genutzter Flächen in der Agrarlandschaft und dessen Veränderung wird entscheidend durch Art und Intensität der Nutzung der mit ihnen korrespondierenden Agro-Ökosysteme bestimmt. Dies gilt für Nutzungsformen der Vergangenheit wie Gegenwart in gleichem Maße. Sollen daher Wertungen des Zustandes und prognostische Aussagen zur Entwicklung extensiv genutzter Ökosysteme abgegeben werden, so sind Analysen der ökologischen Struktur und des Entwicklungstrends der Agro-Ökosysteme selbst unerlässlich.

Agro-Ökosysteme unterscheiden sich von angrenzenden Ökosystemen, wie sie z. B. durch xerotherme Rasenökosysteme repräsentiert werden, funktionell in der grundsätzlich veränderten Bedeutung, die anthropogene Steuerungsmechanismen, d. h. für die Existenz der Agro-Ökosysteme unabdingbare biotische wie abiotische Inputs auf den systeminternen Stoffkreislauf und Energiefluß gewinnen.

Zu betonen ist in diesem Zusammenhang, daß, von Einzelbeispielen abgesehen, bisher kaum eingehendere Analysen vorliegen, die sich mit der zwischen Agro-Ökosystemen und angrenzenden Ökosystemen bestehenden Komplexität der Wechselbeziehungen näher befassen.

Unter den auf Intensivierungsmaßnahmen zurückzuführenden gegenwärtig sich vollziehenden strukturellen Wandlungen in Agro-Ökosystemen, die zugleich für angrenzende Ökosysteme Bedeutung erlangen, kommt dem Einsatz von Agrochemikalien eine vorrangige Bedeutung zu. Ökologisch läßt sich dabei wie folgt unterscheiden:

- Einflußgrößen, wie die mineralischen Düngemittel, deren Einzelbausteine dem Ökosystem als Elemente selbst immanent sind. Sie verursachen durch Veränderung (Erhöhung) ihres Angebotes primär meist quantitative, relativ langsam verlaufende Strukturveränderungen der Phytozönose.
- Ökosystemfremde Einflußgrößen, wie die Pestizide, führen auf Grund ihrer meist \pm selektiven Wirksamkeit (bzw. Anwendung) primär zu qualitativen, kurzfristig eintretenden Strukturveränderungen (Tab. 1).

¹ Überarbeitete Fassung des Vortrages auf dem Symposium „Über Pflege- und Schutzmethoden für natürliche Bereiche in landwirtschaftlichen Gebieten und deren Bedeutung als Biotop für Flora und Fauna sowie für naturnahe grasbewachsene Flächen“ vom 22.–25. 10. 1985 in Halle (Saale).

Tabelle 1. Ökologische Charakteristika von Agrochemikalien

Ökosystemspezifik	Einflußform	Wirkungsweise (primär)	Beispiel
Ökosystem – eigen	gezielt (nicht selektiv)	quantitativ	Mineraldünger
	ungezielt (nicht selektiv)	quantitativ	Mineraldünger (Abdrift)
Ökosystem – fremd	gezielt (selektiv)	qualitativ	Herbizide

Mit Nachdruck verwiesen sie auf den im allgemeinen unterschätzten Beitrag, der neben dem gezielten dem ungezielten (unbeabsichtigten) Input einer Reihe von Agrochemikalien an deren Wirkung auf Agro- wie Nicht-Agro-Ökosysteme gegenwärtig beizumessen ist. Dies gilt unter territorialen Aspekten in besonderem Maße für den Stickstoff als Bestandteil von Luftverunreinigungen. Während bisherige Angaben und Schätzungen 25–40 kg jährlichen aerogenen N-Eintrag in Ökosysteme der industriell hoch entwickelten Länder Mitteleuropas nennen, werden neuerdings Werte angegeben (Ellenberg jr. 1985 und mündl.), die bei bzw. über 70 kg N/ha/a liegen.

