

NORDDEUTSCHE NATURSCHUTZAKADEMIE

NNA

Berichte

3. Jahrgang/Heft 2, 1990



Bodenorganismen und Bodenschutz
Flächenstilllegung und Extensivierung
in der Landwirtschaft



NORDDEUTSCHE NATURSCHUTZAKADEMIE

NNA

Berichte

3. Jahrgang/Heft 2, 1990

Bodenorganismen und Bodenschutz
Flächenstillegung und Extensivierung
in der Landwirtschaft

Seminare: 3.5.1989 und 15.–16.11.1989
an der NNA

NNA-Berichte – 3/2, 1990 –

Herausgeber:
Norddeutsche Naturschutzakademie
Hof Möhr
3043 Schneverdingen
Telefon: 051 99/318 + 319



NNABer.	3. Jg.	H. 2	56 S.	Schneverdingen 1990	ISSN: 0935-1450
Bodenorganismen und Bodenschutz Flächenstilllegung und Extensivierung in der Landwirtschaft					

Herausgeber und Bezug:
Norddeutsche Naturschutzakademie
Direktor Prof. Dr.G. Vauk
Hof Möhr, D-3043 Schneverdingen,
Telefon: 051 99/318 und 319
Telefax: 051 99/432

1. Auflage (1990), 1.–1200.

Schutzgebühr: 10,– DM zuzüglich Versandpauschale

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die jeweiligen Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Schriftleitung:
Dr. Erika Vauk-Hentzelt
Norddeutsche Naturschutzakademie

Titelfoto: Bisher intensiv genutzte Ackerflächen werden im Rahmen des Extensivierungsprogramms des Landes Schleswig-Holstein aus der Bewirtschaftung genommen (Ockholm – Nordfriesland) (Foto: Archiv NNA)

Inhalt

Bodenorganismen und Bodenschutz

M. Joschko: Bodenorganismen und Bodenschutz	54
Anmerkung der Schriftleitung: Förderpreis »Forschung für Naturschutz«	54
O. Graff: Humuswirtschaft	55
A. Vorbach: Der Einfluß der Düngung auf den Mineralbestand des Bodens	57
O. Kalberlah: Tiere im Boden und ihre Bedeutung – Aspekte bodenbiologischer Zusammenhänge –	59
M. Joschko: Bodentiere und Bodenphysik	65
W. Söchtig: Auswirkungen landwirtschaftlicher Bearbeitungsverfahren auf die Meso- und Makrofauna des Bodens	69
H. Kula: Pflanzenschutz und Bodenorganismen	72
S. Stölzer: Bodenbewirtschaftung und Bodenmikroflora	75
O. Larink/ B. Lübben/ B. Glockemann/ S. Prescher: Klärschlamm, Schwermetalle und Bodentiere	77

Flächenstilllegung und Extensivierung in der Landwirtschaft

R. Strohschneider: Extensivierung und Flächenstilllegung in der Landwirtschaft – Beiträge für den Natur- und Umweltschutz?	81
H. Trichterborn: Extensivierung und Flächenstilllegung in Niedersachsen	82
W. Bosse: Flächenstilllegung und Extensivierung aus der Sicht des Niedersächsischen Landvolkverbandes	84
T. Forche/ M. Dambroth/ C. Sommer: Praxisrelevante Zwischenergebnisse der Begleitforschung zum Grünbracheprogramm bzw. zur Flächenstilllegung in Niedersachsen	87
J. Schwaar: Grünlandbrachen im nordwestdeutschen Flachland; Ergebnisse langjähriger vegetationskundlicher Untersuchungen	92
G. Krause: Anlage und Pflege von Gewässerrandstreifen in Niedersachsen	97
F. Ziesemer: Extensivierungs- und Stilllegungsprogramme in Schleswig-Holstein: Art, Umfang, erste Bilanzen	100

Buchbesprechungen	105
-------------------	-----

In eigener Sache	105
------------------	-----

Bodenorganismen und Bodenschutz

Von Monika Joschko

Der Boden verdient unsere besondere Aufmerksamkeit: Er bringt unsere Nahrungspflanzen hervor, wirkt als Filter und Wasserspeicher. Er ist Lebensraum für eine vielgestaltige Organismengemeinschaft, die im Zusammenwirken mit den anorganischen Bestandteilen des Bodens seine verschiedenen Funktionen ermöglicht. Jeder Eingriff in diese Lebensgemeinschaft führt zu Veränderungen in deren Struktur und kann die Bodenfunktionen beeinträchtigen.

Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung sind in besonderem Maße dem Eingriff des Menschen ausgesetzt. In den vergangenen Jahrzehnten wurde der Boden häufig einseitig als Produktionsstätte betrachtet und behandelt. Nachdem die negativen Auswirkungen, zum Beispiel auf den Wasserhaushalt und die Grundwasserqualität, immer offensichtlicher wurden, wird nun den Lebensvorgängen im Boden wieder vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt, und zwar sowohl von wissenschaftlicher als auch von praktischer Seite. Für den Prakti-



ker können Untersuchungen von Bedeutung sein, die den Einfluß bestimmter Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Lebensgemeinschaft des Bodens beziehungsweise ihre Wirkungsweise zum Thema haben.

In diesem Seminar, das von Mitgliedern der »Braunschweiger Arbeitsgruppe Boden e.V.« in Zusammenarbeit mit der Norddeutschen Naturschutzakademie gestaltet wird, stehen diejenigen Bodenorganismen im Vordergrund, die natürlicherweise in einem gesunden Boden vorkommen sollten. Schwerpunkt der Beiträge sind daher die Auswirkungen verschiedener landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Bodentiere und Mikroorganismen. Außerdem werden die Leistungen der Organismen im Hinblick auf physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens angesprochen sowie das Wesen der Düngung erläutert. In dem Beitrag von Prof. Dr. OTTO GRAFF wird die Humuswirtschaft als Grundlage für eine »naturgemäße Landwirtschaft« beschrieben. Aber auch die anderen Vorträge wollen als Beitrag zum »Bodenschutz« verstanden werden. Denn das Wissen um die Auswirkungen menschlicher Verfahrensweisen ist die Voraussetzung für alle Schutzbemühungen.

Anmerkung der Schriftleitung:

Förderpreis »Forschung für Naturschutz«

Frau Dr. MONIKA JOSCHKO war Preisträgerin 1988. Sie promovierte an der Universität Braunschweig mit der Arbeit »Einfluß von Regenwürmern (Lumbricidae) auf verdichteten Boden – Modellversuche« und hat bei der Erforschung der Regenwurmfaua der Insel Helgoland mitgewirkt.

Der Förderpreis »Forschung für Naturschutz«, wurde erstmalig 1988 von Dr. GOTTFRIED VAUK und Dr. ERIKA VAUK-HENTZELT anlässlich des 1. Adventskolloquiums der NNA gestiftet. Er soll ein Beitrag sein, die noch relativ kleine Rolle der Wissenschaft im Naturschutz zu stärken. Ihre Notwendigkeit ist längst erkannt, es bestehen noch Unsicherheiten, wohin der Weg gehen soll. Gerade junge Naturwissenschaftler, die sich am Anfang ihrer Laufbahn befinden und sich der Naturschutz-Forschung gewidmet haben, brauchen Hilfe, Bestätigung und die Überzeugung, daß ihre

Arbeiten nicht in den Regalen der Universitätsbibliotheken verstauben.

Der Förderpreis soll an junge Wissenschaftler vergeben werden, die sich am Beginn ihres Berufslebens befinden. Die Fertigstellung der Staatsexamens-, Diplom- oder Doktorarbeit soll nicht länger als ein Jahr zurückliegen, und das Thema muß für die Belange des Naturschutzes von Bedeutung sein. Nach Möglichkeit soll die Arbeit im Zusammenwirken mit der NNA und/oder der Vogelwarte Helgoland und/oder dem Institut für Naturschutz- und Umweltforschung des »Verein Jordstrand zum Schutz der Seevögel und der Natur« (INUF) erarbeitet worden sein.

Die Preisträgerin erhielt die Möglichkeit, an der NNA ein Seminar zu ihrem Themenbereich zu gestalten und dieses in den vorliegenden NNA-Berichten zu veröffentlichen.

Humuswirtschaft

Von Otto Graff

Der Begriff Humus galt lange Zeit als gleichbedeutend mit Mutterboden. Oft wird das Wort auch heute noch in diesem Sinne verwendet. Für die Wissenschaft ist »Humus« kein einheitlicher Stoff, sondern ein kompliziert zusammengesetztes Stoffgemisch. Einig ist man sich über seine Herkunft aus den abgestorbenen Teilen der Vegetation (Blätter, Blütenreste, Stiele, Äste, Holz und Wurzeln) und Produkten der Tierwelt (Kot, Harn, tote Körper).

Von den genannten Stoffen leben die Fäulniserreger und -zehrer (Saprobionten). Sie verbrauchen die leicht abbaubaren organischen Anteile oder wandeln sie um, schwer angreifbare Bestandteile bleiben länger erhalten.

Der Bodenkundler W. KUBIENA (1897–1970) definierte Humus folgendermaßen: »Humus ist im Gegensatz zur organischen Substanz die Gesamtheit jener organischen Stoffe des Bodens, die sich unter den in ihm herrschenden Zersetzungsbedingungen als schwer zersetzbar erwiesen haben und darum in charakteristischer Weise zur Anhäufung gelangt sind.«

Es kommt also auf die Zersetzungsbedingungen an, die von Boden zu Boden verschieden sein können, und auf die charakteristische Weise der Anhäufung.

Zu den Zersetzungsbedingungen gehören:

a. Eigenschaften des organischen Ausgangsmaterials,
z. B. Gehalt an Lignin, an Säuren, an Stickstoffverbindungen, an Mineralien, an Aromastoffen, an Biostatika. Alle wirken auf die Abbauorganismen, locken sie an oder halten sie fern.

b. Das Klima, ebenso wie der kurzzeitige Witterungsverlauf.

Z. B. fördert maritimes, gemäßigttes Klima die meisten Abbauorganismen, während besonders trockene Sommer oder kalte Winter den Abbau unterbrechen oder verzögern.

c. Bodeneigenschaften:

Grob- oder Feinkörnigkeit, Luft- und Wasserführung, Nähe zum Grundwasser, hoher oder niedriger pH-Wert, Neigungswinkel des Geländes sind besonders wichtig.

So wird ein im Herbst herabgefallenes Blatt, wenn es von Nebel oder Regen befeuchtet ist, von Pilzen und Bakterien befallen, Kleintiere verzehren die Pilzhyphen und Bakterienrasen, andere gehen das Blatt direkt an, indem sie die nährstoffreicheren Gewebeteile herausfressen. Ihre Losung ist bereits dunkel gefärbt, wie das Endprodukt, der Humus. Als schwer zersetzlich hat sich von den organischen Ausgangsstoffen insbesondere das Lignin erwiesen.

So gibt es also am und im Boden organische Reste in verschiedenem Zersetzungsstadium vom ganz frischem Bestan-

desabfall bis zur amorphen, dunkelgefärbten organischen Substanz, dem eigentlichen Humus.

Auf terrestrischen Standorten kennt man drei Hauptformen des Humus: *Rohhumus*, *Moder* und *Mull*, die besonders gut in Waldstandorten zu unterscheiden sind:

Bei der Bildung von *Rohhumus* kommen ungünstige Eigenschaften des Pflanzenabfalls zusammen mit solchen des Bodens. In Mitteleuropa finden wir diese Humusform auf basenarmen Böden unter Koniferen, auch unter Buche, das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis (C:N) ist mit 30 bis 40 recht ungünstig. Bodentiere sind im Rohhumus selten, Pilzmyzelien tragen zur weiteren Versauerung bei.

Beim *Moder* finden wir eine stärkere Besiedlung mit Kleininsekten und Milben. Er bildet sich zwar ebenfalls auf nährstoffarmer Unterlage, doch ist sein C:N-Verhältnis enger als beim Rohhumus, es liegt etwa bei 20. Die Bodenkundler unterscheiden verschiedene Unterformen des Moders, die uns hier nicht beschäftigen sollen.

Beim *Mull* können wir nur für kurze Zeit im Herbst die Ausgangsstoffe unterscheiden. Sie werden alsbald von den Bodentieren verzehrt und in den Mineralboden eingearbeitet. Bis zum nächsten Laubfall sind sie von der Oberfläche verschwunden. Regenwürmer sind die dominierenden Tiere im Mullboden. Sie fressen stets größere oder kleinere Mengen Boden mit. Die organischen Verbindungen bilden sodann mit den Mineralien im Regenwurmdarm enge physikalische Mischungen. Soweit Tonmineralien vorhanden sind, kommt es zu den sog. Ton-Humus-Verbindungen. Die Mull-

böden haben ein für das Pflanzenwachstum günstiges Gefüge und eine hohe Krümelstabilität, sie haben einen allgemein hohen Gehalt an verfügbaren Pflanzennährstoffen und eine neutrale bis schwach alkalische Reaktion bei einem C:N-Wert von 10 bis 15.

Alle diese Unterscheidungen waren den Bauern bis in die Neuzeit hinein ganz unbekannt. Wenn der Begriff Humus überhaupt auftauchte, dann in Zusammenhang mit Bodenfruchtbarkeit.

Wozu nun eigentlich der Humus für den Boden von Nutzen ist, kann an dieser Stelle nur in groben Zügen und unvollkommen gesagt werden. Ganz allgemein verbessert der Humus physikalische, chemische und biologische Eigenschaften des Bodens.

Er besitzt ein starkes Quellungsvermögen, daher kann er Wasser speichern und die wasserhaltende Kraft des Bodens erhöhen. Bei längerem Ausbleiben von Niederschlägen wird eine Verkrustung der Krume verhindert, doch sind die Mineralkörnchen des Bodens durch kolloidal verteilten Humus aneinander befestigt.

So wird eine sehr schädliche Erscheinung des Humusmangels verhindert: die Erosion durch Wind und Wasser.

Beim Chemismus des Bodens ist vor allem die Austauschkapazität der Humusstoffe hervorzuheben. Kationen und Anionen der Pflanzennährstoffe sind adsorptiv gebunden, vor Auswaschung bewahrt und werden von den Pflanzenwurzeln nach Bedarf entnommen. Dies ist besonders für die Mineraldüngung wichtig, weil sie oft in Gaben angewandt wird, die nicht sofort von den Pflanzen verwertet werden können.



Blick über die Schulter des Autors – Untersuchung der Regenwurmfauna (Foto: U. Muuß).

Die biologische Bedeutung liegt darin, daß durch die genannten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Boden als Lebensraum für Mikroflora und Bodenfauna erweitert wird. Diese machen gemeinsam durch biochemische Umsetzungen Pflanzennährstoffe verfügbar, andererseits erhöhen sie durch Grabtätigkeit und Bodenumlagerung die Luft- und Wasserversorgung im Wurzelbereich der Pflanzen.

Als die ersten Ackerbauern in Europa einwanderten, nahmen sie zunächst die besten Böden, meistens in den Lößlandschaften, in Kultur, nachdem sie den Wald, der darauf wuchs, verbrannt hatten. Die Nährstoffe des im Boden angesammelten Humus und der frischen Asche (wozu noch die Unkrautfreiheit der jungen Böden kam) ergaben jahrelang gute Ernten. (Die ersten europäischen Siedler in Amerika machten diese Erfahrung ebenfalls!) Wenn aber eines Tages durch die wiederholte Bearbeitung und die Einbringung der Ernten Humus und Nährstoffvorrat erschöpft waren, wurde neuer Wald gerodet und unter den Pflug genommen, die alten Äcker liegen gelassen, so lange bis unverbrauchtes, frisches Land nicht mehr verfügbar war.

Schon im Altertum waren Karthager, Griechen und Römer an die Grenzen der Neulandgewinnung durch Roden gestoßen. Ihre Bauern entdeckten die Bedeutung des Haustiermistes – einerseits als Nährstoffspender, andererseits als Humuslieferant.

Wir wissen heute, daß sich der gleiche Lernprozeß in Ostasien abspielte und daß z. B. die Chinesen durch aufmerksames Beobachten des Bodens und Ersatz der verbrauchten Nährstoffe und des Humus die Fruchtbarkeit ihrer Felder durch drei Jahrtausende erhalten haben.

In den meisten Ländern Europas stammten die jahrhundertlang geübten Verfahren der Gewinnung, Aufbereitung und Anwendung organischer Düngemittel aus den Kenntnissen der Antike. Sie wurden im römischen Weltreich durch zahlreiche Schriftsteller, im Mittelalter durch die Landwirtschaft treibenden Mönchsorden verbreitet. So lernten unsere Bauern den wirtschaftlichen, d. h. ökonomisch richtigen Umgang mit dem Haustiermist beim Pflanzenbau. Dies führte zunächst zur empirischen Humuswirtschaft.

Erst im 15. Jahrhundert gab es – von Italien ausgehend – wieder ein neues landwirtschaftliches Schrifttum, die sog. Hausväterliteratur, die noch stark auf den antiken Vorbildern basierte. Während in katholischen Gegenden die Klostersgüter führend waren in der Bewahrung der alten Kenntnisse, so haben nach der Reformation die protestantischen Geistlichen die Funktion der landwirtschaftlichen Berater übernommen. Sie allein waren auf dem Lande des Lesens kundig, und zudem gehörte zu ihrer Pfarre meistens eine Hufe, die sie selber bewirtschaften mußten.

Mit dem Aufkommen der von den Landesherren geförderten landwirtschaftlichen Lehranstalten zu Beginn des vorigen Jahrhunderts entwickelte sich aus der Düngerlehre, die die richtige Anwendung der wirtschaftseigenen Düngemittel umfaßte, allmählich die wissenschaftliche Betrachtung einerseits der Pflanzenernährung, andererseits des Bodens. Carl Sprengel (1787–1859) und Justus von Liebig (1803–1873) werden als die Begründer der Mineralstofftheorie in der Pflanzenernährung angesehen. Obwohl beide die Bedeutung des Haustiermistes für die Humusversorgung wohl erkannt und stets betont hatten, entwickelte sich doch bald eine allgemeine Vernachlässigung der organischen Düngemittel zugunsten der einfacher und arbeitssparender anzuwendenden Handelsdünger. Das infolge der Industrialisierung im letzten Jahrhundert rasche Bevölkerungswachstum hatte höhere Nachfrage nach Agrarprodukten zur Folge. Eine intensivere Bewirtschaftung war die Folge, die hauptsächlich auf immer mehr steigender Mineraldüngeranwendung beruhte. Aufmerksame Beobachter stellten ein Nachlassen der »alten Kraft« des Bodens fest. Diese ging einher mit rascherem Humusabbau!

Humus ist zwar, wie eingangs dargelegt, schwer zersetzlich und kann zur Anhäufung gelangen, aber unzerstörbar ist er nicht. Immer wird ein Teil von den Bodenmikroorganismen abgebaut. Der größte Feind des Humus ist die Bodenbearbeitung: Je häufiger und tiefer diese erfolgt, um so weniger kann der Humusaufbau dem Abbau folgen.

Zwar war infolge höherer Viehhaltung auch der Stallmistanfall gestiegen, aber nach wie vor konnten die ausgeweiteten Ackerflächen nur alle drei bis vier Jahre damit abgedüngt werden. Mechanische Düngestreuer gab es ja noch nicht, die kleinere Mengen verteilen können, als es im Handbetrieb möglich ist. Als zusätzliche Quelle für bessere Versorgung mit organischer Masse wurde der Leguminosenbau eingeführt, der schließlich in die Gründüngung einmündete. Man glaubte so, durch Mineral- und Gründüngung die Nährstoffversorgung im Griff zu haben. Der Stallmist schien als Dünger nicht mehr erforderlich zu sein und wurde vielerorts vernachlässigt.

Im ersten und zweiten Weltkrieg, in der Zwischenzeit, besonders aber nach 1945 wurde es klar, daß nicht nur die Nährstoffversorgung wichtig für die Ertragsleistung ist, sondern daß der Boden selbst als Standort der Kulturpflanzen bestimmte chemische und physikalische Eigenschaften aufweisen muß, die der Pflege bedürfen.

Was viele Praktiker wußten oder ahnten, daß es für die Ertragsbildung sehr wesentlich auf den Humusgehalt ankommt, wurde vielerorts schmerzlich erfahren. In dieser Lage wurde die wissenschaftliche Humuswirtschaft geboren.

Es ist nicht so, daß es nicht schon früher genügend wissenschaftliche Arbeiten

über diese Thematik gegeben hätte, so hat z. B. schon Theodor Roemer (1883–1951) in Halle, der Begründer des Versuches über den »Ewigen Roggenbau«, ausdrücklich »Humuswirtschaft« empfohlen.