Den in Tab. 1 genannten Gruppen von Agrochemikalien ist gemeinsam, daß sie als Steuerungsgrößen auf das Phytozönose-Kompartiment des Agro-Ökosystems wirken. Bei beiden kommt es neben den beabsichtigten Wirkungen

- Ausschaltung von Unkrautkonkurrenz (Herbizide),
 - Erhöhung des Angebots limitiert verfügbarer Nährstoffressourcen zur Steigerung der Stoffproduktion der Kulturart (Dünger)
- zu unbeabsichtigten bzw. unerwünschten Nebenwirkungen. Deren Ausmaß erhöht sich – tendenziell gesehen – mit zunehmender Intensitätsstufe des Agrochemikalien-Einsatzes. Die im Zusammenhang damit auftretenden strukturellen Änderungen der Phytozönose gewinnen dabei ökologische wie ökonomische Relevanz.

Im folgenden seien – ausgehend von Ergebnissen einiger längerfristiger Untersuchungen im Herzynischen Raum – Charakteristika struktureller Veränderungen von Agrophytozönosen bzw. ihrer Elemente bei intensivem Einsatz der Agrochemikalien Herbizide und Stickstoff als Modell für das Wirksamwerden beider Gruppen von Agrochemikalien aufgezeigt.

2. Strukturelle Wandlungen auf Zönose- und Populationsebene

2.1. Herbizide

Im Rahmen zweier 5jähriger Ökosystem-Versuchsprogramme (1976–1980, 1981–1985) wurde die Frage der Langzeitwirkungen des regelmäßigen Einsatzes von Herbiziden auf die Struktur von Segetalzönosen am Beispiel einer territorial repräsentativen Segetalzönose (Segetaleinheit: Euphorbio-Melandrietum, Descurainia-Rasse; Standorteinheit: Lö 1, Schwarzerde) geprüft (Mahn u. Helmecke 1979, Mahn et al. 1983). Dabei ergaben sich folgende Erkenntnisse:

Die Segetalzönose wird bei kontinuierlicher Applikation von Herbiziden (über die Wirkungen der jeweils aktuellen Applikation hinaus) im Vergleich zur Kontrolle bereits im Verlauf eines 5jährigen Zyklus (Getreide-Rotation) nachhaltig verändert. Diese Veränderungen betreffen allgemein strukturell gesehen sowohl die Individuenzahl wie die Biomasse. Beide Parameter weisen je nach angewandtem Herbizid und sonstigen agrotechnischen bzw. klimatischen Bedingungen deutliche bzw. statistisch signifikante Erniedrigungen der entsprechenden Meßwerte auf (Abb. 1).

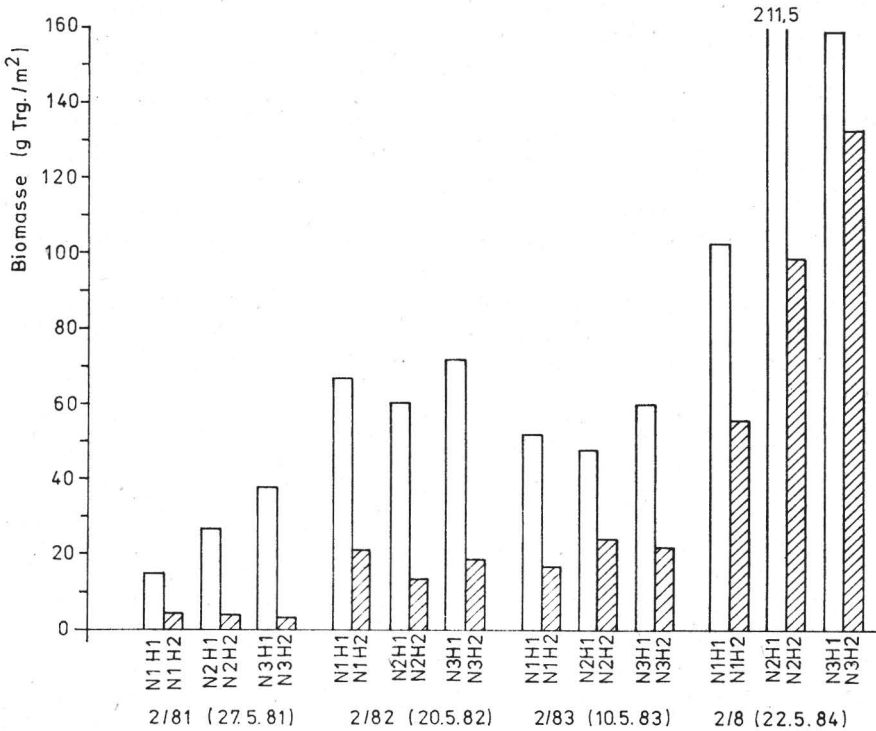


Abb. 1. Einfluß von Herbiziden und Stickstoff auf die Biomasseentwicklung der Unkrautzönose etwa 2 bis 3 Wochen nach Applikation in den Jahren 1981-1984. H 1 ohne Herbizide, H 2 mit Herbiziden, N 1 = 0 kg N/ha, N 2 = 40 bzw. 50 kg N/ha, N 3 = 80 bzw. 100 kg N/ha

Die Effektivität des Herbizideinsatzes erweist sich dabei – gemessen an dessen Zielstellung – in den einzelnen Jahren als sehr unterschiedlich. Erkennbar wird aus den Ergebnissen unserer Versuche wie denen anderer Autoren folgendes. Unterhalb eines spezifischen ökologischen Schwellenwertes der Biomasseentwicklung der Unkrautzönose bleibt die durch den Einsatz von Herbiziden erfolgte Verringerung des Unkrautbesatzes ohne signifikanten Einfluß auf den (Korn)Ertrag der jeweiligen Kulturart (vgl. Wahmhoff u. Heitefuß 1984). Wie für den Zeitraum 1981-1984 ersichtlich (Abb. 1, Tab. 2), kommt es in den Jahren, in denen bis Mitte Mai ein kritischer BM-Schwellenwert der Unkrautzönose nicht überschritten wird (vgl. 1981-1983), der unter unseren Bedingungen bei etwa 60-70 g/m² liegt, nur in Einzelfällen zu einer signifikanten Ertragserhöhung bei der Kulturart.

Tabelle 2. Signifikanzen (*t*-Test) zum Kornenertrag zwischen herbizidbehandelten (H 2) und nicht behandelten (H 1) Flächen bei drei N-Düngungsniveaus (N 1 = 0, N 2 = 40, N 3 = 80 kg N/ha) unseres Versuchsprogrammes 1981 bis 1984 (statistische Sicherung: + = 5%, ++ = 1%). Kulturarten: Sommergerste, Wintererbsen, Winterweizen, Wintergerste

	N 1/H 1				N 2/H 1				N 3/H 1			
	81	82	83	84	81	82	83	84	81	82	83	84
N 1/H 2	—	—	—	+								
N 2/H 2					—	—	—	++				
N 3/H 2									+	—	++	++

Der Einsatz der Herbizide erweist sich also nur unter bestimmten Bedingungen als ökonomisch relevant. Es sollten daher verstärkt weitere methodische Untersuchungen darauf gerichtet werden, dessen ökonomische Notwendigkeit (dies gilt für Nach- wie Vorlaufbehandlungen) im betreffenden Jahr konkret zu prüfen (vgl. Roder et al. 1985). Damit würde sich auch zugleich aus ökologischer Sicht die Gefahr eines durch die regelmäßige Herbizidapplikation verursachten inneren Strukturwandels der Segetalzönose, der sich, wie im folgenden beschrieben, vollzieht, verringern.