Aber erst im Jahre 1947 kam man in Westdeutschland (dem damaligen »Bizonesien«) auf die Idee, ein wissenschaftliches »Institut für Humuswirtschaft« zu begründen, nämlich bei der neuerrichteten Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode. Es war rund um die Welt das erste Institut mit diesem ganz speziellen Forschungsauftrag. Als Direktor wurde Dr. Walter Sauerlandt (1899–1983) bestellt, dessen bisherige Arbeiten über die organischen Stoffe im landwirtschaftlich genutzten Boden damit anerkannt und belohnt wurden.

Die Zeit Ende der 40er-, Anfang der 50er Jahre war in Deutschland geprägt von großer materieller Armut, auch von ungestümem Arbeitswillen aller, die das vorherige Desaster überlebt hatten. Die FAL hatte damals die Aufgabe, möglichst rasch der Landwirtschaft zu helfen, oder anders gesagt, solche Forschungen zu unternehmen, die der praktische Landwirt bei seiner Arbeit unmittelbar verwerten konnte.

Das Institut für Humuswirtschaft betrieb Feldversuche auf 12,5 ha Versuchsfläche, daneben eine Reihe auswärtiger Versuche und Erhebungen in Westfalen, in der Heide und in der näheren Umgebung von Braunschweig, jeweils in praktischen Betrieben.

Prof. Sauerlandt und seine Mitarbeiter hielten Vorträge vor bäuerlichen Vereinigungen und Versuchsringen, diese wiederum kamen zu zahlreichen Gesprächen und Besichtigungen in das genannte Institut, besonders zur Vegetationszeit. Sauerlandt stellte fest, daß insbesondere kompostierter Stallmist, der zwar während der Rotte eine Volumenminderung durch Zersetzung der leichter abbaubaren organischen Stoffe erlitten hatte, hervorragend geeignet war, den Humusgehalt im Ackerboden zu erhöhen.

Als die Spezialisierung der landwirtschaftlichen Betriebe in einerseits viehhaltende, andererseits reine Ackerbaubetriebe einsetzte, war die Humusversorgung der Böden erneut in Gefahr, vernachlässigt zu werden. Damals wurden die ersten Müllkompostwerke in Westdeutschland gegründet. Der Gedanke, organische Abfälle aus den städtischen Haushaltungen zu kompostieren und damit die sich auftuende Humuslücke zu schließen, war bestechend. Leider bekam man das Schadstoff-Problem nicht in den Griff.

Die Viehbetriebe vernachlässigten den Stallmist, für den sie keine Verwendung hatten. Die bald einsetzende Schwemmentmischung schuf mit der gewonnenen Gülle ein neues Problem. Der Düngewert der Gülle ist im allgemeinen hoch, die Humuswirkung meist zufriedenstellend, aber die Belastung der Umwelt, insbesondere des Grundwassers und damit unserer Trinkwasserreserven, brachte sie in Verruf.

Der Übergang zur Güllewirtschaft barg ein weiteres Problem in sich: Stroh, das mit ca. 20 % Ligningehalt den wichtigsten Humusausgangsstoff liefert, wurde nicht mehr benötigt. Wer heute über Land fährt, sieht allenthalben die riesigen Strohhallen herumliegen, die in der Regel langsam vermodern. Zeitweise wurde versucht, das Stroh nach dem Mähdrusch gleich auf dem Feld gleichmäßig verteilt liegenzulassen. Die direkte Anwendung des Strohs zum Boden, oft fälschlich als Strohdüngung bezeichnet (Stroh allein hat keinen Düngewert), hätte zwar bei sachgemäßer Anwendung den Humusschwund verlangsamten können, doch war auch dies Ver-

fahren zu arbeitsaufwendig und damit für viele Betriebe auf die Dauer zu teuer.

1970 hat das Sauerlandt'sche Institut, inzwischen unter anderer Leitung, die humuswirtschaftliche Forschung ganz aufgegeben, man hielt ein solches Spezialinstitut nicht mehr für zeitgemäß.

Heute, zwanzig Jahre später, sind in der Landwirtschaft Fragen aktuell, die direkt mit den Folgen der Mechanisierung und indirekt mit der vernachlässigten Humuswirtschaft zu tun haben. Die Böden werden durch die schweren landwirtschaftlichen Maschinen verdichtet. Man hat den guten alten Regenwurm wiederentdeckt,

der verdichtete Böden durchbricht und durch seine Röhren Ober- und Unterböden miteinander verbindet. Aber es gibt viel zu wenig Regenwürmer, denn ohne organische Dünger bekommen sie nicht mehr genügend zu fressen. Auch die »Kuh im Acker« muß gefüttert werden, wenn sie etwas leisten soll. Und die beste Fütterung wäre eine vernünftige Anwendung von Haustiermist, zwar mit modernen Hilfsmitteln, aber gemäß uralten Erfahrungen.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. rer. nat. Otto Graff
Karl-Sprengel-Straße 10
3300 Braunschweig-Völkenrode

Der Einfluß der Düngung auf den Mineralbestand des Bodens

Von Angelika Vorbach

Unter Düngung versteht man die Zufuhr von Stoffen in der Absicht, den Pflanzenertrag nach Menge und Qualität zu steigern sowie die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens und damit seine Eignung zum Pflanzenstandort zu verbessern. Alle Stoffe, die in dieser Absicht verwendet werden, nennt man Düngemittel. Die Zufuhr dieser Stoffe führt je nachdem zu einer Änderung der Pufferkraft des Bodens und bedingt dadurch oft auch eine Veränderung der im Boden enthaltenen für die Pflanzenernährung wichtigen Tonminerale. Näher betrachtet stellt der Boden und seine natürlich vorhandene Pufferkraft, das ist seine Fähigkeit, Störungen im chemischen Haushalt auszugleichen, ein sehr labiles Gleichgewicht dar, das empfindlich auf Störungen reagiert. Mögliche Ursachen und Folgen werden im folgenden Beitrag aufgezeigt.

tration wieder ungünstig auf das Pflanzenwachstum auswirken können. Auch das Aufbringen von sandigem, kalkhaltigem Material auf schwere Böden, um diese bindiger zu machen, wird praktiziert.

Damit die Pflanzen die im Boden vorhandenen Nährstoffe nutzen können, laufen verschiedene chemische Prozesse ab.

Verwitterungsvorgänge: Durch Verwitterung von Al-Silikaten, Feldspäten oder Tonmineralien kommt es zu Verwitterungsneubildungen. Es entstehen dabei auch sekundäre Tonminerale wie Kaolinit, Illit und Montmorillonit. Wegen ihres Festhaltevermögens haben die Tonminerale eine bedeutende Funktion in der Pflanzenernährung.

Kaolinit ist wegen seines schwachen Festhaltevermögens für die Pflanzenernährung von geringerem Wert.

Montmorillonit und der sorptionsstarke Glimmer sind die wichtigsten anorganischen Sorptionsträger für Wasser und Nährstoffe.

Humusstoffe zeichnen sich durch noch höhere Sorptionsfähigkeit aus.

Glimmer haben als K-Quelle eine Bedeutung.

Einige Vergleichswerte:

T = mval	(Milliäquivalent/100 g Substanz)
Kaolinit	T = 10 mval
Glimmer	T = 20–50 mval
Montmorillonit	T = 100–120 mval
Humusstoffe	T = 500 mval

Sehr wichtig für die Fruchtbarkeit des Bodens ist die Fähigkeit des mit Ca-gesättigten Montmorillonits, mit den organischen Sorptionsträgern stabile Tonhumuskomplexe zu bilden. Sein Vorhandensein ist daher für die Humusanreicherung von ent-

scheidender Bedeutung. Mit jeder Ernte werden dem Ackerboden beträchtliche Nährstoffmengen entzogen, von denen nur ein Teil über den Stallmist oder sonstige organische Dünger in den Acker zurückgelangt.

Künstliche Dünger

Die Verarmung an Kalk wird durch das Düngen mit kalklösenden Salzen wie Natriumalpeter oder Ammoniumsulfat verstärkt. Künstliche Bewässerung insbesondere mit Abwasser (NaCl) erhöht die Auswaschverluste. Starke Düngung mit leicht zersetzlichen organischen Stoffen (Nährhumus), z. B. das Einpflügen einer üppigen Gründüngung, fördern die Mikroorganismenaktivität und damit die Kohlendioxidbildung so stark, daß erhebliche Kalkmengen gelöst und ausgewaschen werden können.

Diese verschiedenen Vorgänge der Entbasung führen zum Ersatz der Basen durch H-Ionen und bedingen eine mehr oder weniger starke Versauerung des Bodens. Solange der Boden genügend Kalk enthält, vermag er dem Angriff aller Säuren standzuhalten. Erst bei fortschreitender Entbasung macht sich die zerstörende Tätigkeit der H-Ionen stärker bemerkbar. Zur Gesunderhaltung des Bodens ist daher eine ständige Düngung mit kalkhaltigen Düngemitteln unbedingt erforderlich.

Überall wo Austauschacidität auftritt, ist das Wachstum der Pflanzen bzw. Mikroorganismen gefährdet. Insbesondere hemmen die in die Bodenlösung eintretenden Al-Ionen die Entwicklung der Kulturpflanzen. Das hat den Wuchs säurevertragender Unkräuter wie Ackerknäul oder Acker-spörgel zur Folge.

Organische Dünger, Stallmist

Durch die Zufuhr von Humusstoffen erhöhen wir die Pufferkraft des Bodens. Dies ist für leichte Böden von großer Bedeutung. Humose milde Lehme gelten als ertragfähigste Böden. Bei Böden mit ungünstigerer Textur versucht man daher durch Meliorationsmaßnahmen das Korngrößenverhältnis günstiger zu gestalten. Die Düngung mit Humusstoffen (Stallmist, Kompost, Gründüngung usw.) sucht die Sandböden mit organischen feinsten Teilen anzureichern und dadurch bindiger zu machen. Auf schweren Böden soll durch Humusdüngung eine Lockerung erzielt werden, um bessere physikalische und biologische Eigenschaften zu erhalten. Weiterhin gibt es die Möglichkeit, Sandböden durch Zufuhr tonhaltigen Materials zu verbessern. Dazu gehört die Beschlickung von Geestböden.

Durch das Ausbringen von Schlick, Klärschlamm usw. bringen wir, wie wir wissen, auch die darin enthaltenen Schwermetalle in den Boden ein, die sich je nach Konzen-

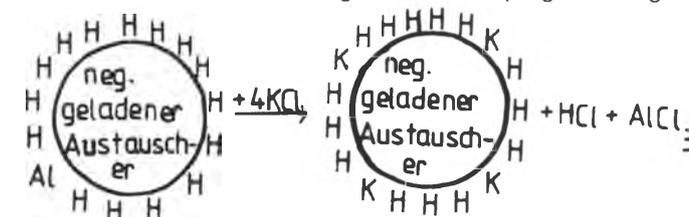


Abb. 1. Schema des Kationenumtausches.

Ist der pH über 5, erfolgt ein H-Ionenaustausch mit Neutralsalzlösung nicht mehr. Deshalb sollte die hydrolytische Acidität bestimmt werden. Es muß aber auch vor Überkalkungsschäden gewarnt werden, die Krankheiten wie die Dörrfleckenkrankheit beim Hafer und die Herz- und Trockenfäule der Rüben verursachen. Diese Schäden können wieder durch Düngung mit einem sauren Düngemittel (Ammoniumsulfat) gemindert werden oder durch Zufuhr leicht abbaufähiger organischer Stoffe. Dabei ist wichtig, daß bei der Zersetzung Kohlendioxid frei wird, das den Kalk löslich macht. Wie man sieht, herrscht im Boden ein sehr labiles chemisches Gleichgewicht.

Zum Beispiel treten auf Torfböden schon bei pH 5 Überkalkungsschäden auf. Deshalb sollten die meist sauren Hochmoore nur bis pH 4,5 gekalkt werden. Bei Kalkung ist das verschiedene Pufferungsverhalten der Böden zu berücksichtigen. Zufuhr von Pufferstoffen bedeutet Abfangen freier (H⁺)- und (OH⁻)-Ionen. Ein gut gepufferter Boden muß in der Lage sein, die im Boden auftretenden Säuren und Laugen ungeschädlich zu machen.

In den fruchtbarsten Böden, die durch eine hohe Pufferkraft ausgezeichnet sind, ist der Bodenkomplex zu rund 80 % mit Basen, vorwiegend (Ca⁺), gesättigt und zu 20 % mit (H⁻). Tonige und lehmige Böden haben ein höheres Pufferungsvermögen als die Sandböden. Die humosen Schwarzerdeböden gehören zu den bestgepufferten Böden. Eine Verbesserung der Pufferkraft der leichten Böden läßt sich durch Zufuhr von tonhaltigem Material bzw. durch Düngung mit puffernden Düngemitteln erzielen. Die Reaktion des Bodens, ob sauer, neutral oder alkalisch, ist in vielen Fällen an den Pflanzengemeinschaften (Pflanzensoziologie) zu erkennen.

Für die weiteren Vorgänge ist der Aufbau der Tonminerale von Bedeutung. Die Tonminerale unterteilen sich in Zweischichttonminerale und Dreischichttonminerale. Diese unterscheiden sich wieder in ihrer Kationen-Austausch-Kapazität (KAK). An der Höhe der KAK kann man vorherrschende Tonminerale im Boden erkennen. Böden mit weniger als 40 mval/100 g Ton lassen auf vorwiegend Zweischichttonminerale und damit ungünstige Nährstoff- und Gefügedynamik schließen. Bessere Mineralböden mit einer KAK über 40 mval/100 g Ton enthalten mehr Dreischichttonminerale. Werte über 70 mval/100 g Ton sind für mitteleuropäische Böden unwahrscheinlich. Die KAK von Moorböden richtet sich nach dem Zersetzungsgrad.

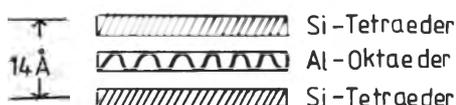


Abb. 2. Aufbau eines Dreischichttonminerals.

Durch isomorphen Ersatz der Zentralionen (Si⁴⁺), (Al³⁺) durch niederwertigere Kationen wie (Fe³⁺), (Mg²⁺), (K⁺) usw. entsteht ein negativer Ladungsüberschuß.

Die relative Zu- und Abnahme der KAK mit pH-Änderung der Austauschlösung sind für die organischen Bodenaustauscher stärker als für die anorganischen. Bei stärkerer Versauerung – das bedeutet ein Auftreten von Al-Ionen in der Bodenlösung – kann in den Zwischenschichträumen neben Ca, Mg etc. auch Al eintreten, das sich im Zwischenschichtraum mit H, O-Molekülen umgibt und so eine Hydrathülle bildet. Im Laufe der Zeit fällt dieses als unlösliches Aluminium-Oxid-Hydrat aus und geht in Gibbsit über. Dieses Aluminiumhydroxid »blockiert« den Zwischenschichtraum. Die Tonminerale sind jetzt nicht mehr in der Lage, andere Kationen einzubauen, und verlieren damit die Eigenschaft der Quellbarkeit. Aluminiumhydroxid kann sowohl in Montmorillonit als auch in Vermiculit eingebaut werden. Der Basisabstand beider Mineralarten wird jetzt auf 14 Å fixiert.

Der Boden als Puffersystem

Eine Versauerung wird durch ein ständiges Angebot an Protonen bewirkt. Quellen dafür sind:

1. Düngung
2. Niederschläge aus der Atmosphäre, die kohlendioxid-, schwefeloxid und stickoxidhaltig sind.
3. Organische Säuren
4. Fulvosäuren, Huminsäuren
5. Kohlendioxid, Rhizosphäre. Vom Durchwurzelungsgrad des Bodens hängt es ab, ob Basen aus dem Untergrund an die Oberfläche gepumpt werden. Unter tiefwurzelndem Buchenwald ist der Versauerungsprozeß auf kalkhaltigem Unterboden gebremst. Wenn nach der Buche die flachwurzelnde Fichte angepflanzt wird, beginnt unter deren saurem Bestandsabfall die Podsolierung.
6. Edaphon: Kohlendioxid und organische Säuren.
7. Mineralkomponenten wie Eisensulfid

Der Boden hat nun die Möglichkeit, durch verschiedene Puffersysteme die H-Ionen abzufangen.

1. Freier Kalk ist vorhanden.
Es kommt zur Bildung von Calciumhydrogencarbonat. Dieses ternäre Puffersystem aus Kalk, Wasser und Kohlendioxid wirkt im pH-Bereich 8–6,8.

2. Kein freier Kalk ist vorhanden.
Das Austauschpuffersystem tritt in Aktion. Bei diesem System werden die Erdalkali- und Alkalikationen am Austauscher zunehmend durch (H⁺)-Ionen aus der Lösung ersetzt. So sind z. B. bei pH 7 noch 100 % der Austauschpositionen mit Erdalkali- und Alkalikationen besetzt. Bei pH 6 sind schon 10 % der Positionen durch H-Ionen ersetzt. Dieses System puffert zwischen pH 6,8 und 4,5. Böden mit hohem Kalkgehalt oder hoher Austauschkapazität leisten auf Grund der hohen Pufferkapazität der Versauerung lange Widerstand.

3. Bei pH unter 4,5 setzt das Al-Puffersystem ein. Bei so niedrigen pH-Werten handelt es sich jedoch nicht mehr um rein reversible Austauschvorgänge. Es kommt zur Bildung von Al-Chloriten. Der Austauscher wird von den Protonen angegriffen und verändert. Es bilden sich Komplexe, die die entstandene negative Ladung der Tonminerale neutralisieren, an diesen festhaften und diese blockieren. Der Vorgang der Trennung ist teilweise reversibel, und nur hohe Kalkgaben können ihn teilweise beseitigen. Durch pH-Messungen wird der zur Auffüllung nötige Kalkbedarf bestimmt. Bei Sandböden mit wenig mineralischem Austauscher sollte der pH 5,5 nicht übersteigen; Moore nicht über pH 4,5, da es bei höheren pH-Werten durch erhöhte Aktivität der Mikroorganismen zu beschleunigtem Abbau des Humus kommt, der der wichtigste Austauscher der Böden ist. Die Haftfestigkeit eines Kations wird unter den spezifischen Eigenschaften der Austauscher von folgenden ionenspezifischen Faktoren bestimmt:

Wertigkeit des Kations
Hydratation des Kations
Konzentration der Kationen
Konzentration begleitender Ionen

Erst ab einem pH unter 3,5 ist das Wachstum der Kulturpflanzen durch (H⁺)-Überangebot beeinträchtigt. Sofern der Boden gut gepuffert ist, kann der relativ geringe Ca-Bedarf der Kulturpflanzen meist gedeckt werden. So ist auf gut gepuffertem Moorboden das gute Wachstum der Kulturpflanzen um pH 4 zu erklären. Mineralböden müssen dagegen wegen der Al-Toxizität möglichst einen pH über 4,5 aufweisen.

Die Mineraldüngung wird bei den Hauptnährstoffen N, P, K den Bodengehalten und dem Entzug angepaßt. Die Kalkversorgung wird aber häufig vernachlässigt. Das gilt vor allem bei Verwendung ballastarmer, hochprozentiger meist physiologisch saurer Mineraldünger. Man kann die alkalische oder saure Wirkung eines Mineraldüngers vorausberechnen. Dazu werden den Kationen und Anionen äquivalente CaO-Mengen gegenübergestellt.

Für den Landwirt stellt eine genaue Bestimmung des im Boden herrschenden chemischen Gleichgewichts einen nicht zu vernachlässigenden wirtschaftlichen Aspekt dar. Durch eine genaue Berechnung kann Dünger gespart werden und für die Pflanzen durch Einsatz der richtigen im Boden benötigten Stoffe optimale Wachstumsbedingungen geschaffen werden, die sich im Ertrag widerspiegeln.

Zusammenfassung

Durch Ausbringen von Humusstoffen wird die Pufferkraft des Bodens erhöht. Eine Zufuhr tonhaltigen Materials verbessert Sandböden. Den Tonmineralien, teils im Boden vorhanden, teils als Verwitterungsneubildungen entstanden, kommt wegen

ihres Festhaltevermögens eine bedeutende Funktion in der Pflanzenernährung zu. Durch Verarmung des Bodens an Kalk tritt eine Versauerung ein. Diese bewirkt mit ihren in die Bodenlösung eintretenden Al-Ionen eine Hemmung des H-Ionenaustausches. Im extremen Fall führt eine Aluminiumhydroxidausfällung zu einer Blockierung der Zwischenschichträume in den Tonmineralien. Der Boden hat über verschiedene Puffersysteme die Möglichkeit, H-Ionen abzufangen. Ist freier Kalk vorhanden, kommt es zur Bildung von Cal-

ciumhydrogenkarbonat. Dieses ternäre Puffersystem aus Kalk, Wasser und Kohlendioxid wirkt im pH-Bereich 8–6,8. Ist kein freier Kalk vorhanden, tritt das Austauschpuffersystem in Aktion. Dieses System puffert zwischen pH 6,8 und 4,5. Bei pH unter 4,5 setzt das Al-Puffersystem ein. Hierbei wird der Austauscher von den Protonen angegriffen und verändert. Teilweise handelt es sich dabei um nur teilweise reversible Vorgänge. Auch die Bodenorganismen reagieren empfindlich auf plötzliche pH-Änderungen.

Verwendete Literatur

KUNTZE, H.; NIEMANN, J.; ROESCHMANN, G.; SCHWERDTFEGGER, G., 1987: Bodenkunde. 3. Aufl., Stuttgart.
 ROEMER, Th.; SCHEIBE, A.; SCHMIDT, J.; WOERMANN, E., 1952: Handbuch der Landwirtschaft I. Berlin.

Anschrift der Verfasserin

Dr. Angelika Vorbach
 Wiesenweg 1
 7817 Ihringen/Wasenweiler

Tiere im Boden und ihre Bedeutung – Aspekte bodenbiologischer Zusammenhänge –

Von Otto Kalberlah

Einleitung

In den letzten Jahren rückte der Lebensraum Boden zunehmend in den Blickpunkt öffentlichen Interesses. Nicht zuletzt die Diskussion der Bodenversauerung, ausgelöst durch saure Emissionen und die in diesem Zusammenhang zu nennenden Hiobsbotschaften sterbender Wälder, machte deutlich, wie wenig über die Vorgänge und Zusammenhänge ökologischer Abläufe im Boden bekannt ist. Problembereiche wie Bodenverdichtung, Bodenerosion, Nährstoffverlagerung und Eintrag von Schadstoffen ins Grundwasser, Auswirkungen von Pestiziden und Bodenversauerung als Folge saurer Niederschläge, sind nur einige aktuelle Forschungsschwerpunkte, die sich direkt mit den abiotisch/biotischen Abläufen im Ökosystem Boden auseinandersetzen. Neben der Erfassung chemischer und bodenphysikalischer Kenndaten werden im zunehmendem Maße auch die Bodenorganismen in diese Untersuchungen einbezogen; sei es, um deren Rolle als Bioindikatoren zu prüfen, um so Veränderungen im Ökosystem Boden schneller erkennen und damit schneller und besser reagieren zu können;

oder wenn es darum geht, die vielgestaltigen positiven Leistungen von Bodenorganismen für eine nachhaltige Sanierung degenerierter Böden und gestörter Nährstoffkreisläufe nutzen zu können.

Der Boden als Lebensraum

»Boden ist nicht einfach totes Material, das beliebig erzeugt und genutzt werden kann, das den Pflanzenwurzeln ausschließlich nur Wasser, Halt und Mineralsalze liefert. Pflanzen und Boden sind vielmehr durch eine Fülle von Wechselbeziehungen miteinander verbunden. Besonders in der dunkel gefärbten, oberen Bodenschicht, dem ... Humushorizont, kann die Dynamik der verschiedenen Umbauprozesse beobachtet und abgeschätzt werden. Dort erzeugen und erhalten auf einem Hektar durchschnittlich fünf Tonnen Bodenlebewesen den erwünschten lockeren, feuchten und krümeligen Humus. In einer Handvoll humusreicher Erde befinden sich mehr Organismen, als Menschen auf der Erde leben.« (BRUCKER 1988).

Ein natürlich gewachsener Erdboden ist also nicht nur ein Gemenge toter minerali-

scher und organischer Zerfallsprodukte, sondern ist zugleich auch Lebensraum einer vielgestaltigen Lebensgemeinschaft. Abb.1 zeigt den Anteil von Mineralsubstanz und organischer Substanz am Beispiel eines Wiesenbodens. Der organische Anteil von 7 % wird weiter aufgesplittet, so daß deutlich wird, wie groß der Anteil einzelner Organismengruppen an der Gesamtbiomasse ist. Die höheren Pflanzen durchsetzen den Boden mit ihrem Wurzelwerk, Pilze, Algen und Bakterien überziehen die Wände seines Hohlraumsystems. Mit einem Gesamtanteil von ca. 80 % lebender Biomasse sind Bakterien, Aktinomyceten, Algen und Pilze die wichtigsten Gruppen in den Prozeßabläufen im Boden. An dieser Stelle soll nicht weiter darauf eingegangen werden, da später Herr STÖLZER zu diesem Thema sprechen wird.

Meine Ausführungen beschränken sich im wesentlichen auf die Mega-, Makro- und Mesofauna des Bodens. Die von DUNGER (1964) eingeführten Bezeichnungen »Megafauna«, »Makrofauna« und »Mesofauna« sind zu Größenklassen zusammengefaßte Organismengruppen (Abb. 2).

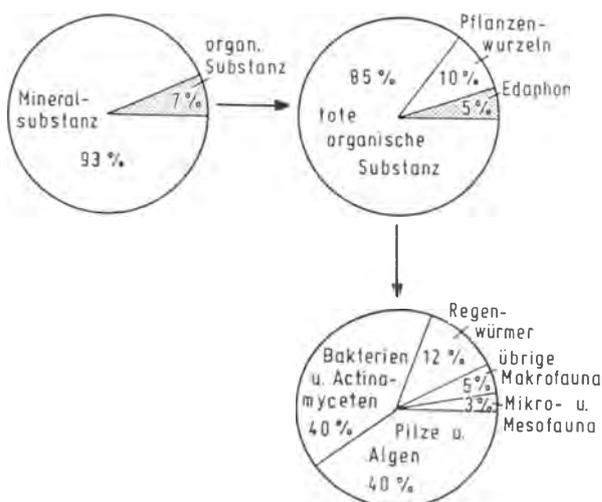


Abb. 1. Der Boden – eine Mischung aus mineralischen und organischen Komponenten (nach TISCHLER aus TOPP 1981).

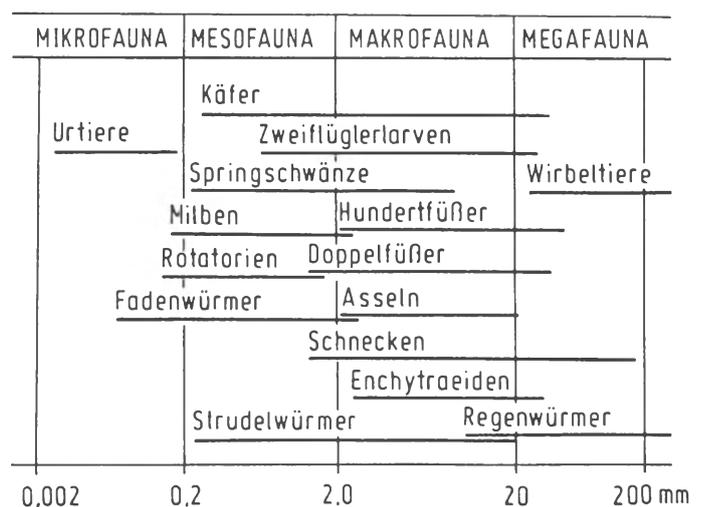


Abb. 2. Größenklassen der Bodenfauna (nach DUNGER 1964).

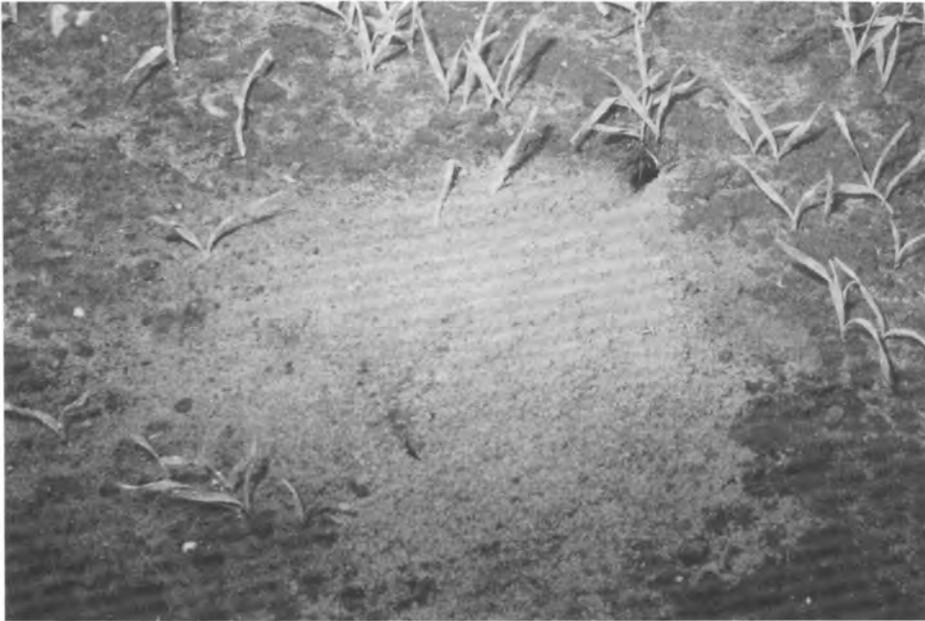


Abb. 3. Materialtransport aus Bereichen unterhalb des Pflughorizontes durch Bioturbation einer Feldmaus (alle Fotos: O. Kalberlah).



Abb. 4. Nacktschnecke.



Abb. 5. Gehäuseschnecke der Gattung Clausilidae.

Megafauna

Darunter sind die im Boden lebenden Wirbeltiere zu verstehen. Nicht immer werden Feldmaus, Schermaus, Feldhamster, Maulwurf etc. auf landwirtschaftlichen Flächen oder im Garten gern gesehen. Doch sollte nicht vergessen werden, daß es fast immer der Mensch selbst ist, der durch seine Bewirtschaftungsform die Grundlage dafür liefert, daß ein Organismus so gute Lebensbedingungen findet und es zu einer Massenentwicklung einer bestimmten Art kommt. Oft sind gerade solche Tendenzen als Störungsanzeiger für das betreffende Ökosystem zu interpretieren. Hier sei als Beispiel die sprunghafte Vermehrung der Feldmaus auf Getreideschlägen und Zuckerrübenflächen zu nennen. Neben günstigen klimatischen Witterungsbedingungen (milde Winter, trockenes Frühjahr), begünstigt durch die Monostruktur der Felder und die immer einseitiger werdende Fruchtfolge, ist eine solche – nur den »natürlichen Gegebenheiten« folgende – Populationsentwicklung in den meisten Fällen nur logische Konsequenz.

Durch ihre wühlende und grabende Tätigkeit kommt es zu Substratverlagerungen, der sog. Bioturbation. Durch Materialtransport wird auch Unterbodenmaterial aus Tiefen an die Bodenoberfläche transportiert, die kein Pflug mehr erreichen kann (Abb. 3). Diese direkte Vermischung (und indirekte Vermischung durch Einwaschung von Oberbodenmaterial durch Regen in tiefere Bodenhorizonte) ist durchaus ein wichtiger und häufig unterschätzter Faktor für die Umsetzungs- und Mineralisationsprozesse im Boden.

Makrofauna

Kurze Übersicht über die bodenbewohnenden Tiergruppen mit einer Körperlänge zwischen 2 mm – 20 mm.

Regenwürmer werden der Gruppe der Makrofauna zugeordnet, obwohl einige Arten durchaus eine Körperlänge von über 150 mm erreichen können. Auf die Regenwürmer wird später noch gesondert eingegangen.

Schnecken

Als Sekundärzersetzer fressen sowohl Nacktschnecken als auch Gehäuseschnecken abgestorbenes pflanzliches Material. Größere Formen leben oberflächenaktiv (Abb. 4) in der Streuschicht. Während sommerlicher Trockenheit sind sie aber in der Lage, sich in den Boden einzugraben, um die für sie widrigen Bedingungen zu überstehen. Kleinere Formen nutzen Spalten unter Steinen, Klüfte im Boden oder Gangsysteme anderer grabender Bodentiere (z. B. Regenwurmgänge). Als körperliche Anpassung an den Lebensraum in Spalten und Klüften sind bei den gehäusetragenden Schnecken lange, schlanke und turmartige (Abb. 5) oder sehr flache, runde Gehäuseformen (Abb. 4) anzutreffen.

Landasseln (Isopoden)

Die Gruppe der Isopoda (Abb. 6) ist ebenfalls Pflanzenfresser mit einer Präferenz zu einem etwas trockeneren Lebensraum. In trockeneren Bereichen eines Komposthaufens übernehmen Asseln die Zerkleinerungsarbeit, die unter günstigeren, höheren Feuchtigkeitsverhältnissen von Kompostwürmern geleistet werden würde. Gerade in den trockenen Sommermonaten bringen sie bis zu $0,15 \text{ kg/m}^2$ Substrat bzw. Kot (DUNGER 1983) an die Bodenoberfläche (Abb. 7).



Abb. 6. Asseln in verschiedenen Häutungsstadien und Altersklassen.

Tausendfüßer (Diplopoden)

Die bodenbiologische Bedeutung der Gruppe der Diplopoda, mit weltweit 10 000 bekannten Arten, ist neben der Zersetzung und Zerkleinerung von organischem Material in der Fähigkeit zu suchen, selbst aktiv Makroporen zu schaffen. Auch hierbei ist die Körperform ein wichtiger Faktor. Stirn und erstes Nackensegment sind bei der Gruppe der Juliden besonders kräftig entwickelt und etwas verbreitert. Beim Wühlen durch den Boden wirkt diese morphologische Besonderheit wie ein »Rammbock«. Durch die günstigen Hebelverhältnisse der vielen kurzen Beinpaare kann so eine große Kraftübertragung erfolgen (Bulldozer-Prinzip). Das außerordentlich stabile Exoskelett (Abb. 8) der Diplopoden erfüllt mehrere Funktionen:

1. Stabilität und Schutz beim Durchwühlen des Bodens,
2. Schutz vor Austrocknung und
3. Schutz vor Feinden.



Abb. 7. Fraßspuren und Asselkot.

Hundertfüßer (Chilopoden)

Durch ihre langgestreckte, flache Körpergestalt sind die räuberisch lebenden Chilopoden hervorragend an ein Leben im Lücken- und Hohlraumssystem des Bodens angepaßt. Sie dringen in Regenwurmrohren ein und finden unter Steinen und der Streu ihre Beutetiere. Da die meisten Arten der Hundertfüßer keine transpi-



Abb. 8. Eingerollter Diplopode – Schutz vor Feinden und Wasserverlust.



Abb. 9. Hundertfüßer (*Lithobius forficatus*)

rationshemmenden Mechanismen besitzen, vertragen sie nur kurzzeitige Austrocknung. Die Verbreitung der wohl häufigsten Art, der Steinläufer (*Lithobius forficatus*, Abb. 9), ist deshalb am häufigsten in Biotopen zu finden, die durch eine Streuauflage oder Bodenbedeckung anderer Art (Steine = Nadel!) einen gewissen Verdunstungsschutz aufweisen. Relative Luftfeuchtigkeit um 85 % kann nur kurze Zeit überstanden werden. Eine hohe Austrocknung von 50 % der Körperflüssigkeit führt bei *Lithobius* zu einer Trockenstarre. Aus der Gruppe der Geophilomorphen ist *Geophilus electricus* (Abb. 10) etwas besser an trockenere Bedingungen angepaßt. Die Art ist deshalb auch noch in Gärten und in Böden mit landwirtschaftlicher Nutzung zu finden. Darüber hinaus nutzen sie Gangsysteme anderer Bodentiere, um so in tiefere Bodenhorizonte auszuweichen.

Als Räuber sind die Chilopoden ein wichtiges Glied am Ende der Nahrungsketten im Boden (SCHALLER 1962).

Regenwürmer (Lumbriciden)

Über 35 verschiedene Regenwurmartensind in der Bundesrepublik bekannt. Genauso vielgestaltig sind auch deren Lebensgewohnheiten, wie Fraß- und Grabaktivitäten, Nahrungsbiologie und Fortpflanzungsverhalten. Am Beispiel der Regenwürmer soll exemplarisch dargestellt werden, wie vielschichtig der »Lebensraum Boden« unter seinen Bewohnern aufgeteilt ist. Nahrungskonkurrenz und ökologische Nischen sind in diesem Zusammenhang wichtige Stichworte. Verallgemeinerungen wie: »Die Regenwürmer ziehen Blätter von der Bodenoberfläche in ihre tiefreichende Wohnröhre und tragen dadurch zur Durchmischung der oberen Bodenschichten bei«, sind nur bedingt richtig. Allenfalls der große Tauwurm (*Lumbricus terrestris* und zwei weitere, im norddeutschen Raum nicht vorkommende Arten) tut dies. Alle anderen einheimischen Regenwurmartens tun dies nämlich nicht. BOUCHE (1972) führte den Begriff der »Lebensformtypen« ein. Er unterscheidet dabei die jeweiligen biologischen Ansprüche der verschiedenen Arten und deren Verteilung im Boden.

Die Regenwürmer werden in drei große Gruppen (Abb. 11) aufgeteilt:

a) Die epigäisch lebenden Arten

Die Regenwurmartens (wie *Lumbricus castaneus*, *L. rubellus*, *Dendrobaena octaedra*, *D. rubida*) besiedeln die Streuauflage der Böden. Als Streuzersetzer ist ihre Zerkleinerungsarbeit wichtige Voraussetzung für die Ausbildung des Humushorizontes. Als Faustregel sei hier zu nennen:

Hohe Regenwurmartaktivität – Günstige Humusform (Mull)

Geringe Regenwurmartaktivität – Schlechte Humusform (Rohhumus)

Sie benötigen eine ganzjährige Bedeckung des Bodens mit organischem Material und sind als typische Waldbewohner zu bezeichnen, die heute aber auch im



Abb. 10. Extrem langgestreckter Körperbau von *Geophilus electricus*.

Grünland zu finden sind. In Ackerböden ist diese Gruppe (mangels ganzjähriger Bodenbedeckung) nicht anzutreffen. Die Haut dieser Arten ist rot pigmentiert. Der rote Farbstoff soll ein Faktor zum Schutz gegen UV-Strahlung sein (GRAFF 1983). In der Regel hinterlassen die epigäisch lebenden Regenwürmer kein permanentes Gangsystem.

b) Die endogäisch lebenden Arten

In dieser Gruppe sind die Arten der Mineralböden zu finden. Ihr Lebensbereich umfaßt die oberen Horizonte des Bodens bis in eine Tiefe von ca. 30–40 cm. Als »Mineralbodenfresser« benötigen sie keine ständige Bodenbedeckung durch Streumaterial und kommen nur zur Kotablage an die Bodenoberfläche.

Arten dieser Gruppe (*Aporectodea caliginosa*, *A. rosea*, *A. chlorotica*, *Octolasion lacteum*) sind deshalb auch noch auf land-

wirtschaftlich genutzten Flächen zu finden. Als Horizontalgraber schaffen sie ein Gangsystem, das teilweise wieder mit ihren Exkrementen verfüllt wird. Widrige klimatische Bedingungen, wie höhere Temperaturen und Austrocknung der Böden mangels permanenter Bodenbedeckung, werden als sogenanntes Knotenstadium, eine Art Sommerschlaf mit reduziertem Stoffwechsel (Diapause), überstanden. Dabei können Wasserverluste der Körperflüssigkeit bis zu 75 % wieder ausgeglichen werden. Die endogäisch lebenden Regenwürmer besitzen in der Regel kein rotes Farbpigment in der Haut. Sie wirken im lebenden Zustand deshalb hell- oder blaßfleischfarben. Durchschimmern- de Körperflüssigkeit / Blutfarbstoff verursacht bei einigen Arten eine rosa Färbung. Besonderheit ist eine Grünfärbung bei *A. chlorotica* auf sehr nassen Standorten (Überschwemmungswiesen/Bachufeln).

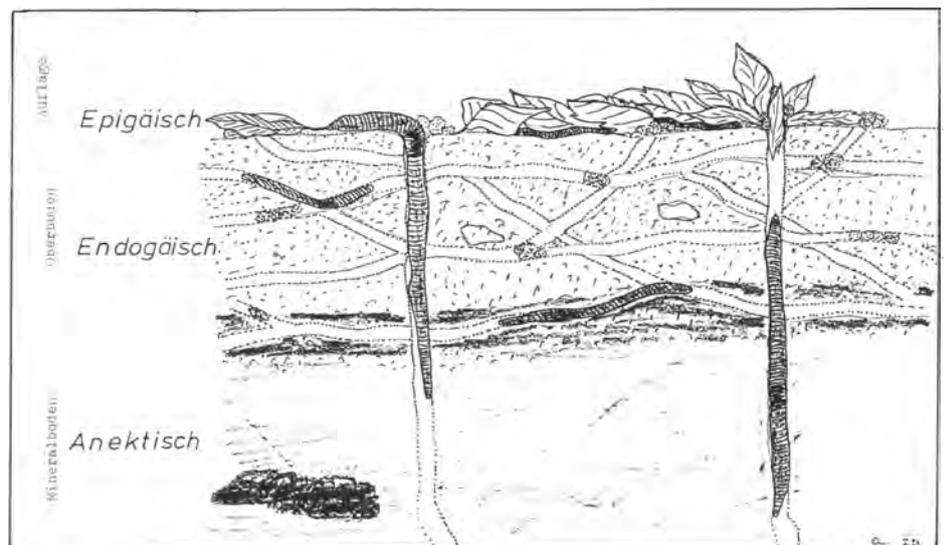


Abb. 11. Lebensformtypen von Regenwürmern und deren Verteilung im Boden.