Im Rahmen des von uns eingangs genannten Versuchsprogramms konnten folgende allgemeineren Erkenntnisse zum Verlauf des Strukturwandels bei regelmäßiger Herbizidapplikation gewonnen werden:

In einem Zeitraum von 3–5 Jahren kommt es zu strukturellen Veränderungen, die sich – gemessen an der spezifischen Dominanzstruktur der Zönose – über 2 Stufen vollziehen (vgl. im einzelnen Mahn u. Helmecke 1979, Mahn 1984 a):

- Stufe der Homogenisierung:
gekennzeichnet durch zunächst vor allem quantitative Veränderungen des Anteils der einzelnen Arten der Zönose, \pm gering veränderte Diversität,
- Stufe der Herausbildung dominanter Arten:
quantitative und qualitative Veränderungen zugunsten einiger Arten mit hohen Dominanzanteilen, unter denen sich in der Regel chemisch relativ schwer bekämpfbare Arten befinden.

Der gesamte Prozeß wird durch wiederholten Einsatz von Herbiziden ähnlichen Wirkungsspektrums gefördert.

Durch unsere Untersuchungsergebnisse ließ sich beispielhaft zeigen (Helmecke u. Mahn 1984), wie eine zunächst von den anderen Arten der Segetalzönose in ihrer Dominanz kontrollierte Art (*Galium aparine*) innerhalb weniger Jahre ihren Bedeutungsanteil auf den Behandlungsflächen erheblich erhöhen und selbst nach Abschluß der Behandlung zumindest über mehrere Jahre weiter behaupten konnte.

2.2. Stickstoff

Zunehmendes Interesse beansprucht aus verschiedenen Gründen die Problematik der Wirkungen des stark erhöhten N-Eintrages in Ökosysteme. Für Agro-Ökosysteme ist dabei – territorial generalisierend gesehen – von einer zumindest bis Anfang der 80er Jahre anhaltenden Erhöhung des gezielten N-Eintrags auszugehen. Bei entsprechenden Analysen der N-Wirkung auf die Struktur von Agro-Ökosystemen wird dabei allerdings künftig der Quantifizierung der Rolle des (eingangs diskutierten) zusätzlichen, indirekt eingebrachten Stickstoffs größere Beachtung zu schenken sein, als dies bisher der Fall war.

Das von uns in einem 5-Jahreszyklus (1981–1985) durchgeführte Versuchsprogramm (gleiche agrotechnische Versuchsbedingungen wie bei dem vorher diskutierten Herbizidprogramm) diente der Klärung der Rolle differenzierten N-Angebotes in einer Getreidefruchtfolge mit den Varianten N 1 (0 kg N/ha), N 2 (40 bzw. 50 kg N/ha), N 3 (80 bzw. 100 kg N/ha).

Betrachtet man zunächst die Wirkungen des differenzierten N-Angebotes auf die Struktur der Unkrautzönose insgesamt, so ergeben sich, gemessen an den Parametern Individuenzahl und Biomasse, folgende Aussagen:

Ein erhöhtes N-Angebot wird von der Kulturart vor und während des Schossens im Vergleich zur Unkrautzönose insgesamt effektiver zur Erhöhung ihrer BM genutzt. Dies führt über verstärkten Licht- und Raumentzug zu einem starken Abfall der Individuenzahlen im Verlauf des Entwicklungszyklus der Unkrautzönose, wie die gegenüber der N-1-Variante niedrigeren bzw. während der Vegetationsperiode abfallenden Individuenzahlen der N-Düngungsvarianten ausweisen (Abb. 2).

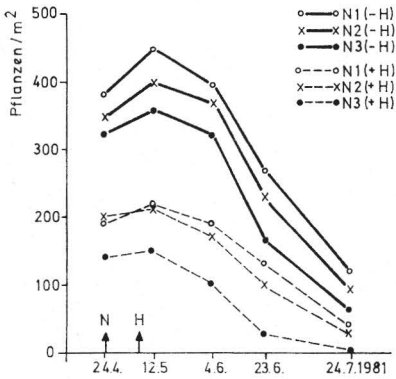


Abb. 2

Einfluß der N-Düngung auf die Individuendichte der Unkrautzönose (insgesamt) in Wintergerste (nach Mahn 1984 b).