Abb. 12. Paarung an der Erdoberfläche von *Lumbricus terrestris*.

c) Die anektisch lebenden Arten

Als ausgesprochener Tiefgraber hat der große Tauwurm (*Lumbricus terrestris*) ein Gangsystem, das vertikal bis in eine Tiefe von ca. 3 m und tiefer reichen kann. Es ist nur in den oberen Zentimetern des Bodens verzweigt. Die Art kommt zur Nahrungsaufnahme und zur Paarung (Abb. 12) nachts an die Bodenoberfläche. Das Einziehen von Blättern in die Wohnröhre ist hierbei besonders auffällig. Durch die Zerkleinerung und Aufnahme von Substraten tieferer Bodenhorizonte erfolgt nicht nur eine Vermischung beider im Darmkanal (Abb. 13), sondern es kommt auch zu einer Verfrachtung/Verlagerung von Bodenmaterial über größere Distanzen. Bei der Nachlieferung von Nährstoffen aus tieferen Bodenschichten ist dies für die Pflanze von besonderer Bedeutung.

Mesofauna

In dieser Gruppe sind Tiere zusammengefaßt, deren Körperlänge selten größer ist als 2 mm. Hohe Individuenzahlen und Formenreichtum machen die Bearbeitung dieser Gruppe nicht einfach und erfordern



Abb. 13. Regenwurm Kot.

ein hohes Maß an Spezialisierung des Bearbeiters. Die zwei Hauptgruppen der Mesofauna (Collembolen und Bodenmilben) werden im folgenden nur kurz dargestellt und ansonsten auf die Vorträge von KULA und LARINK hingewiesen.

Springschwänze (Collembolen)

Die Collembolen gehören zur Gruppe der flügellosen Urinsekten. Kennzeichen ist das Vorhandensein einer Sprunggabel. Bei Störung und Flucht können damit weite Sprünge durchgeführt werden. Collembolen sind in jedem Boden zu finden. Meist ist Artenreichtum mit hohen Individuenzahlen gekoppelt. Auch hier wird durch das Vorhandensein von verschiedenen Lebensformtypen eine Aufteilung der Nahrungsressourcen angezeigt. Große, pigmentierte Arten mit langen Antennenfühlern und auffälliger Körperbehaarung sind in der Streuauflage der Wälder zu finden. Kleine, unpigmentierte Formen mit kurzen Antennen, reduzierter Sprunggabel und ohne Augen sind in den Lückensystemen tieferer Bodenschichten zu finden. Nahrungsgrundlage dieser Sekundärzersetzer ist totes, organisches Material. Durch Abweiden von Pilzhyphen wirken sie regulatorisch auf das Wachstum von Bodenpilzen.

Bodenmilben (Acarinen)

Über verschiedene 7500 Arten sind bisher weltweit beschrieben worden. Die vier Laufbeinpaare lassen ihre Zugehörigkeit zu den Spinnentieren erkennen. Die Mundwerkzeuge (Pedipalpen und Cheliceren) sind entsprechend spezialisiert. Die Cheliceren sind als Zangen zum Festhalten und Erfassen von Beutetieren, zum Zerkleinern von Streu oder aber im Extremfall als lange dünne Nadeln zum Stechen und Saugen ausgebildet. Die Form der Mundwerkzeuge läßt also Rückschlüsse auf die Ernährungsweise der Milben zu.

Methoden zur Erfassung von Bodenorganismen

Eine der wichtigsten Voraussetzungen zur quantitativen Erfassung von Bodentieren ist eine genaue Definition von Sammel- bzw. Probenflächengröße. Immer muß ein Bezug von gefundener Individuenzahl zur beprobten Fläche gewährleistet sein. Bisher reichte eine Angabe wie Ind./m² aus. Es sollte aber bedacht werden, daß es sich in den seltensten Fällen wirklich um eine flächenhafte Erfassung handelt, sondern fast immer ein bestimmtes Bodenvolumen untersucht wird, also Individuenzahl/m³ ausdrückt. So vielgestaltig die Organismengruppen des Bodens sind, so vielfältig sind auch die Methoden. Dabei spielt nicht nur die unterschiedliche Größe der Bodentiere eine Rolle. Ebenso wichtig ist es auch, die biologischen Verhaltensweisen der zu erfassenden Tiere zu kennen und zur Extraktion zu nutzen. Eine optimal arbeitende Methode muß also auf eine ganz bestimmte Tiergruppe zugeschnitten sein. Selbst hier tauchen noch viele Probleme auf, da sich verschiedene Arten einer Tiergruppe auch häufig sehr unterschiedlich verhalten. So ist z. B. eine in Mitteleuropa gängige Regenwurmfangmethode (Ausbringen einer 0,2 %igen Formaldehyd-Lösung) in subtropischen und tropischen Bereichen nicht anwendbar, weil die dort vorkommenden Arten überhaupt nicht darauf reagieren. Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, Bodentiere zu erfassen.

a) Aktive Extraktion

Die aktive Extraktion nutzt natürliche Verhaltensweisen von Bodentieren (Lageveränderung bei Austrocknung und Erwärmung des Bodens, Fluchreflex bei äußerer Reizung, Schlüpfen nach Beendigung der Larvalentwicklung im Boden etc.), um sie aus der Bodenprobe zu separieren (z. B. MacFayden-Apparatur mit einem Wärme/Feuchtgradienten zur Extraktion von Collembolen und Milben). Oder die Entnahme einer Bodenprobe entfällt ganz und die Tiere werden direkt vor Ort von der Bodenoberfläche abgesammelt (z. B. Elektrische Reizung [THIELEMANN 1987] [Abb. 14] und chemische Reizung zum Fang von Regenwürmern, Photoelektronen zum Fang von Insekten, die sich im Boden entwickelt haben).

b) Passive Extraktion

Bei der passiven Extraktion wird eine Bodenprobe mechanisch zerkleinert und von Hand (bei großen Tieren) sortiert oder mit Wasser (bei kleinen Tieren) über eine Siebkaskade herausgespült (Flotations-Methode).

Hierbei werden auch noch Tiere erfaßt, die sich zum Zeitpunkt der Probenahme in inaktiven Stadien (z. B. Sommerruhe) befinden.

Eine gute Übersicht über die gängigen Methoden sind in dem Buch »Ökologische Feldmethoden« (JANETSCHKE 1987) zusammengefaßt.



Abb. 14.
Elektrische
Regenwurm-
fanganlage.

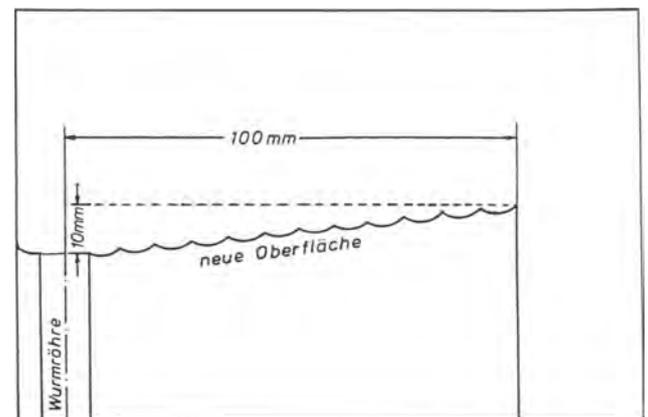
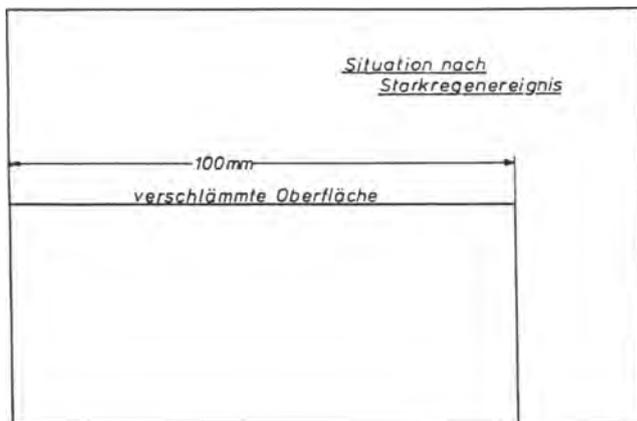
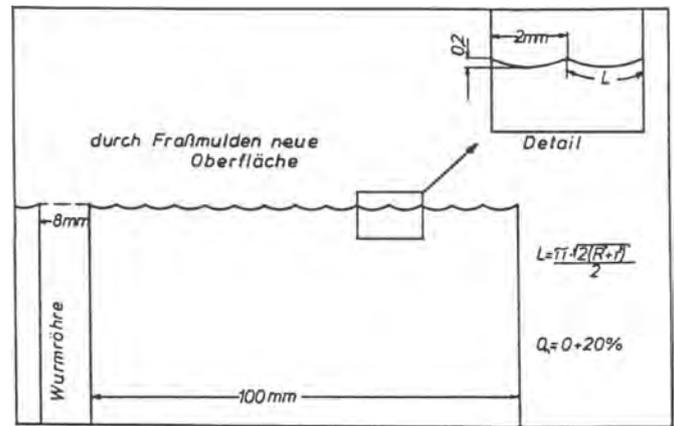


Abb. 15. Schematische Darstellung der Veränderung des Bodenreliefs nach einer simulierten Oberflächenverschlammung durch *Lumbricus terrestris*.

Die Leistungen von Bodentieren und ihre Bedeutung für den Bodenschutz

Gerade in landwirtschaftlich genutzten Flächen gibt es heute einige Problembereiche. In manchen Bereichen kommt es zu nutzungsbedingten Bodenverdichtungen. Die Folge ist eine schlechte Drainage der Böden mit Stauwasserbildung im Frühjahr. Verzögerungen bei der Frühjahrsbestellung und schlechte Durchlüftung im Wurzelbereich der Kulturpflanzen sind die Folge. Nach Starkregenereignissen kommt es auf Lössböden (Zuckerrübenanbau) häufig zu Oberflächenabfluß von überschüssigem Regenwasser. Erosion und Abtrag von fruchtbarem Ackerboden und der dadurch bedingte Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmittelrückstände in die Vorfluter bringen weitere Gefahren für die Umwelt. Gerade Böden ohne geschlossene Pflanzendecke sind sehr verschlammungsanfällig. Ist durch Regenfall die Oberfläche erst einmal verschlammte und verkrustet, so ist der Gasaustausch zwischen Bodenoberfläche und Atmosphäre stark behindert. Es kann zu Ertragsminderungen kommen, da das Wurzelwachstum der Pflanze stagniert. Durch mechanische Bodenbearbeitung können die negativen Folgen für den Landwirt zwar vermieden werden. Ein Mehreinsatz an Energie und Zeit ist aber in jedem Fall notwendig.

Eigene Untersuchungen zur Nahrungsbiologie von Regenwürmern haben gezeigt,

daß *Lumbricus terrestris* durchaus in der Lage ist, Oberflächenverschlammung/Verkrustung wieder zu beseitigen. *Lumbricus terrestris* ernährt sich normalerweise von organischem Material, das er von der Bodenoberfläche in seine Wohnröhre zieht. Hat er keine Streuauflage zur Verfügung (z. B. auf landwirtschaftlich genutzten Flächen), beginnt er das bakterienreiche Material der Bodenoberfläche abzuweiden. Es bleiben Fraßmulden auf der Bodenoberfläche zurück (Abb. 15). Sechs Wochen nach Versuchsbeginn entstanden auf diese Art und Weise Trichter mit einer Tiefe von ca. 10 mm und einem Durchmesser von 20 cm. Am tiefsten Punkt des so entstandenen Trichters ist der Ausgang seiner Wohnröhre. Eine Erhöhung der Oberflächenrauigkeit und die Vergrößerung der Bodenoberfläche um ca. 33 % sind das Resultat seiner Fraßaktivität. Durch die Lage der Wohnröhre im Zentrum des »wurmgeschaffenen Trichters« hat diese Veränderung des Oberflächenreliefs auch noch Einfluß auf die Erhöhung der Infiltrationsrate. Bei einer entsprechenden Besatzdichte (10 Ind./m²) dieser Regenwurmart auf landwirtschaftlichen Flächen könnten die negativen Folgen von Starkregenereignissen drastisch reduziert, unter Umständen sogar ganz vermieden werden.

Leider sieht die Realität auf den meisten Äckern heute ganz anders aus. Aus einer Untersuchung von BRAUCHENSS (mündl. Mitteilung) geht hervor, daß der Regenwurmbestand in Bayern im Durchschnitt

nur noch 5,5 Ind./m² hoch ist. Dies ist deshalb so bedenklich, da diese niedrige Individuenzahl auf lange Sicht kaum ausreicht, selbst bei guten »Wurmmangement«, wieder stabile Regenwurmpopulationen auf diesen Flächen aufzubauen. Und von einem Wurmmangement ist die heutige Landwirtschaft – trotz vieler guter ökologisch orientierter Ansätze – noch meilenweit entfernt.

Literatur

- BOUCHE, MARCEL, 1972: Lombriciens de France. Ecologie et Systématique. Paris, 671 S.
BRUCKER, GERD, 1988: Lebensraum Boden – Daten, Tips und Tests. Kosmos Handbuch, Stuttgart, 100 S.
DUNGER, WOLFRAM, 1984: Tiere im Boden. Wittenberg, 180 S.
GRAFF, OTTO, 1983: Unsere Regenwürmer. Hannover, 100 S.
JANETSCHKE, H., 1987: Ökologische Feldmethoden. Ulmer-Verlag.
SCHALLER, FRIEDRICH, 1962: Die Unterwelt des Tierreichs. Springer-Verlag, 125 S.
THIELEMANN, ULI, 1987: Elektrischer Regenwurmfang mit der Oktett-Methode. Pedobiologia 26, 15–19.
TOPP, WERNER, 1981: Biologie der Bodenorganismen. UTB Taschenbuch 1101. Heidelberg, 224 S.

Anschrift des Verfassers

Otto Kalberlah
Braunschweiger Arbeitsgruppe Boden
e.V. / Zoologisches Institut der TU Braunschweig
Pockelsstraße 10a
D-3300 Braunschweig

Einfluß des Gefüges auf die Bodentiere

Von der Art des Gefüges hängt es ab, ob es in einem Bodenkörper geeignete Lebensmöglichkeiten, d. h. eine ökologische Nische für Bodentiere gibt (GHILAROV 1977). Der potentielle Lebensraum »Boden« bedeutet nun für jede Bodentiergruppe etwas anderes (s. Abb. 1).

Für die kleinsten Bodentiere, zum Beispiel Einzeller oder Rädertierchen, etwa 10–20 μm groß, ist der Lebensraum »Boden« der Wasserkörper, der sich zwischen den Mineralkörnern oder zwischen Aggregaten befindet. Sie finden in wassergefüllten, sogenannten Mittelporen, 0,2–10 μm groß, geeignete Lebensbedingungen.

Für kleine luftatmende Arthropoden, zum Beispiel Collembolen und Milben, ist Boden ein System kleinster Höhlen, in denen sie sich fortbewegen können. Diese Tiergruppen sind auf luftgefüllte Grobporen, über 10 μm bis mehrere Millimeter, angewiesen.

Mit Hilfe bodenphysikalischer Methoden läßt sich feststellen, welcher Art, d. h. welcher Größe und auch Anordnung die Poren eines Bodens sind und ob diese bei einem bestimmten Wassergehalt mit Wasser oder aber mit Luft gefüllt sind. Die Eignung eines Bodenkörpers als Lebensraum für Kleinbodentiere läßt sich auf diese Weise vorhersagen (SMILES 1988).

Ein entscheidender Parameter ist in diesem Zusammenhang die Wasserspannung (VANNIER 1987). Sowohl für die Bodentiere wie auch für die Pflanzen ist nicht der absolute Wassergehalt eines Bodens entscheidend, sondern in welchen Poren und damit mit welcher Kraft das Wasser im Boden gebunden ist. Je kleiner die Poren, desto fester haftet das Wasser durch Adhäsion darin fest, um so mehr Druck ist nötig, das Wasser aus den Poren herauszu-



Abb. 3. Wasserfüllungsgrad des Gefüges bei steigender Wasserspannung (aus: Institut für Bodenkunde, Göttingen, 1982).

ziehen. Das gilt für Pflanzen genau wie für Tiere.

Durch die Wasserspannungskurve (Abb. 2) läßt sich zum einen die Verteilung der Poren angeben. So weist z. B. ein Sandboden viele Grobporen auf, wird also schon bei geringem Unterdruck entwässert. Mittelporen, die ja für viele Bodentiere von besonderer Bedeutung sind, sind spärlich. Ein Tonboden, das andere Extrem, weist demgegenüber viele Feinporen, d. h. Poren unter 0,2 μm auf. In ihnen ist das Wasser so fest gebunden, daß es für Pflanzen und auch für Tiere nicht mehr verfügbar ist. Wegen der Kleinheit passen auch kleinste Bodentiere und sogar Bakterien nicht mehr in diese Poren hinein.

Aus der Wasserspannungskurve ist darüber hinaus ersichtlich, welche Poren bei einem bestimmten Wassergehalt mit Luft gefüllt sind und welche mit Wasser – für viele Bodentiere entscheidend (Abb. 3).

Im wassergesättigten Zustand, Wasserspannung gleich Null, sind alle Poren wassergefüllt. Aquatische Bodentiere wie Protozoen und Nematoden würden hier geeignete Lebensmöglichkeiten finden. In einem länger wassergesättigten Boden ist allerdings Luftmangel ein begrenzender Faktor.

Bei mittlerer Wasserspannung, ungefähr bei Feldkapazität, sind die großen Poren über 50 μm luftgefüllt; die luftatmende Fauna kann hier existieren. In den wassergefüllten Mittelporen finden die eben er-

wähnten aquatischen Tiere ihren Lebensraum.

Bei steigender Wasserspannung – entsprechend geringerem Wassergehalt – werden allmählich auch die Mittelporen entwässert; die aquatischen Tiere werden auf entstehende Menisken zwischen den Aggregaten zurückgedrängt, trocknen schließlich ein oder bilden trockenresistente Cysten. Bei einem pF von 4,2 (negativer dekadischer Logarithmus der Wasserspannung) verwelken die Pflanzen und auch die Tiere; nur einige Collembolen können noch einen pF von 4,2 überwinden.

In einem Freilandboden ändern sich durch die wechselnden Niederschläge die Wassergehalte und damit die Wasserspannungen im Boden. Diese Dynamik bestimmt die Aktivität der Tiere im Jahreslauf, d. h. ihr Vorhandensein bzw. ihren Aufenthaltsort. Die Bodenphysik liefert hier entscheidende Anregungen für bodenzoologische Untersuchungen.

Ein weiterer, den Lebensraum einer Art beeinflussender Faktor ist die *Lagerungsdichte* des Bodens.

Ein dichter Boden mit wenig Hohlraumvolumen bietet den Tiergruppen, die nicht selbst graben können, keine ökologische Nische. Je lockerer der Boden ist, desto mehr Hohlräume, Kleinhöhlen und Wanderwege gibt es für die verschiedenen Arthropoden, wie Tausendfüßer, Collembolen, Milben usw. (s. Abb. 4).



Abb. 4. *Brachystomella parvula* (Collembola), Teilstrich = 0,1 mm.

Die Collembolen sind eine Gruppe von kleinen, primär flügellosen Insekten. Sie sind fast in jedem Boden z. T. in großer Zahl und mit vielen verschiedenen Arten anzutreffen. Auf Ackerflächen erreichen sie Individuendichten zwischen 20 000 und 200 000 Tieren pro m^2 (Foto: M. Joschko).

Einfluß der Bodentiere auf das Bodengefüge

Nicht alle Tiere im Boden sind nur passiv auf das vorhandene Gefüge angewiesen. Durch die vielen Formen eigener Grabfähigkeit, durch ihre Fortbewegung und Nahrungsaufnahme, verändern sie auch aktiv die räumliche Ordnung der einzelnen Bestandteile. Sie können sich dadurch innerhalb gewisser Grenzen ihren eigenen Lebensraum schaffen bzw. ihre Umgebung so verändern, daß sie geeignete Lebensbedingungen dort finden. Hier sind besonders die größeren Bodentiere gemeint, wie Tausendfüßer, Regenwürmer oder auch Wirbeltiere wie Maulwürfe. Die gefügeverändernde Leistung dieser Tiergruppen läßt sich wiederum mit bodenphysikalischen Methoden meßbar machen.