- H: ohne Herbizide, + H: mit Herbiziden;
N 1 = 0, N 2 = 40, N 3 = 80 kg N/ha

Im Gegensatz zur Individuenzahl wird die BM-Entwicklung der Unkrautzönose durch erhöhtes N-Angebot gefördert, das heißt, die nicht unterdrückten Individuen profitieren von der Erhöhung des N-Angebotes. So erklärt sich, daß im Vergleich zur N-1-Variante trotz niedrigerer Individuenzahlen auf den N-Düngungsvarianten die Gesamt-BM in der Regel höhere Werte erreicht (Abb. 1).

Dies gilt besonders für die Hauptentwicklungsphase der vegetativen BM (2. Termin, Mai). Später (3. Termin, Juni/Juli) wird z. T. die Tendenz des Angleichens zwischen den 3 Varianten erkennbar, die auf der stärkeren Unterdrückung der nicht an den erhöhten Konkurrenzdruck der Kulturart (hoher Bestandesschluf) angepassten Unkrautarten basiert. Die Analyse des diesbezüglichen Verhaltens der einzelnen Arten gewinnt daher aus dieser Sicht besondere Bedeutung.

Bisher vorliegende Untersuchungen anderer Autoren zum Einfluß unterschiedlicher N-Versorgung auf Unkrautarten in Monokultur wie unter natürlichen Konkurrenzbedingungen lassen die Rolle des N-Faktors als Einflußgröße für Veränderungen der Populationsdynamik wie der Konkurrenzkraft erkennen (Alkämper et al. 1979, Svensson u. Wigren 1982, Holzmann u. Niemann 1986).

Die von uns durchgeführten Untersuchungen weisen folgendes aus: Der Einfluß eines differenzierten N-Angebotes wird von den einzelnen Arten im Verlauf des annuellen Entwicklungszyklus unterschiedlich genutzt. Für unser Ökosystem wichtige Arten wie *Lamium amplexicaule* und *Veronica hederifolia* werden durch ein steigendes Angebot an N nicht bzw. nur begrenzt gefördert. Die Populationen beider Arten erfahren auf den N-Düngungsvarianten im Verlauf ihrer Ontogenese eine stärkere bzw. frühere Reduzierung ihrer Individuenzahl, als dies bei der N 1-Variante der Fall ist. Anders dagegen Arten wie *Galium aparine* oder *Stellaria media* (Viehweg 1984, Mahn 1984 b). Sie sind in der Lage, ein steigendes N-Angebot in einer der Kulturart etwa vergleichbaren oder sogar höheren Intensitätsstufe (vgl. Pulcher-Häussling u. Hurl 1986) zur Erhöhung ihrer Stoffproduktion zu nutzen und damit dem wachsenden Konkurrenzdruck der Kulturart auf den Düngungsvarianten standzuhalten. Die genannte Entwicklung wird dabei besonders gefördert, wenn eine Art, wie *Descurainia sophia* (Blumrich u. Mahn 1986), auf Grund ihrer Wuchsform mit dem Wachstum der Kulturart Schritt zu halten und sich durch Übergipfelung ihrer Unterdrückung zu entziehen vermag.

Obwohl die Einflußgröße N anders als die Herbizide ein systemeigenes Element darstellt, verursacht ihre quantitative Veränderung erwartungsgemäß strukturelle Wandlungen der Gesamtzönose, die, wie gezeigt, in der Spezifik ihrer Einzelelemente begründet liegt. Der strukturelle Wandlungsprozeß vollzieht sich dabei offensichtlich langsamer und weist mittelfristig zunächst stärker quantitative als qualitative Züge

auf. Längerfristig gesehen dürfte sich jedoch ein dem Stufenverlauf der Herbizidwirkungen ähnlicher Prozeß des Strukturwandels bis zur Einstellung eines neuen Gleichgewichtes vollziehen. Hierzu sind allerdings weitere Untersuchungen unbedingt erforderlich.

Zu erwähnen ist auch die hier nicht näher diskutierte Problematik der in Anpassung an die Spezifik längerfristig wirkender Einflußgrößen der genannten Art sich vollziehenden evolutiven Vorgänge (Ökotypendifferenzierung). Fragen dieser Art werden künftig verstärktes Interesse beanspruchen, wenn wir einen vertieften kausalen Einblick in die Vorgänge des Strukturwandels von Segetalzönosen wie anderer Zönosen gewinnen wollen, die einem erhöhten Einfluß anthropogener Intensivierungsmaßnahmen ausgesetzt sind.

3. Strukturelle Wandlungen auf territorialer Ebene

Zum Schluß sei noch kurz auf die regionale Repräsentanz von Ergebnissen eingegangen, die auf Populations- und Zönoseebene gewonnen wurden.

Durch eine Reihe von mittel- bis langfristigeren Untersuchungen erfolgten in letzter Zeit Erfassungen von strukturellen Veränderungen in spezifischen, d. h. repräsentativ ausgewählten Territorien (Hilbig u. Jage 1984, Hilbig 1985) bzw. ökologisch definierten territorialen Grundgesamtheiten (Mahn, Pötsch u. Bauermeister 1985, Pötsch u. Busch 1985). Sie machten sichtbar, daß Veränderungen, wie sie von uns am Beispiel eines repräsentativen Ökosystems bzw. seiner Populationen festgestellt wurden, auf entsprechendem Niveau auch territorial erkennbar sind. Die auf Ökosystem- und Populationsebene gewonnenen Erkenntnisse bilden dabei die Basis für eine kausale Interpretation der auf territorialer Ebene erhobenen und (meist als art- oder zönose-spezifische Raster) dargestellten Primärdaten.

Zunehmende Bedeutung gewinnen die auf Ökosystem- und Populationsebene gewonnenen Daten vor allem für die Ableitung rechnergestützter prognostischer Aussagen im Rahmen des Pflanzenschutzes. Sie sind bei Kenntnis entsprechender Trends und Möglichkeiten künftigen Agrochemikalieneinsatzes unabdingbar, um präzisere Aussagen über zu erwartende Strukturwandlungen von Agro-Ökosystemen und ihren Elementen abgeben und dabei zugleich unnötige ökologische Belastungen der Agrarlandschaft vermeiden zu können.

Zusammenfassung

Direkten wie indirekten Wirkungen von Agrochemikalien kommt eine entscheidende Bedeutung an den strukturellen Wandlungen von Ökosystemen in Agrarlandschaften Mitteleuropas zu. Anhand von Modelluntersuchungen zur ökologischen Quantifizierung der Einflußgrößen Herbizide und Stickstoff werden Ursachen und Trends längerzeitlicher Strukturwandlungen analysiert und im Hinblick auf die sich für Zönosen und Einzelpopulationen ergebenden Veränderungen ihrer Wechselbeziehungen gewertet.

Summary

Actual tendencies of structural changes of agrophytocoenoses effected by agrochemical intensifying measures.

Direct and indirect impacts of agrochemicals play a decisive role in causing structural changes of ecosystems in agricultural landscapes. Basing on model-investigations aimed to quantify the influence of herbicides and nitrogen causes and trends of structural long-term changes have been analysed and appreciated with regard to the changes of interrelations between coenoses and populations depending on it.