An einem Beispiel will ich erläutern, mit welchen bodenphysikalischen Methoden die Leistung von Regenwürmern meßbar gemacht werden kann. Im Rahmen meiner Dissertation untersuchte ich den Einfluß von Regenwürmern auf verdichteten Bo-

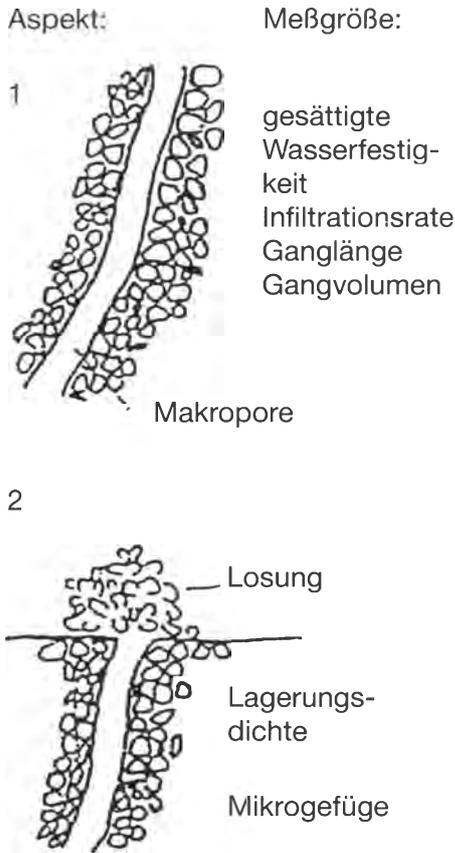


Abb. 5. Aspekte des Einflusses von Regenwürmern auf verdichteten Boden und in der Untersuchung verwendete Meßgrößen.

den (JOSCHKO 1989). Bodenverdichtung durch schweres Ackergerät ist ein zunehmendes Problem in der Landwirtschaft. Die Frage war, in welchem Umfang Regenwürmer (*L. terrestris*) in der Lage sind, künstlich verdichteten Boden wieder aufzulockern.

Die Auswahl der Meßverfahren richtete sich danach, auf welche Art und Weise die Tiere unter natürlichen Bedingungen Einfluß auf das Bodengefüge nehmen (s. Abb. 5).

Die Versuche wurden an 40–80 cm langen und 19 cm weiten Versuchsgefäßen durchgeführt. Der Versuchsablauf ist aus Abb. 6 ersichtlich.

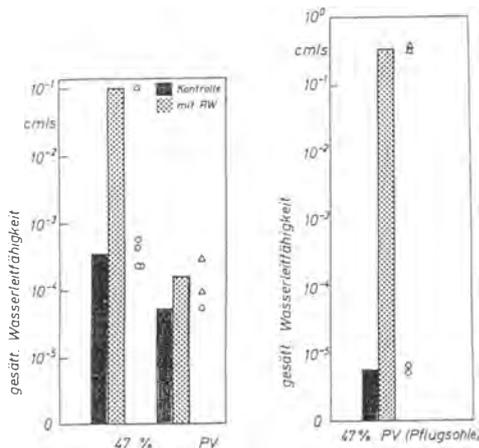


Abb. 7. Erhöhung der gesättigten Wasserleitfähigkeit in Bodensäulen mit Wurmängen bis auf das 50 000fache der Kontrollsäulen.

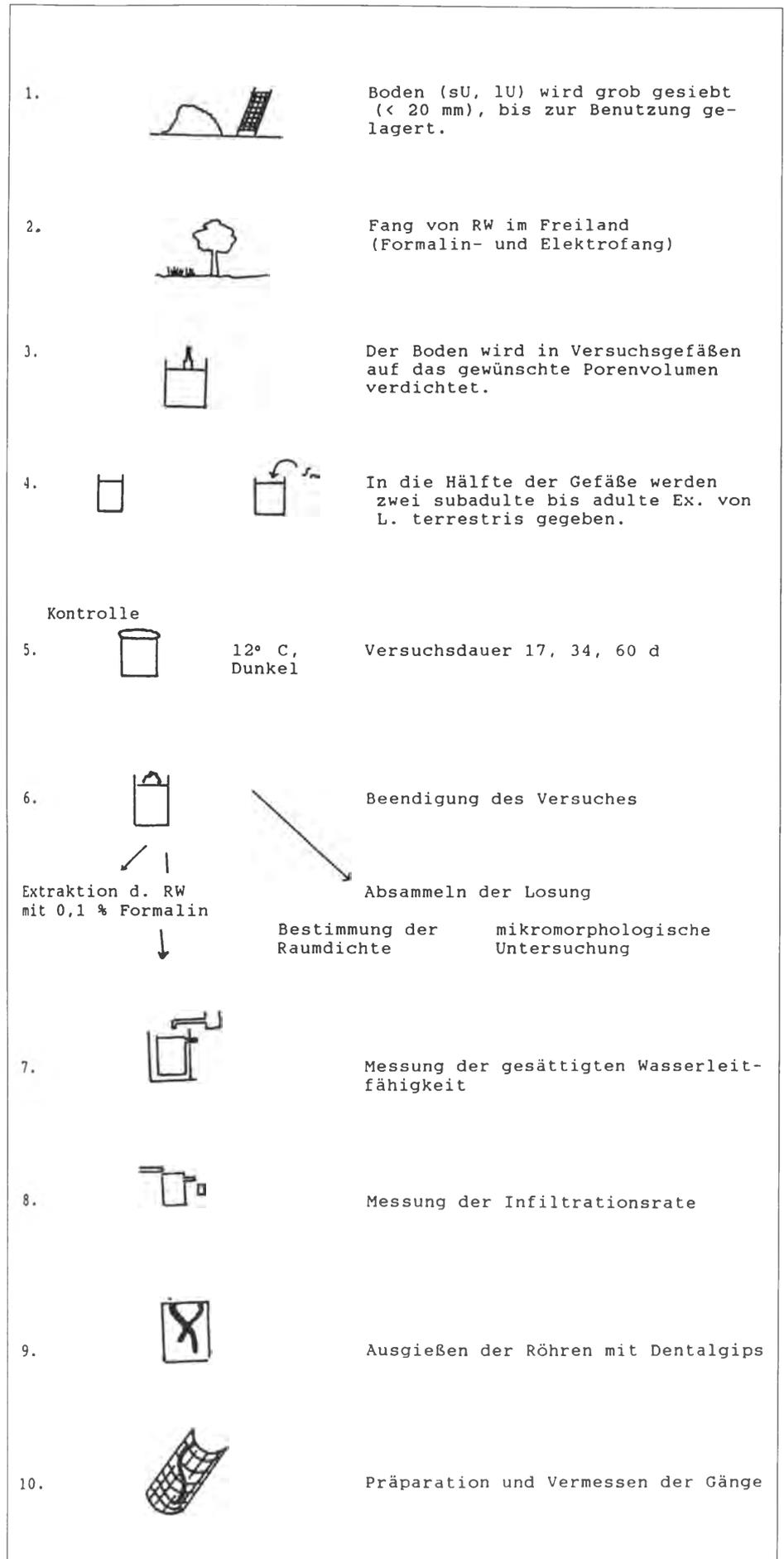


Abb. 6. Ablauf des Versuches zum Einfluß von Regenwürmern (*L. terrestris*) auf verdichteten Boden, Modellversuche.

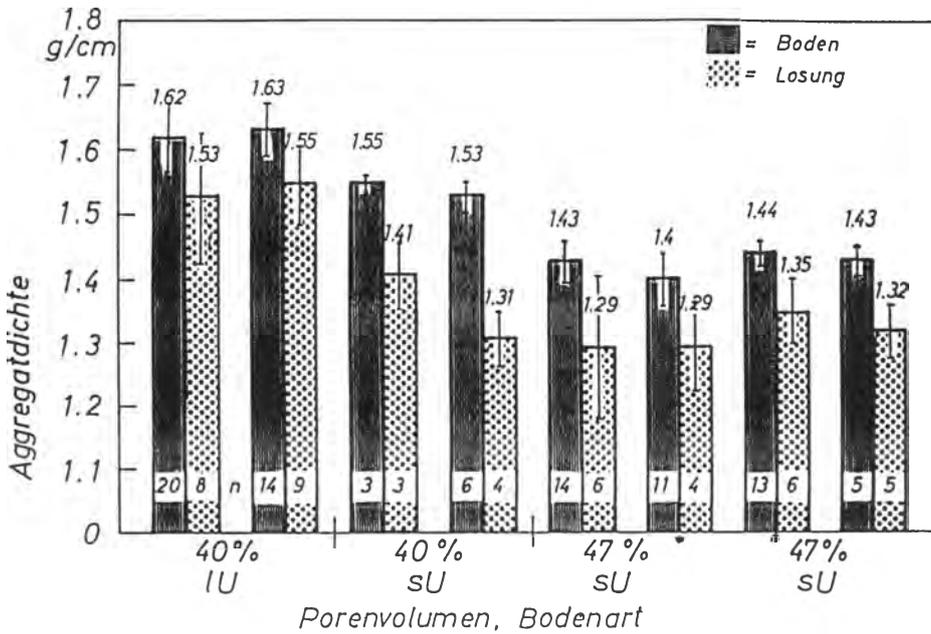


Abb. 8. Lagerungsdichte der Losung im Vergleich zur Dichte des Ausgangsbodens.

Die Ergebnisse zeigten, daß Regenwürmer auch in verdichtetem Boden (bis 40 % Porenvolumen) Gänge anlegen, die sowohl die Wasseraufnahme des Bodens erhöhen als auch die Wasserbewegung im gesättigten Zustand beschleunigen (Abb.7). Die an der Bodenoberfläche abgelegte Losung war immer lockerer als der Ausgangsboden (Abb.8). Durch die Darstellung der Gänge mit Gips war es mög-

lich, morphologische Daten mit bodenphysikalischen Ergebnissen zu korrelieren. Es zeigte sich, daß die gesättigte Wasserleitfähigkeit des Bodens exponentiell mit der Tiefe der Gänge korreliert war: Die hydraulische Wirkung der Gänge war besonders groß, wenn sie als »kontinuierliche Grobporen« die gesamte Säule durchzogen.

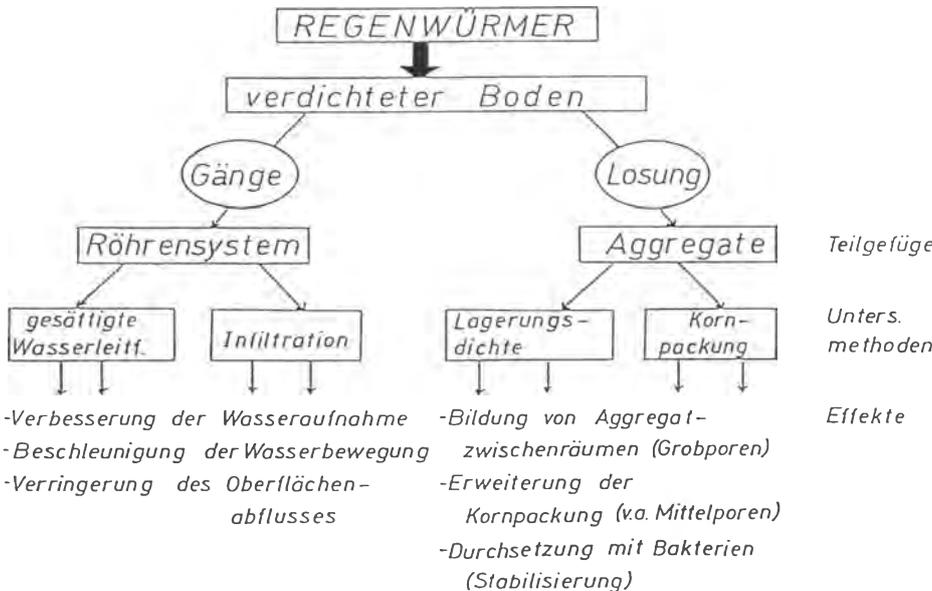


Abb. 9. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigten den Einfluß der Regenwürmer (*L. terrestris*) auch in verdichtetem Boden (Abb. 9).

Eine endgültige Bewertung der hier festgestellten Einflüsse der Regenwürmer auf das Gefüge verdichteten Bodens kann erst dann erfolgen, wenn zusätzlich zu Modellversuchen gezielte Freilanduntersuchungen durchgeführt worden sind. Aus entsprechenden Untersuchungsergebnissen könnten sich dann Empfehlungen für die Melioration verdichtungsgeschädigter Böden ableiten lassen.

Schlußfolgerung

Die Bodenphysik liefert geeignete Methoden, den Lebensraum Boden für verschiedene Bodentiergruppen zu charakterisieren.

Darüber hinaus ist es sinnvoll, die Wirkung der Grabtätigkeit von Regenwürmern wie auch anderer Bodentiere mit bodenphysikalischen Methoden zu erfassen: Die Leistung der Tiere kann auf diese Weise dokumentiert, faunistische Arbeiten können dadurch ergänzt werden. Die Ergebnisse liefern eine überzeugende Grundlage für Bestrebungen, den Bodentieren auch im landwirtschaftlichen Bereich mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Durch die Anwendung geeigneter, schonender Bearbeitungsverfahren könnte sich der Mensch ihre Leistung verstärkt nutzbar machen.

Literatur

ALTEMÜLLER, H.-J., 1962: Gedanken zum Aufbau des Bodens und seiner begrifflichen Erfassung. – Zeitschr. Kulturtechnik 3, 323–336.
 GHILAROV, M. S., 1977: Why so many species and so many individuals can coexist in the soil. Soil Organisms als components of ecosystems. – Ecol. Bull. (Stockholm) 25, 593–597.
 INSTITUT FÜR BODENKUNDE, GÖTTINGEN, 1982: Bodenkunde. Aspekte und Grundlagen. Grundkurs-Leitfaden.
 JOSCHKO, M., 1989: Einfluß von Regenwürmern (Lumbricidae) auf verdichteten Boden. Modellversuche. – Diss. TU Braunschweig.
 SMILES, D. E., 1988: Aspects of the physical environment of soil organisms. – Biol. Fert. Soils 6, 204–215.
 VANNIER, G., 1987: The porosphere as an ecological medium emphasized in Professor Ghilarov's work on soil animal adaptations. – Biol. Fert. Soils 3, 39–44.

Anschrift der Verfasserin

Dr. Monika Joschko
 Institut für Bodenbiologie
 Forschungsanstalt für Landwirtschaft
 Bundesallee 50
 3300 Braunschweig

Auswirkungen landwirtschaftlicher Bearbeitungsverfahren auf die Meso- und Makrofauna des Bodens

Von Wolfgang Söchtig

Einleitung

Als Meso- und Makrofauna werden in den folgenden Ausführungen ausschließlich die euedaphischen, d. h. die in den unteren Bodenschichten lebenden, Organismengruppen bezeichnet, deren Körpergröße 4 mm übersteigt (DUNGER 1983).

Die Bodentiere, einschließlich der Mikroorganismen, sind durch ihre Stoffwechsellösungen ausschlaggebend für Bodenstruktur und Bodenfruchtbarkeit (SACHSE 1978; BAUCHHENS 1982; TROLLDENIER 1986). Der Landwirt ist es, der durch Befahren und Bearbeiten seines Ackerbodens diese Bodenorganismen beeinflusst.

Grundsätzlich stellen alle Kulturmaßnahmen des Menschen einen mehr oder weniger tiefen Eingriff in den Lebensraum der Bodenorganismen dar. Dieser Eingriff ist in landwirtschaftlich genutzten Böden, vor allem durch Bodenbearbeitung, Düngung und den Anbau gleichartig zusammengesetzter Pflanzenbestände (Monokulturen) besonders ausgeprägt (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1984). Die Beeinträchtigung des Edaphons wird zudem durch den Einsatz hochtechnisierter Maschinen verstärkt.

Waren noch vor 100 Jahren Dampfpflug und Dreschlokomotive das Höchste der technischen Entwicklung in der Landwirtschaft, die das Pferd und den einscharigen Pflug ablösten, so sind die heutigen Landmaschinen schwerste, selbstfahrende Arbeitsgeräte. Schlepper mit 4–6-Zylindermotoren, Turbolader, Allradantrieb und 3stelliger PS-Zahlen sind auf dem Acker nichts Neues mehr. Mit 1,5 Millionen Traktoren sind die deutschen Landwirte die bestmotorisierten der Welt (MAYER und SEUFERT 1985).

Diese technische Entwicklung erlaubt den Landwirten eine immer effizientere Bearbeitung ihres Ackerbodens. Ein vielseitig einsetzbarer Schlepper kommt vielen Bedürfnissen entgegen. Er dient als Basis für mehrere auswechselbare Bearbeitungsgeräte gleichzeitig. Vorn läßt sich z. B. ein Bodenlockerungsgerät anbringen, es folgen hinten Sämaschine und Egge. D. h. es werden drei Arbeitsgänge mit einer Fahrt erledigt. Damit walzen aber auch bis zu 6 t über den Acker, die den Boden extrem belasten und verdichten, trotz Einsparung mehrerer Bearbeitungsgänge. Der Grad der Verdichtung ist dabei abhängig von der Eigenstabilität (Gefüge) des Bodens sowie von seinem Wassergehalt (HORN 1985).

Es sollen hier aber nicht allgemein die vielen heutzutage gebräuchlichen Bearbeitungsgeräte und deren positiven oder negativen Einflüsse auf die Bodenfauna im einzelnen analysiert werden.

Auch konventionelle, rationelle oder alternative Bodenbearbeitung sollen nicht verallgemeinernd betrachtet und deren jeweilige Vor- und Nachteile für die Bodenlebewelt einander gegenübergestellt werden (s. a. KÖLLER 1985).

Der Einfluß landwirtschaftlicher Maßnahmen auf die Bodenfauna soll vielmehr anhand zweier konkreter Beispiele angesprochen und diskutiert werden.

Ergebnisse und Diskussion

Das Institut für Landtechnik der Universität Gießen untersucht in einem vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) geförderten Verbundprojekt verschiedene Bodenbearbeitungssysteme und deren Auswirkungen auf die Bodenfauna auf drei verschiedenen Standorten.

In Abb. 1 sind die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres auf einem Standort dargestellt. Wendende oder lockernde Bearbeitungsverfahren haben, im Gegensatz zur Direktsaat, einen starken Einfluß auf die Lumbriciden. In der Direktsaat-Variante waren viermal so viel Individuen zu finden wie in der Pflugvariante. Auch für die Biomasse konnte eine tendenzielle Erhöhung bei Verringerung der Eingriffsintensität ermittelt werden (HENKE 1987).

Für die Enchyträen, Nematoden und auch die Dipterenlarven konnte bei den drei Bearbeitungsvarianten keine konstante Korrelation zur jeweiligen Variante festgestellt werden (RÖSSNER und SCHÄFER-PREGEL 1988). Die Besiedlungsdichte der Milben

und teils auch der Collembolen war bei der Pflugvariante deutlich erhöht (FRIEBE 1988; Abb. 1).

In erster Linie sind es die Lumbriciden, die durch wendende oder lockernde Bearbeitung nachteilig beeinflusst werden (BAUCHHENS 1983; HOUSE und PARMELEE 1985; HENKE 1987).

Andere, kleinere Organismengruppen, wie z. B. Milben und Collembolen, überstehen Eingriffe in ihren Lebensraum anscheinend besser und schneller. Die Lumbriciden sind Quetschungen, Zerstückelungen oder Freifeinden nach Freilegung durch die Bearbeitung stärker ausgesetzt. Zudem erfolgt eine Regeneration nach den Eingriffen langsamer, da sie oft nur in geringen Individuendichten im Ackerboden vorkommen. Die Milben, und begrenzt die Collembolen, lassen einen Anstieg ihrer Individuenzahlen nach dem Pflügen oder Grubbern erkennen, was auf die anschließend bessere Durchlüftung des Bodens zurückgeführt werden kann (FRIEBE 1988).

Nematoden werden durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen weniger beeinflusst. Sie scheinen auf eine Veränderung des Porenvolumens, wohl aufgrund ihrer geringen Körpergröße, kaum zu reagieren (RÖSSNER und SCHÄFER-PREGEL 1988).

Bei Dipterenlarven dürfte der Zeitpunkt, zu dem die Bearbeitung erfolgt, ausschlaggebend sein. Sehr junge, kleine Larven werden wahrscheinlich, aus den o. g. Gründen, weniger empfindlich reagieren als z. B. große, schlüpfbereite Tiere. Hier auf wird das abweichende Ergebnis bei diesen temporären Bodentieren zurückgeführt werden können (s. a. Abb. 1).

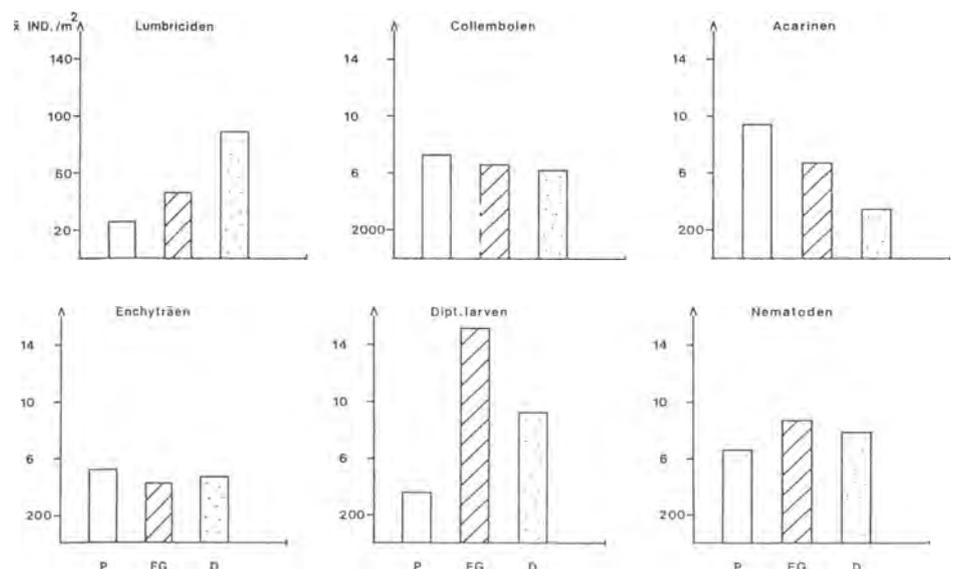


Abb. 1. Durchschnittliche Individuenzahlen der Bodenfauna bei drei verschiedenen Bearbeitungsvarianten 1987. P = Pflug, FG = Flügelscharrgrubber, D = Direktsaat.



Abb. 2. Arbeitsgerät mit variierbarer Belastungsvorrichtung (Foto: W. Söchtig).

In einem BMFT-Verbundvorhaben der Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode (FAL) mit dem Zoologischen Institut der TU Braunschweig wird seit einem Jahr die Belastung und Verdichtung einer Löß-Parabraunerde durch landwirtschaftliche Maschinen sowie deren Auswirkungen auch auf Lumbriciden, Collembolen und Milben untersucht.

Dazu werden auf einer Versuchsfläche bei Braunschweig sieben unterschiedliche Verdichtungsvarianten, die verschiedene Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis simulieren, neben einer unbelasteten Kontrollvariante, aufgebracht (Tab.1). Abb.2 zeigt den Aufbau des Arbeitsgerätes, mit dem die einzelnen Versuchspartellen unterschiedlich belastet bzw. verdichtet werden.

In Abb.3 sind die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres für Biomasse und Abundanz aktiver Regenwürmer auf fünf verschiedenen Verdichtungsvarianten unter Sommerweizen dargestellt (s. a. Tab. 1).

Im Mittel aller Probeterminale weist die Null-Variante, d. h. die unbelastete Variante, die höchste Abundanz auf; gefolgt von der Variante 4, der Simulation eines 150-ha-Betriebes durch eine 2,2-t-Belastung, sowie einer Pflugbelastung von 3,7 t.

Dagegen wurden in Variante 0 und 6 die niedrigsten Biomassedaten ermittelt (SÖCHTIG 1989).

Die Regenwurmfaua der Versuchsfläche setzt sich fast ausschließlich aus den endogäischen Arten *Allolobophora caliginosa* (84,5%) und *Allolobophora rosea* (14,8%) zusammen. Die beiden *Allolobophora*-Arten (*A. caliginosa* und *A. rosea*) sind auf allen Kulturböden Mitteleuropas zu finden und dort auch die dominanten Lumbricidenarten (GRAFF 1983). Die eudominante Art *Allolobophora caliginosa* ist zudem als häufigste Art in dichten Böden nachgewiesen (BOSTRÖM 1986).

Allerdings müssen auf der Versuchsfläche tiefgrabende Wurmarten, z. B. *Lumbricus terrestris*, vorhanden gewesen sein, da unter der Pflugsohle (ab 40 cm Tiefe) noch eine große Anzahl ihrer Gänge gefunden wurden (bis 154/m²).

Es ist anzunehmen, daß die Artenarmut der Lumbriciden auf der Versuchsfläche neben Bearbeitungsmaßnahmen und oft fehlender Streuauflage auf der Bodenoberfläche auch auf Standorteigenschaften und die langjährige Fruchtfolge zurückzuführen ist.

Die niedrigen Individuenzahlen und Biomasse der Regenwürmer während des ersten Versuchsjahres dürften aber auch auf der Trockenheit des Jahres 1988 beruhen. Die endogäischen Wurmarten ziehen sich, wenn die Bodenfeuchtigkeit stark abnimmt, in tiefere Bodenschichten zurück und werden inaktiv (ANDERSEN 1980; DAUGBJERG 1988). Auswirkungen der unterschiedlichen Belastungen sind trotzdem nicht auszuschließen.

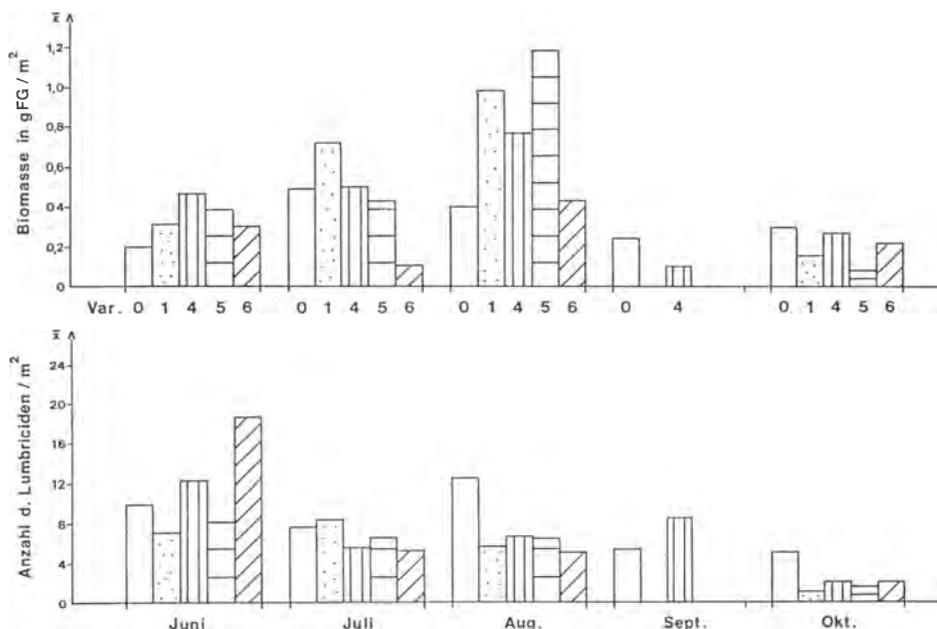


Abb. 3. Jahresdurchschnittliche Abundanz und Biomasse aktiver Lumbriciden pro m² (n = 277) bei fünf unterschiedlichen Verdichtungsvarianten unter Sommerweizen 1988.

Tab. 1. Belastungsgänge (= Simulation der landwirtschaftlichen Feldbestellung) und Radlasten [t] in 7 verschiedenen Verdichtungsvarianten sowie einer unbelasteten Kontrollvariante (0)

Belastungsgang	Belastungsvarianten							
	ohne Befahren 0	Betriebsgröße						
		50 ha		150 ha				
		1	2	3	4	5	Tieflocke- rung 6	Fahr- gasse 7
Pflügen			▽ ¹		▽		▽	▽
Düngen								○
Saatbettbereitung		○	○	○	○	○	○	○
Drillen								○
Pflanzenschutz								○
Ernte						○		○
Stoppelbearbeitung		○	○	○	○	○	○	○
Grunddüngung								○

¹ ▽ in der Furche

Abb. 4 zeigt die Verhältnisse für die jahresdurchschnittlichen Individuenzahlen von Collembolen (Springschwänzen) und Gamasiden (Raubmilben) auf den Varianten 0 und 7 auf der Parzelle unter Sommerweizen. Die Trennung der einzelnen Säulen in schraffiert/unschraffiert soll die Individuenzahlen aus je drei verschiedenen Tiefen (0–5 cm; 5–10 cm; 10–15 cm) andeuten.

Danach weist die unbelastete 0-Variante die höchsten, die Variante 7, eine Fahrgasse, die den Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis entsprechend ständig überfahren wird, die niedrigsten Abundanz auf. Der Erntetermin (Pfeil) führt auf allen Varianten, mit Ausnahme von Variante 7, zur drastischen Abnahme der Individuenzahlen durch Belastung mit dem über 4 t schweren Mährescher. Der Schnitt der schützenden Pflanzendecke führt zudem zu einer Änderung des Mikroklimas im Boden (HEISLER 1989).

Auch die Gamasiden weisen in der unbelasteten Kontrollvariante die höchsten Individuenzahlen auf.

Die Beprobung der Parzelle unter Zuckerrüben auf der gleichen Versuchsfläche konnte die Ergebnisse der Parzelle unter Sommerweizen bestätigen (Abb. 5).

Mechanische Bodenbelastungen haben einen negativen Einfluß auf die Individuendichten der Collembolen und Gamasiden. Je höher die Belastung, desto geringer sind die durchschnittlichen Abundanz (HEISLER 1989).

Eine Korrelation zwischen Porenvolumen der einzelnen Verdichtungsstufen und der Körpergröße von Collembolen und Gamasiden wurde ebenfalls, zumindest für einige Arten, festgestellt.

Die bisher ermittelten Daten zeigen, daß Bodenverdichtungen, als Folge der landwirtschaftlichen Bearbeitung, einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Meso- und Makrofauna des Ackerbodens haben.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß hier die Ergebnisse des jeweils ersten Versuchsjahres der beiden Forschungsprojekte vorgestellt wurden. Für genauere Aussagen müssen die Ergebnisse der nächsten Versuchsjahre abgewartet werden.

Ausblick

Die verschiedenen Bodenbearbeitungsmaßnahmen und die damit verbundenen Bodenbelastungen haben zumeist negative Auswirkungen auf die unterschiedlichen Vertreter der größeren Organismen des Edaphons (TROLLENIER 1985; BAUCHENSS 1983).

Es lassen sich teilweise die Vor- und Nachteile des Pflügens, aber auch die der alternativen Minimalbearbeitung aufzeigen.

Optimal für die Meso- und Makrofauna dürfte beispielsweise ein Gerät sein, das bei geringstmöglicher Belastung den Boden in einem Arbeitsgang 30 cm tief auflockert, aber nur 10 cm tief pflügt. Bei diesem kombinierten Arbeitsgang wären die Auswirkungen auf die Bodenfauna nicht so gravierend (MAYER und SEUFERT 1985).

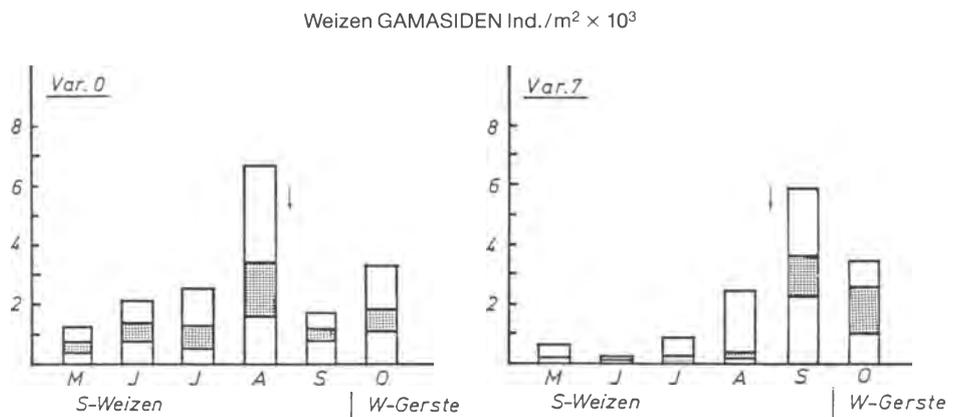
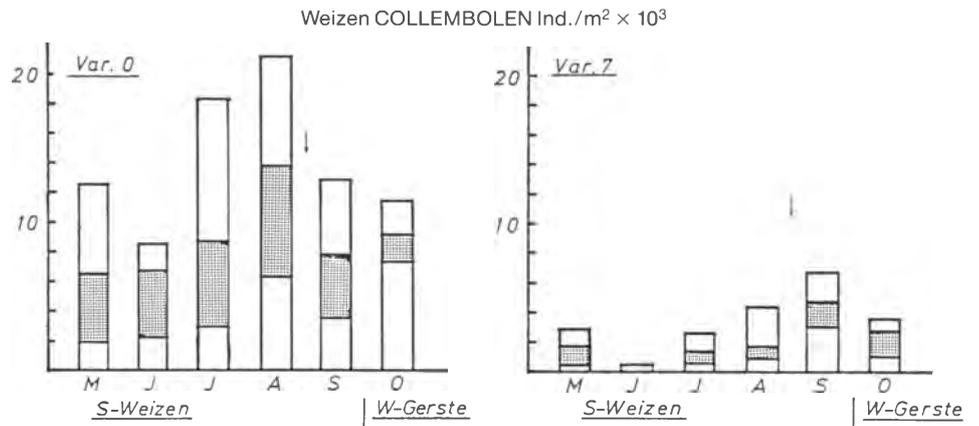


Abb. 4. Durchschnittliche Individuenzahlen pro m² (× 10³) von Collembolen und Gamasiden zweier Verdichtungsvarianten unter Sommerweizen/Wintergerste 1988 (nach HEISLER 1989).

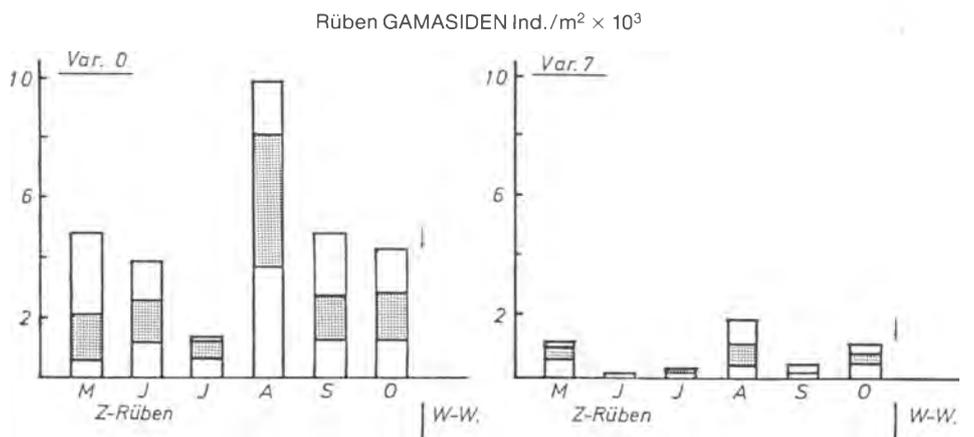
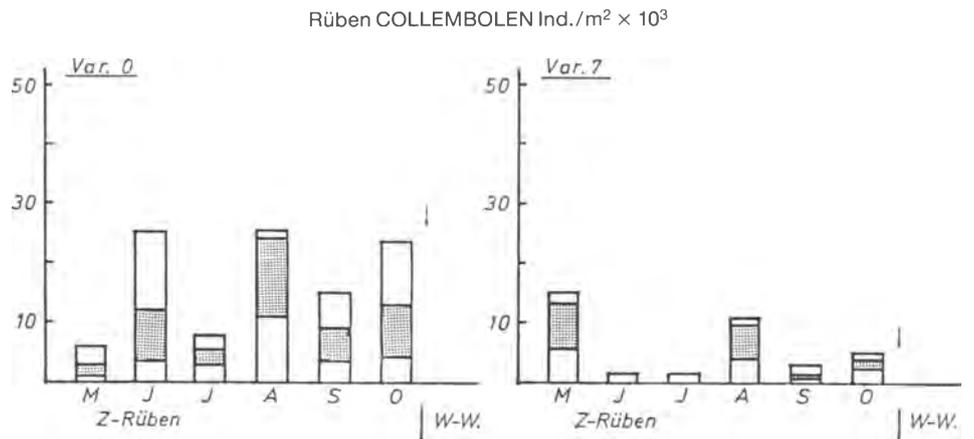


Abb. 5. Durchschnittliche Individuenzahlen pro m² (× 10³) von Collembolen und Gamasiden zweier Verdichtungsvarianten unter Zuckerrüben/Winterweizen 1988 (nach HEISLER 1989).

Die hier gemachten Aussagen dürfen aber nicht verallgemeinert werden, da die Ergebnisse bisher nur für zwei Böden vorliegen. Bei anderen Bodenarten und -typen ist auch mit einer teilweise anderen Zusammensetzung der Bodenfauna zu rechnen.

Es ist Aufgabe der Wissenschaft, hier zur weiteren Klärung beizutragen, beratend tätig zu werden und dem Landwirt für seinen Boden die jeweils angemessene Bearbeitungsmaßnahme zu empfehlen sowie Konsequenzen seiner Maßnahmen zu erläutern.

Literatur

- ANDERSEN, C., 1980: The influence of climatic conditions on activity and vertical distribution of earthworms in a Danish arable soil. – Royal Veterin. and Agric. Yearbook, 57–68.
- BAUCHHENS, J., 1982: Die Bedeutung der Bodentiere für Struktur und Gefügebildung. – Mitt. Bodenk. Ges. 34, 129–136.
- 1983: Die Bedeutung der Bodentiere für die Bodenfruchtbarkeit und die Auswirkung landwirtschaftlicher Maßnahmen auf die Bodenfauna. – Kali-Briefe 16, 529–548.
- BOSTRÖM, U., 1986: The effect of soil compaction on earthworms in a heavy clay soil. – Swed. J. Agric. Res. 16, 137–141.
- DAUGBJERG, P., 1988: Temperature and moisture preferences of three earthworm species (*Oligochaeta: Lumbricidae*). – Pedobiologia 32, 57–64.
- DUNGER, W., 1983: Tiere im Boden. – Neue Brehm Bücherei, Wittenberg, 3. Aufl., 280 S.
- FRIEBE, B., 1988: Einflüsse unterschiedlicher Verfahren der Bodenbearbeitung auf die Bodenfauna. – Zwischenbericht für 1987 zum BMFT/PBE-Projekt: Beurteilung von Bearbeitungssystemen hinsichtlich ihrer Arbeitseffekte und deren langfristigen Auswirkungen auf das Ökosystem Boden, Gießen.
- GRAFF, O., 1983: Unsere Regenwürmer. – Schaper-Verlag, Hannover, 112 S.
- HEISLER, C., 1989: Einfluß von Bodenverdichtungen auf Collembolen und Gamasiden und deren Rückwirkung. – Zwischenbericht für 1988 zum BMFT-Verbundprojekt: Belastung, Beanspruchung und Verdichtung von Böden durch landwirtschaftliche Maschinen und deren Auswirkungen auf Bodengefüge, Bodenorganismen und bodenbiologische Prozesse sowie Pflanzenwachstum und Ertrag, Braunschweig.
- HENKE, W. 1987: Einfluß der Bodenbearbeitung auf die Regenwurmaktivität. – Mitt. Bodenk. Ges. 55, 885–890.
- HORN, R., 1985: Der Einfluß der Bodenbearbeitung auf die mechanische Belastbarkeit von Böden als Pflanzenstandort. – Mitt. Bodenk. Ges. 43, 251–252.
- HOUSE, G. J.; PARMELEE, R. W., 1985: Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no-tillage agroecosystems. – Soil and Tillage Res. 5, 351–360.
- KÖLLER, K.-H., 1985: Bodenbearbeitung mit und ohne Pflug. – KTBL-Schrift 301, 145 S.
- MAYER, P.; SEUFERT, M. (Hrsg.), 1985: Rettet den Boden. Ein Stern-Report. – Stern-Buch Verl., Hamburg, 320 S.
- RÖSSNER, J.; SCHÄFER-PREGEL, R., 1988: Einflüsse unterschiedlicher Verfahren der Bodenbearbeitung auf die Abundanzdynamik mycophager, bacteriophager und räuberischer Nematoden. – Zwischenbericht für 1987 zum BMFT/PBE-Projekt: Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen hinsichtlich ihrer Arbeitseffekte und deren langfristigen Auswirkungen auf das Ökosystem Boden, Gießen.
- SACHSE, B., 1978: Kalkulation der Zersetzungseistung von Collembolen und Milben in einem Ackerboden. – Pedobiologia 18, 384–388.
- SCHAEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P., 1984: Lehrbuch der Bodenkunde. – Enke-Verl., Stuttgart, 11. Aufl., 442 S.
- SÖCHTIG, W., 1989: Aktivität und Biomasse der Lumbricidenfauna bei verschiedenen Verdichtungsgraden. – Zwischenbericht für 1988 zum BMFT-Verbundprojekt: Belastung, Beanspruchung und Verdichtung von Böden durch landwirtschaftliche Maschinen und deren Auswirkungen auf Bodengefüge, Bodenorganismen und bodenbiologische Prozesse sowie Pflanzenwachstum und Ertrag, Braunschweig.
- TROLLDENIER, G., 1986: Einfluß von Kulturmaßnahmen auf das Bodenleben. – Kali-Briefe 18, 371–382.