S c h r i f t t u m

- Alkämper, J., E. Pessios und Do Van Long: Einfluß der Düngung auf die Entwicklung und Nährstoffaufnahme verschiedener Unkräuter in Mais. Proc. EWRS Symp. The Influence of Different Factors on the Development and Control of Weeds (1979) 181–192.
- Blumrich, H., und E.-G. Mahn: Entwicklung und Stoffproduktion segetaler Populationen von *Descurainia sophia* L. Webb ex Prantl. Wiss. Z. Univ. Halle XXXV'86 M (1986) (in Druck).
- Ellenberg, H. (jr.): Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluß von Düngung und Immissionen. Schweiz. Z. Forstwes. 136 (1985) 19–39.
- Helmecke, K., und E.-G. Mahn: Veränderungen der Populationsdynamik ausgewählter Segetalarten in Agrophytozönosen durch Herbizide. Wiss. Z. Univ. Halle XXXIII'84 M (1984) 3–20.
- Hilbig, W.: Die Ackerunkrautvegetation der Querfurter Platte und ihre Veränderung in den letzten Jahrzehnten. Wiss. Z. Univ. Halle XXXIV'85 M (1985) 94–117.
- Hilbig, W., und H. Jage: Die Veränderung der Ackerunkrautflora in der Dübener Heide (Bezirk Halle, DDR) während der letzten Jahrzehnte. Acta Bot. Slov. Acad. Sci. Slov. Ser. A Supp. 1 (1984) 61–73.
- Holzmann, H., und P. Niemann: Einfluß einer Konkurrenz durch *Viola arvensis* auf die ertragsbestimmenden Faktoren von Sommerweizen. Proc. EWRS Symp. Economic Weed Control (1986) 91–98.
- Mahn, E.-G.: Structural changes of weed communities and populations. Vegetatio 58 (1984 a) 79–85.
- Mahn, E.-G.: The influence of different nitrogen levels on the productivity and structural changes of weed communities in agro-ecosystems. 7th Intern. Symp. Weed Biol., Ecol., System. (1984 b) 421–429.
- Mahn, E.-G., und K. Helmecke: Effects of herbicide treatment on the structure and functioning of agro-ecosystems. II. Structural changes in the plant community after the application of herbicides over several years. Agro-Ecosystems 5 (1979) 159–179.
- Mahn, E.-G., K. Germershausen, K. Helmecke, B. Hickisch, A. Kästner, J. Prasse und G. Sternkopf: Kurzzeitliche und längerfristige Veränderungen von Zönosestrukturen in Agro-Ökosystemen bei mehrjährigem Herbizideinsatz. Wiss. Z. Univ. Halle XXXII'83 M (1983) 69–96.
- Mahn, E.-G., J. Pötsch und W. Bauermeister: Ökologische Grundlagen der Überwachung und Prognose bedeutender Unkräuter in Getreidekulturen. Wiss. Beitr. Univ. Halle S 51 (1985) 116–130.
- Pötsch, J., und K. D. Busch: Großräumige vegetationskundliche Untersuchungen zur Erfassung von Veränderungen der Ackerunkrautvegetation. Arch. Natursch. Landschaftsforsch. 25 (1985) 237–246.
- Pulcher-Häussling, M., und K. Hurlle: Einfluß der N-Düngung auf die Konkurrenz zwischen Unkräutern und Winterweizen. Proc. EWRS Symp. Economic Weed Control (1986) 137–144.
- Roder, W., H. Eggert und A. Kalmus: Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen zur Beurteilung der Beziehungen zwischen Zählwert und Schätzwert bei Mischverunkrautungen im Getreide. Arch. Phytopathol. Pflanzensch. 21 (1985) 61–71.
- Svensson, R., und M. Wigren: Competition, nutrient and herbicide experiments illustrating the decline of some weeds. Svensk. Bot. Tidskr. 76 (1982) 241–258.
- Vieheweger, G.: Untersuchungen des Einflusses unterschiedlicher Stickstoffgaben auf die Struktur und Dynamik von Agro-Phytozönosen am Beispiel des Modells Etzdorf unter besonderer Berücksichtigung von *Stellaria media* (L.) CYR. als Konkurrenzpartner in Wintergetreide. Dipl.-Arb. Halle Mskr. (1984) 85 S.

Wahmhoff, W., und R. Heitefuß: Der Einfluß der Berücksichtigung von Schadensschwellen für Unkräuter in Wintergerste auf Kornertrag, Qualität des Erntegutes, Erntetechnik und Wirtschaftlichkeit der Unkrautbekämpfung. Z. Pflanzenkrankh. Pfl.schutz Sonderh. X (1984) 137-148.

Doz. Dr. Ernst-Gerhard Mahn
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
Sektion Biowissenschaften
Wissenschaftsbereich Geobotanik
und Botanischer Garten
Neuwerk 21
Halle (Saale)
DDR - 4020