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Biol. Wolfgang Söchtig
Zoologisches Institut der
Technischen Universität
Pockelsstraße 10a
3300 Braunschweig

Pflanzenschutz und Bodenorganismen

Von Hartmut Kula

Einleitung

In der Bundesrepublik Deutschland müssen alle in Verkehr gebrachten Pflanzenschutzmittel durch die zuständige Bundesbehörde, die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, zugelassen werden. Die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels erfolgt nach Prüfung der vom Antragsteller einzureichenden Unterlagen über Untersuchungen zu Wirksamkeit, chemischen, physikalischen und toxikologischen Parametern. Als Einvernehmensbehörden sind das Umweltbundesamt (für die Bereiche Wasser, Luft und Abfall) und das Bundesgesundheitsamt (für die Bereiche Wirbeltier- und Humantoxizität) an der Zulassung beteiligt.

In der Bundesrepublik Deutschland sind zur Zeit ca. 1400 verschiedene Pflanzenschutzmittel mit insgesamt etwa 280 Wirkstoffen zugelassen (Stand 1989).

Der Verbrauch an Pflanzenschutzmitteln hat sich hierzulande in den letzten Jahren auf rund 30 000 Tonnen pro Jahr eingependelt. Nach einem Maximum im Jahr 1979 mit 33 650 Tonnen ist somit eine leicht rückläufige Tendenz zu beobachten.

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln dient dem Schutz von Nutzpflanzen gegenüber dem Befall durch Schadorganismen.

Da Pflanzenschutzmittel aber nicht streng selektiv wirken, ist in der Regel mit Nebenwirkungen auf Nichtzielorganismen, so z. B. auch auf Nützlinge, zu rechnen.

Das neue Pflanzenschutzgesetz von 1986 besagt in §15 Abs.1, daß bei bestimmungs- und sachgerechter Anwendung nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis nicht vertretbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt vermieden werden sollen.

Im folgenden soll ein kurzer Abriss der bisherigen Erkenntnisse über die Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielorganismen gegeben werden. Die Betrachtung beschränkt sich hierbei auf drei wichtige Gruppen der Bodenfauna:

1. Primärzersetzer – Regenwürmer
2. Sekundärzersetzer – Mesofauna (Milben und Collembolen)
3. Raubarthropoden – Laufkäfer

Wie gelangen Pflanzenschutzmittel in den Boden?

Prinzipiell können Pflanzenschutzmittel bei der Applikation direkt auf den Boden

gelangen und dort abhängig von ihrer Löslichkeit entweder in den oberen Bodenschichten festgehalten oder aber auch in tiefere Bodenschichten ausgewaschen werden. Über die Substanzmenge, die auf diese Weise direkt bei der Applikation auf dem Boden deponiert wird, läßt sich keine allgemeingültige Aussage treffen, da diese abhängig von vielen Faktoren ist, wie z. B. Art der Spritzdüse, Flächendeckung und Höhe des Bestandes, Windgeschwindigkeit etc.

In einem Weizenbestand kurz vor der Blüte stellte SHIRES (1985) fest, daß bei sachgerechter Anwendung 60–75 % der ausgebrachten Pflanzenschutzmittel (Cypermethrin, Methyl-Parathion, DDT) direkt nach der Applikation im Boden nachzuweisen waren.

Als weitere Möglichkeit kann Spritzbrühe von den behandelten Pflanzen abtropfen und so, eventuell schon chemisch verändert, auf den Boden gelangen.

Eine letzte Möglichkeit ist gegeben, wenn pflanzliche Substanz mit Pflanzenschutzmittelrückständen als Streu auf den Boden gelangt bzw. Ernterückstände und Stoppeln in den Boden eingearbeitet werden.

Tab. 1. Bodenparameter mit Einfluß auf den Abbau von Pflanzenschutzmitteln (nach HAIDER 1985)

Klimatische Parameter	Bodeneigene Parameter	Biologische Parameter
<ul style="list-style-type: none"> - Temperatur - Feuchte - Durchlüftung 	<ul style="list-style-type: none"> - Textur - Tonminerale - Huminstoffe - pH-Wert 	<ul style="list-style-type: none"> - Mikrobielle Biomasse - Artenzusammensetzung - Aktivitätszustand

Was passiert mit dem Pflanzenschutzmittel im Boden?

Das weitere Schicksal eines Pflanzenschutzmittels hängt von vielen Faktoren ab, die in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Der Abbau von Pflanzenschutzmitteln erfolgt durch chemisch-physikalische Reaktionen wie z. B. photolytische Zersetzung, hauptsächlich aber durch biologische Reaktionen, nämlich letzten Endes durch die mikrobielle Mineralisation. Die Abbaubarkeit wird bestimmt durch das Ausmaß von Sorption und Desorption an festen Bodenbestandteilen. Natürlich ist auch der Gehalt an mikrobieller Biomasse, deren Artenzusammensetzung und Aktivitätszustand von großer Bedeutung.

Bisher wurden Pestizide in Kategorien wie persistent oder relativ leicht abbaubar eingeteilt. Diese Einteilung ist nicht differenziert genug, da man durch den Einsatz von radioaktiv markierten Pflanzenschutzmitteln nachweisen konnte, daß auch von den sogenannten leicht abbaubaren Substanzen zum Teil noch erhebliche Mengen im Boden vorliegen, die jedoch bisher mit den herkömmlichen chemischen Extraktionsmethoden nicht erfassbar waren. In allen bisher untersuchten Wirkstoffklassen von Pflanzenschutzmitteln ließen sich diese sogenannten gebundenen Rückstände nachweisen. Zwischen 20 und 70 % der Ursprungschemikalie bzw. ihrer Abbauprodukte werden gebunden (CALDERBANK 1989).

Die Bindung erfolgt durch Adsorption, wobei der Anteil organischen Materials im Boden ausschlaggebend ist. Auch die mineralischen Bodenkolloide spielen eine wichtige, zum Teil ergänzende Rolle. Aromatische Amine wie Parathion (E605 forte) können sogar durch eine Reaktion mit der organischen Fraktion kovalent gebunden werden. Die Bindung geht mit dem Verlust der biologischen Aktivität einher, die gebundenen Rückstände sind aber, obwohl chemisch nicht extrahierbar, doch bioverfügbar (HAQUE, SCHUPHAN und EBING 1982).

Durch die Adsorption bzw. Bindung wird der Abbau generell verlangsamt, wie folgendes Beispiel zeigt:

Neun Jahre nach einer Behandlung mit radioaktiv markiertem Atrazin ließen sich noch 83 % der Radioaktivität im Boden nachweisen, wobei 50 % gebundene Rückstände und 10 % unveränderte Ausgangssubstanz darstellten (CALDERBANK 1989). Ob es durch den verlangsamteten Abbau zu einem steigenden Potential an ge-

bundenen Rückständen kommen kann, ist noch nicht eindeutig geklärt. Einer Modellvorstellung nach kommt es nach einer Akkumulationsphase zu einem Gleichgewichtszustand, bei dem durch Desorption so viel Pflanzenschutzmittel freigesetzt wird, in Bodenlösung geht und dort durch mikrobiellen Abbau mineralisiert wird, wie gleichzeitig neu gebunden wird (FÜHR, KLOSKOWSKI und BURAUER 1985).

Wie erfolgt die Kontamination der Bodenorganismen?

Bodentiere können sich generell über drei Wege mit Pflanzenschutzmitteln kontaminieren:

1. durch direkten Kontakt bei der Applikation bzw. durch Spritzbeläge,
2. durch im Bodenwasser gelöste Pflanzenschutzmittel,
3. über die Nahrung.

Je nach Lebensweise sind Bodenorganismen jedoch in unterschiedlichem Maß durch Pflanzenschutzmittel gefährdet.

Bei Regenwürmern lassen sich drei Lebensformtypen mit unterschiedlichen Aufenthaltsorten und Nahrungsstrategien unterscheiden (BOUCHE 1977). Die oberflächlich in der Humusschicht lebenden Streubewohner können direkt von der Spritzbrühe bzw. Spritzbelägen getroffen werden, sich aber auch über die Nahrung kontaminieren. Die tiefer im Boden lebenden Mineralbodenformen sind nur dann besonders gefährdet, wenn Pflanzenschutzmittel aufgrund ihrer Löslichkeit in diese Bodenschichten eingewaschen werden. Der Große Regenwurm *Lumbricus terrestris*, der sich in tiefreichenden Bodengängen aufhält, zur Nahrungssuche aber die Bodenoberfläche abweidet, ist besonders durch Spritzbeläge und kontaminierte Nahrung gefährdet. Jugendstadien aller drei Lebensformen halten sich meist in den obersten Bodenschichten auf, sind also ebenfalls besonders stark gefährdet.

Anders sieht es bei oberflächenaktiven Raubarthropoden wie den Laufkäfern aus. Die vagilen Tiere werden entweder bei der Applikation direkt getroffen oder nehmen beim Putzvorgang der Tarsenglieder ihrer Laufbeine Pflanzenschutzmittelrückstände auf. Ein weiterer, oft erheblicher Teil wird auch hier über die kontaminierte Nahrung (polyphage Räuber) aufgenommen.

Bei Collembolen und Milben lassen sich ebenfalls verschiedene Lebensformtypen differenzieren, die in unterschiedlichem Maß getroffen werden.

Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Bodentiere

Vergleicht man die negativen Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielorganismen, so läßt sich feststellen, daß Herbizide in der Regel geringe Nebenwirkungen aufweisen. Diese sind zumeist indirekter Natur (Reduktion des Nahrungsangebots, Zerstörung der Habitatstruktur).

Ähnliches gilt für Fungizide, allerdings gibt es hier Ausnahmen, auf die später noch eingegangen wird (EDWARDS und THOMPSON 1973).

Die stärksten Nebenwirkungen treten bei Insektiziden auf, auf die sich die folgenden Aussagen im wesentlichen beschränken.

Insektizide lassen sich grob in drei Wirkstoffklassen einteilen:

1. Chlorierte Kohlenwasserstoffe

- sehr persistente, wasserunlösliche Substanzen
- klassisches Beispiel: DDT
- langfristiger Trend: Ersatz durch weniger persistente Verbindungen
- heute (1989) noch zugelassen (z. B.): Endosulfan (Thiodan)
- Lindan (Nexit stark, Verindal Ultra)

2. Organophosphorverbindungen

- weniger persistent, meist wasserlöslich (bleiben an der Bodenoberfläche)
- schnelle Aufnahme in die Pflanze, dadurch zum Teil systemische Wirkung
- Beispiel: Parathion (E605 forte)

3. Carbamate

- sehr kurzlebige Substanzen
- hochtoxisch, mit insektizider, fungizider und herbizider Wirkung
- Beispiel: Carbofuran (Curaterr)

Anstelle einer Auflistung der Auswirkungen einzelner Präparate sollen im folgenden charakteristische Beispiele dargestellt werden.

Milben werden von allen drei Wirkstoffklassen beeinflusst. Dabei werden Raubmilben besonders drastisch reduziert. Durch den Wegfall der natürlichen Feinde können sich in Obstanlagen nun Schaderreger wie die Spinnmilben aus der Gruppe der Tetranychidae überproportional vermehren. Von der Reduktion der Raubmilben profitieren meistens auch die Collembolen, wobei resistenteren Arten ebenfalls zu starken Übervermehrungen neigen, wie am Beispiel der Abbildung 1 verdeutlicht wird (EDWARDS und THOMPSON 1973).

Ein weiteres, interessantes Beispiel ist der Einsatz von regenwurmtoxischen Fungiziden aus der Gruppe der Benzimidazole (Benomyl, Carbendazim) in Apfelobstanlagen. Der Große Regenwurm (*L. terrestris*) ist hier hauptsächlich verantwortlich für den Abbau der Bodenstreu. Durch das Einziehen von Fallaub in den Boden werden auch die auf den abgefallenen Blättern überwinterten Ascosporen des Apfelschorfes (*Venturia inaequalis*) nachhaltig reduziert. Kommt es nun durch den Einsatz von regenwurmtoxischen Fungiziden

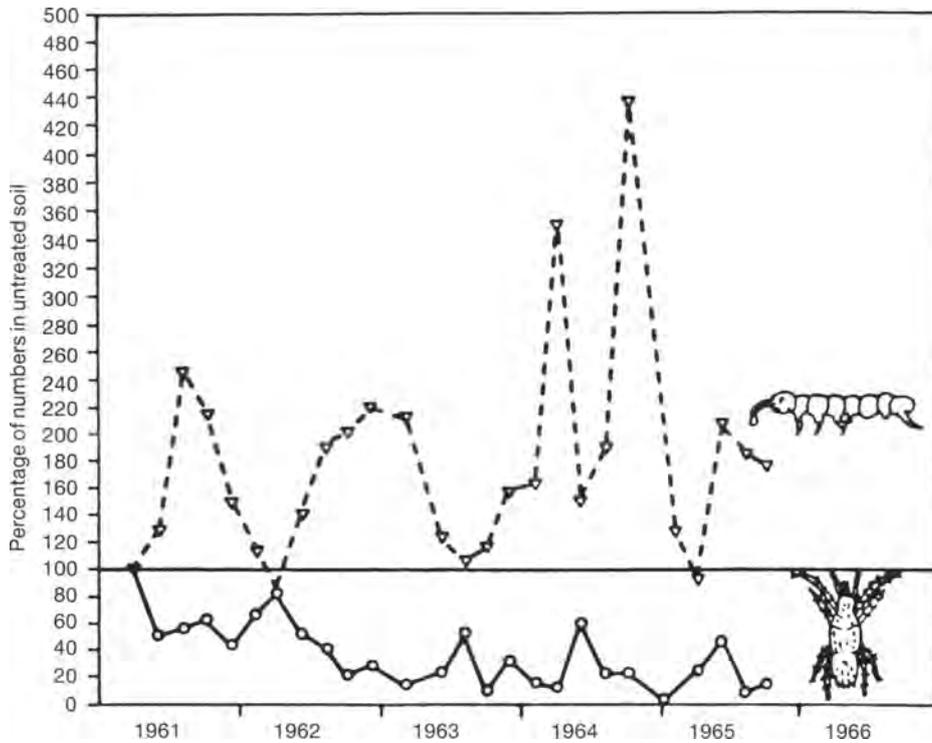


Abb. 1. Auswirkungen von DDT auf Raubmilben ○-○ und deren Hauptbeute Collemboles ▽-▽ (nach EDWARDS und THOMPSON 1973)

zu einer Beeinträchtigung der Regenwurm-tätigkeit, so kann dieses indirekt zu einer Förderung der Pilzkrankheiten beitragen, zu deren Bekämpfung die Fungizide eigentlich eingesetzt waren. Nach NIKLAS und KENNEL (1978) reduziert Benomyl die Population von *L. terrestris* um 80%. Bei häufiger Anwendung kann *L. terrestris* die behandelten Flächen nicht wiederbesiedeln (EDWARDS und BROWN 1982).

Fraßversuche haben ergeben, daß kontaminierte Nahrung gemieden wird. Zum Beispiel wird bei einem Rückstand von 1,75 µg/cm² Benomyl, was einer üblichen Spritzung entspricht, keine Nahrung mehr aufgenommen (STRINGER und WRIGHT 1973).

Die Einschränkung der Regenwurmaktivität läßt sich sehr gut mit Hilfe von künstlich in einem geometrischen Muster ausgelegten Zweigstücken in einem Halbfreilandversuch demonstrieren (s. Abbildung 2). Mit zunehmender Menge an Pflanzenschutzmittel werden immer weniger Zweigstücke bewegt bzw. in den Boden eingezogen.

Aufgrund ihrer großen bodenbiologischen Bedeutung existiert eine Fülle von Literaturdaten über Regenwürmer, so daß sich die Auswirkungen der einzelnen Wirkstoffklassen summarisch beurteilen lassen (LEE 1985; HAQUE und PFLUGMACHER 1985).

Bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen gibt es mit Ausnahme von Endosulfan (Thiodan), welches sehr toxisch ist, nur geringe direkte Nebenwirkungen. Allerdings werden chlorierte Kohlenwasserstoffe sehr stark akkumuliert (Anreicherungs-fak-

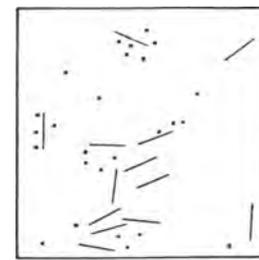
tor bis ca. 20), so daß Folgeglieder in der Nahrungskette wie z. B. Vögel beeinträchtigt werden können (GISH 1970; EBING 1985).

Organophosphorverbindungen zeigen in der Regel mittelstarke Auswirkungen, aber auch hier besteht der Verdacht auf Anreicherung im tierischen Gewebe.

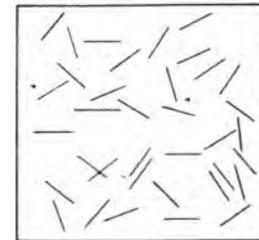
Carbamate zeigen eine sehr hohe Regenwurmtoxizität, durch die Art der Applikation läßt sich die Gefährdung jedoch vermindern. Reihen- bzw. Bandbehandlung und Zeitpunkt der Applikation (kurzlebige Substanz!) sind hier wichtige Faktoren.

Anhand des Carbamates Carbofuran (Curaterr) soll kurz der Metabolismus eines Pflanzenschutzmittels aufgezeigt werden. Die Aufnahme erfolgt hauptsächlich über die Hautoberfläche. *L. terrestris* scheidet innerhalb der ersten 48 Stunden nach Kontamination nur 8% wieder aus, von den aufgenommenen 92% lassen sich 47% nicht extrahieren, 40% werden in Form eines polaren Metaboliten festgelegt. Im Gegensatz dazu scheidet der Kompostwurm *Eisenia foetida* innerhalb der ersten 48 Stunden 95% der Substanz wieder aus, wobei ca. 50% nicht metabolisierte Ursprungssubstanz darstellen (GILMAN und VARDANIS 1974).

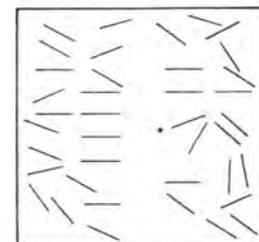
L. terrestris wird durch Carbofuran immobilisiert, kann also behandelte Flächen nicht verlassen. Ebenso hat Carbofuran keinen Repellent-Effekt auf *L. terrestris*. Im Gegensatz hierzu kann *E. foetida* sowohl kontaminierte Flächen erkennen und meiden, als auch aus kontaminierten Flächen fliehen (GILMAN und VARDANIS 1974).



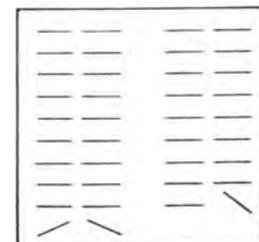
Behandlung mit Wasser
Sämtliche Apfelzweigstücke (—) wurden bewegt und ein großer Teil ganz oder teilweise in den Boden eingezogen (•).



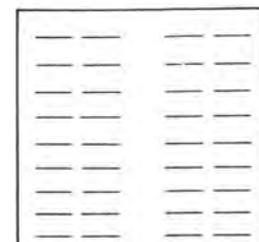
Behandlung mit 0,027 % Äthylparathion
Das verwendete Insektizid beeinflusst die Aktivität der Würmer stark negativ. Im Vergleich zur Behandlung mit Wasser (gleiche Ausbringungsmenge) blieben doch 4 Aststücke unbewegt, und nur 2 Äste wurden in den Boden eingezogen.



Behandlung mit 0,005 % Benomyl
Durch die Fungizidbehandlung – obwohl nur gegen Pilze gerichtet – wurden die Würmer im Boden empfindlich gestört. Nur ein Zweigstück wurde eingegraben, viele dagegen wurden gar nicht bewegt.



Behandlung mit 0,025 % Benomyl
Bei dieser Fungizidkonzentration kam die Wurmkaktivität praktisch vollständig zum Erliegen. Es ist interessant festzustellen, daß das Insektizid (Äthylparathion) bei praktisch gleicher Konzentration weniger schädlich wirkte als das Fungizid.



Beispiel ohne Würmer
(bzw. Auslage der Aststücke zu Beginn eines Versuches am Abend) Die Veränderung der Lage wurde am folgenden Morgen gemessen.

Quelle
Stringer Wright 1973

Abb. 2. Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf Regenwürmer, gemessen an der Leistung beim Beseitigen von Apfelzweigstücken (nach STRINGER und WRIGHT 1973)

Regenwürmer zeigen also ganz unterschiedliche Reaktionen auf Pflanzenschutzmittel, was die Abschätzung einer Gefährdung kompliziert.

Bei Insekten kommt es erwartungsgemäß zu Reduktionen, da eine absolute Spezifität der Pflanzenschutzmittel nicht vorhanden ist. Drastische Reduktionen von Nützlingen wie Laufkäfern und Kurzflügelkäfern treten bei vielen Pflanzenschutzmitteln auf. Aufgrund der hohen Mobilität der Tiere werden die Flächen aber schnell (innerhalb von 4–8 Wochen) von außen her wiederbesiedelt. Dieses ist allerdings nur dann möglich, wenn neben den behandelten Flächen noch unbelastete Rückzugs- und Regenerationsgebiete existieren.

Schlußbetrachtung

Die angeführten Ergebnisse zeigen deutlich, daß es durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu Beeinträchtigungen der Bodenorganismen in Agrarbiozöten kommen kann. Die unterschiedlichen Reaktionen der einzelnen Tiergruppen bzw. -arten erschweren eine einheitliche und eindeutige Risikoabschätzung bei der Bewertung der negativen Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln. Im Rahmen der vom Pflanzenschutzgesetz von 1986 vorgeschriebenen Naturhaushaltsprüfungen werden von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Prüfrichtlinien entwickelt, um bei sachgemäßer Anwendung negative Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln möglichst zu verhindern. Stellvertretend für die Primärzersetzer der Bodenfauna ist der Kompostwurm *E. foetida* als Testorganismus ausgewählt worden. In einer obligatorischen Laborprüfung wird die akute Toxizität festgestellt. Bei Bedarf können als zusätzliche Bewertungskriterien subletale Parameter wie Reproduktionsleistung und Biomasseentwicklung herangezogen werden. In kritischen Fällen soll als letzte Prüfstufe eine Freilandprüfung unter praxisnahen Bedingungen durchgeführt werden.

Um die Auswirkungen auf die Bodenmesofauna (Collembolen und Milben) zu bewerten, wird zur Zeit untersucht, ob sich eine Funktionsprüfung (z. B. Streuabbaurate) als geeignet erweist, da hier aufgrund der

großen Artenfülle und der Schwierigkeiten bei der praktischen Durchführung Einzelartprüfungen wie bei den Regenwürmern nicht geeignet scheinen.

Für die Laufkäfer befinden sich Labor- und Freilandprüfmethoden ebenfalls in der Entwicklung.

Literatur

- BOUCHE, M., 1977: Strategies lombriciennes. – Ecological Bulletin (Stockholm) 25, 122–132.
- CALDERBANK, A., 1989: The occurrence and significance of bound pesticide residues in soil. – Rev. Environ. Contam. Toxicol. 108, 71–104.
- EBING, W., 1985: Das Rückstandsverhalten von Insektiziden und Fungiziden im Boden. – Ber. über Landwirtschaft, 198. Sonderheft, 35–68.
- EDWARDS, C. A.; THOMPSON, A. R., 1973: Pesticides and the soil fauna. – Residue Reviews 45, 1–79.
- EDWARDS, P. J.; BROWN, S. M., 1982: Use of grassland plots to study the effect of pesticides on earthworms. – Pedobiologia 24, 145–150.
- FÜHR, F.; KLOSKOWSKI, R.; BURAUDEL, P., 1985: Bedeutung der gebundenen Rückstände. – Ber. über Landwirtschaft, 198. Sonderheft, 106–126.
- GILMAN, A. P.; VARDANIS, A., 1974: Carbofuran. Comparative toxicity and metabolism in the worms *Lumbricus terrestris* L. and *Eisenia foetida* S.. – J. Agr. Food Chem. 22, 625–628.
- GISH, C. D., 1970: Organochlorine insecticide residues in soils and soil invertebrates from

agricultural lands. – Pesticides Monitoring Journal 3, 241–252.

- HAIDER, K., 1985: Der Einfluß von Bodenparametern auf den Abbau von Pflanzenschutzmitteln. – Ber. über Landwirtschaft, 198. Sonderheft, 81–92.
- HAQUE, A.; SCHUPHAN, J.; EBING, W., 1982: Bioavailability of conjugated and soilbound ¹⁴C-Hydroxyimino-linuron- β -D-glucoside residues to earthworms and ryegrass. – Pesticide Science 13, 219–228.
- HAQUE, A.; PFLUGMACHER, J., 1985: Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf Regenwürmer. – Ber. über Landwirtschaft, 198. Sonderheft, 176–189.
- LEE, K. E., 1985: Earthworms. – Academic Press, New York.
- NIKLAS, J.; KENNEL, W., 1978: Lumbricidenpopulationen in Obstanlagen der Bundesrepublik Deutschland und ihre Beeinflussung durch Fungizide auf Basis von Kupferverbindungen und Benzimidazolderivaten. – Z. Pfl.krankh. Pfl.schutz 85, 705–713.
- SHIRES, S. W., 1985: A comparison of the effects of cypermethrin, parthion-methyl and DDT on cereal aphids, predatory beetles, earthworms and litter decomposition in spring wheat. – Crop Protection 4, 177–193.
- STRINGER, A.; WRIGHT, M. A., 1973: The effect of Benomyl and some related compounds on *Lumbricus terrestris* and other earthworms. – Pesticide Science 4, 165–170.

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Biol. Hartmut Kula
Zoologisches Institut
der TU Braunschweig
Pockelsstraße 10a
3300 Braunschweig

Bodenbewirtschaftung und Bodenmikroflora

Von Steffen Stölzer

Methodische Probleme der Bodenmikrobiologie

Die methodischen Ansätze zur Erfassung der Bodenmikroflora unterscheiden sich grundsätzlich von denen der Bodenzoologie. Während die Tierwelt sich am besten durch morphologische Kriterien und bestimmte Verhaltensweisen beschreiben läßt, sind Mikroorganismen, insbesondere Bakterien, eher durch spezifische Stoffwechselleistungen als durch ihre äußere Form charakterisierbar. Von der Intensität eines bestimmten biochemischen Stoffumsatzes im Boden kann man auf die Zahl der Mikroorganismen zurückschließen, die zu dieser Leistung befähigt sind.

So kann die Gesamtbiomasse z. B. über die Bodenatmung bestimmt werden. Dem Boden wird Zucker (Glucose) zugegeben, um auch Mikroorganismen im Ruhestand zu aktivieren. Die Kohlendioxidfreisetzung pro Zeiteinheit ist ein Maß für die mikrobielle Biomasse, d. h. für die Gesamtheit der lebenden Bodenmikroorganismen. Auch die Untersuchung bestimmter Mikroorganismengruppen, wie z. B. der Nitrifikanten, Celluloseabbauer oder Stickstoff-

fixierer erfolgt über die Bestimmung der Ausgangs- und Endprodukte der entsprechenden biochemischen Reaktionen. Auch hier wird mikrobielle Aktivität mit Hilfe chemischer Analytik gemessen.

Symbiosen, Antibiosen, sich gegenseitig ergänzende Stoffwechselwege verschiedener Mikroorganismengruppen, die räumliche Verteilung und das Zusammenwirken im Mikrolebensraum lassen sich mit Hilfe dieser Methodik kaum erfassen. Die Isolation bestimmter Organismen und die Simulation von Naturvorgängen im Labor führen häufig zu Ergebnissen, die auf das Freiland nicht übertragbar sind. Über die kleinräumige Verzahnung mikrobieller Lebensgemeinschaften im Boden ist deshalb bis heute nur wenig bekannt.

Einige Fakten und Zahlen zur Bodenmikroflora

Zu den Bodenmikroorganismen im engeren Sinne gehören die Bakterien, die Pilze und die Aktinomyzeten, die den Bakterien zwar verwandt sind, aber wie die Pilze ein Myzel bilden. Im weiteren Sinne werden manchmal auch die Protozoen (eukaryote

Einzeller) und die Algen dazugerechnet. Die Mikroflora macht 75–95 % der Biomasse des Bodenlebens aus. In einem Gramm Boden können sich mehrere Milliarden Bakterien befinden. 60 bis 90 % der mikrobiellen Biomasse im Boden wird von Pilzen gebildet. Der größte Teil der Bodenmikroorganismen befindet sich wegen Nährstoffmangel im Ruhezustand (TROLLDENIER 1986).

Die Bedeutung der Bodenmikroflora für die Pflanze

Der Boden ist nicht nur Nährstoffspeicher und physikalischer Rückhalt für die Pflanzenwurzel, sondern es bestehen vielfältige Wechselwirkungen zwischen Bodenmikroorganismen und Pflanzen. Im folgenden wird deutlich, warum die Mikroorganismen für die Pflanzen auf Dauer unentbehrlich sind.

Mineralisation der organischen Substanz

Die Bodenmikroorganismen sind dafür verantwortlich, daß alle pflanzlichen und tierischen Rückstände zersetzt werden,

die auf der Erde anfallen. 70 % der organischen Stoffe werden dabei zu Kohlendioxid und verschiedenen Mineralstoffen abgebaut, während ca. 30 % in stabile Huminstoffe (Humus) umgewandelt werden (TROLLDENIER 1986). Der Humus entsteht hauptsächlich aus Spaltprodukten des Lignins, das z. B. in Stroh und Holz vorkommt. Das entstehende Kohlendioxid entweicht in die Atmosphäre, wird von den Pflanzen aufgenommen und dort wieder zu organischer Substanz umgebaut. Hier schließt sich der Kohlenstoffkreislauf. Die freiwerdenden Mineralstoffe kommen den Pflanzen als Nährstoffe über den Boden zugute. Der Humus verbessert aufgrund seiner hohen Nährstoffadsorption, seiner Wasserkapazität und Luftführung jeden Pflanzenstandort. Leicht verwertbare Stoffe wie Zucker und Aminosäuren werden von einer Vielzahl von Mikroorganismengruppen abgebaut, wohingegen für die Zersetzung von Zellulose und Lignin die Aktivität von Spezialisten erforderlich ist. So wird das Lignin zum größten Teil von Vertretern der Basidiomyceten (»Hutpilze«) abgebaut.

Der Kreislauf des Stickstoffes

Der in der Lufthülle der Erde als N_2 reichlich vorhandene Stickstoff kann von den Pflanzen in dieser Form nicht aufgenommen werden. Hier werden Mikroorganismen tätig, die das Enzym Nitrogenase besitzen. Das Enzym ist in der Lage, molekularen Luftstickstoff in pflanzenverfügbares Ammonium umzuwandeln. Solche Mikroorganismen – man nennt sie Stickstofffixierer – leben entweder frei im Boden oder in Symbiose mit bestimmten Pflanzenarten.

Freilebende Stickstofffixierer findet man unter den heterotrophen Bakterien (Bakterien, die von toter organischer Substanz leben), besonders aber unter den Cyanobakterien, die wie die grünen Pflanzen zur Photosynthese befähigt sind. Die Angaben über die Fixierungsleistung der freilebenden Stickstoffbinder schwanken in der Literatur zwischen wenigen kg und 55 kg N/ha/Jahr (ALDAG 1986).

Wesentlich mehr Stickstoff wird durch Rhizobien gebunden, die mit Leguminosen in Symbiose leben. Man spricht hier von bis zu mehreren hundert kg N/ha/Jahr (MENGEL 1979). Die Rhizobien veranlassen die Leguminosen (z. B. Klee, Lupine, Luzerne, Ackerbohne) zur Bildung von Wurzelknöllchen, die den Bakterien dann als Lebensraum dienen. Leguminosenreiche Fruchtfolgen leisten einen beträchtlichen Beitrag zur biologischen Stickstoffversorgung landwirtschaftlicher Kulturen.

Auch für den Abbau der N-reichen Proteine sowie die weiteren Verwandlungen des Stickstoffs im Boden bis hin zur Rückkehr in die Atmosphäre sind Mikroorganismen verantwortlich. Beim Abbau der organischen Materialien entsteht zunächst Ammonium, welches dann von spezialisierten Bakterien, den Nitrifikanten, zu Nitrat um-

gewandelt wird. Das Nitrat wird großenteils von Pflanzen aufgenommen bzw. ins Grundwasser ausgewaschen. Ein Teil des Nitrates wird von Denitrifikanten wieder zu N_2 umgewandelt und entweicht in die Atmosphäre. Auswaschung ins Grundwasser und Denitrifikation können beträchtliche Stickstoffverluste zur Folge haben, die bei der N-Versorgung von Kulturpflanzen in Rechnung zu stellen sind (MENGEL 1979).

Symbiosen im Wurzelraum

In einem engen Bereich um die Pflanzenwurzeln herum (Rhizosphäre) findet man eine 10- bis 1000fach höhere Konzentration von Mikroorganismen als im umliegenden Boden. Die Mikroorganismen leben dort von verschiedenen Stoffen, die von der Pflanzenwurzel ausgeschieden werden, wie z. B. Zucker, Aminosäuren und organische Säuren. Die wurzelnahe Mikroflora bringt ihrerseits für die Pflanze vielfältigen Nutzen. So scheiden einige Bakterien wie *Pseudomonas*- und *Bacillus*-arten Wachstumsstoffe aus, die das Pflanzenwachstum fördern. Die gleichen Bakterienarten produzieren Vitamine, von denen ebenfalls eine Stimulation der Pflanzen vermutet wird. Auch Polysaccharide aus der bakteriellen Schleimhülle zeigten in Versuchen eine positive Wirkung auf Weizenwurzeln (VANCURA und KUNG 1987).

Im allgemeinen leben im wurzelnahen Raum viel mehr Bakterien als Pilze. Ein Sonderfall ist die Symbiose von Pflanzen mit Mykorrhizapilzen. Auch hier liefert die Pflanze den in die Wurzel eindringenden Pilzen Kohlehydrate, während die Mykorrhiza die Pflanze mit Phosphat versorgt. Diese Pilze sind im Gegensatz zu den Pflanzen in der Lage, schwer lösliche Eisen- und Aluminiumphosphate aus dem Boden aufzuschließen (MENGEL 1979).

Antagonismus gegen Pflanzenkrankheiten

Auf mikrobiell reich belebten Böden ist die Gefahr der Ausbreitung von pilzlichen Schaderregern viel geringer als auf weniger belebten Böden, weil die Pflanzenparasiten sich dort gegen einen starken Konkurrenzdruck der saprophytischen Mikroflora durchsetzen müssen. Daneben gibt es im Boden viele Organismen, die gegen phytopathogene Pilze antagonistisch wirken. Dazu zählen insbesondere die bereits erwähnten Bakterienarten der *Pseudomonaden* und *Bacillen*, die im wurzelnahen Raum gehäuft vorkommen (VANCURA und KUNG 1987). Es gibt bereits eine Vielzahl von erfolgreichen Versuchen zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten mit Hilfe von antagonistischen Bakterienstämmen. Auch die Unterdrückung von Pflanzenkrankheiten durch Kompostgaben oder die Spritzung mit Kompostextrakten ist möglicherweise auf mikrobielle Antagonismen zurückzuführen (STINDT und WELTZIEN 1988).

Beeinflussung der Bodenmikroflora durch Kulturmaßnahmen

Das ausgewogene Zusammenwirken von Pflanzen und Mikroorganismen ist sowohl für die Stabilität des irdischen Ökosystems als auch für die Fruchtbarkeit des einzelnen Standortes unverzichtbar. In diesem Abschnitt soll erörtert werden, welche Kulturmaßnahmen dieses Gleichgewicht fördern und welche es stören.

Bodenbearbeitung

Wendende Bodenbearbeitung (Pflügen) zerstört die gewachsene Struktur der Mikrobiellen Lebensgemeinschaften, und die mikrobiellen Lebensgemeinschaften müssen sich jedesmal wieder neu zusammenfinden. Auf Flächen mit pflugloser Bodenbearbeitung findet man meist höhere Biomassewerte als auf gepflügten Flächen. Die Mikroorganismen sind dabei auch unempfindlicher gegenüber Streß wie z. B. Austrocknung des Bodens (DOMSCH, JAGNOW und ANDERSON 1983).

Ein unerwünschter Nebeneffekt der Bodenbearbeitung ist die zunehmende Bodenverdichtung durch schwere Landmaschinen. Das Bodengefüge enthält zunehmend weniger Grob- und Mittelporen, was die Luftführung erheblich beeinträchtigen kann. In den Mikrobiellen Lebensräumen, die von der Luftzufuhr abgeschnitten sind, entwickelt sich eine anaerobe Mikroflora. In der Folge kommt es zu erhöhten Stickstoffverlusten durch Denitrifikation und zur Bildung von organischen Säuren durch unvollständigen Abbau der pflanzlichen Rückstände (TROLLDENIER 1986).

Düngung

Mineralische Stickstoffdüngung hat weder positive noch negative Auswirkungen auf die Gesamtbiomasse. Die Vermehrung der Mikroflora wird auf Ackerböden im allgemeinen durch geringe Kohlenstoffgehalte begrenzt, so daß die Mikroorganismen eine Stickstoffgabe nicht ausnutzen können (DOMSCH, JAGNOW und ANDERSON 1983).

Allerdings wird die Fähigkeit der Böden, sich auf mikrobiellem Wege selbst mit Stickstoff zu versorgen, durch hohe Mineralstickstoffgehalte abgeschwächt. So wirken hohe Mineralstickstoffgehalte im Boden hemmend auf die Knöllchenbildung bei Leguminosen (MENGEL 1979). Auch die N-Bindungsfähigkeit freilebender Stickstofffixierer wird durch N-Düngung oft verringert (ALDAG 1986). Bei Ernährung der Pflanze mit Ammoniumstickstoff findet man eine viel höhere Dichte von Bakterien im wurzelnahen Raum als bei Ernährung mit Nitratstickstoff (TROLLDENIER 1986). Dabei ist im Auge zu behalten, daß Ammonium im allgemeinen im Boden zu Nitrat umgesetzt wird, bevor es von der Pflanze aufgenommen werden kann.

Ideal wäre demnach eine langsam fließende Stickstoffquelle, welche nur soviel Stickstoff freigibt, wie die Pflanzen gerade benötigen. Dies ist bei vielen Arten von organischen Düngern der Fall. Nach einer organischen Düngung vermehren sich die Bodenmikroorganismen zunächst drastisch, solange bis die neue Nährstoffquelle aufgebraucht ist. Die Abbaugeschwindigkeit ist abhängig von Temperatur und Bodenfeuchte. Wärme und ausreichende Wasserversorgung beschleunigen den Abbau der organischen Substanz und somit die Bereitstellung von Pflanzennährstoffen. Daneben wird durch die Vermehrung der saprophytischen Mikroflora das Überhandnehmen von pilzlichen Pflanzenkrankheitserregern im Boden erschwert.

Die Anreicherung der Böden mit Schwermetallen aus Klärschlamm kann zur Beeinträchtigung der Bodenmikroflora führen. Zum Beispiel fand man eine Verringerung der Bodenatmung bei hohen Bleikonzentrationen und eine Abnahme der Nitrifikationsleistung bei Cadmiumanreicherungen (FILIP 1986). Da die Löslichkeit von Schwermetallen von verschiedenen Bodeneigenschaften abhängt (pH-Wert, Anteil organischer Substanz), sind allgemeine Aussagen jedoch kaum möglich.

Die Kalkung saurer Böden ist aus bodenmikrobiologischer Sicht eine nützliche Maßnahme. Durch die Erhöhung des pH-Wertes werden günstige Bedingungen für das Wachstum der meisten Mikroorganismen geschaffen (TROLLDENIER 1986). Bakterien werden eher gefördert als Pilze, die Vermehrung pilzlicher Krankheitserreger somit erschwert.

Pestizide

Den Bodenmikroorganismen ist es zu verdanken, daß Pflanzenschutzmittel, die in den Boden gelangen, nach einer gewissen Zeit abgebaut und somit unschädlich gemacht werden. Viele Pestizide sind schon

nach mehreren Monaten nicht mehr nachweisbar, wohingegen andere, wie z. B. die Chlorkohlenwasserstoffe, bis zu 30 Jahren erhalten bleiben (SAUERBECK 1984). Welche unbeabsichtigten Nebenwirkungen Pflanzenschutzmittel ihrerseits auf die Bodenmikroflora haben, ist im Freiland oft schwer nachzuweisen, weil die Effekte von den natürlichen Schwankungen der Bodenmikroflora überlagert werden. Nach DOMSCH, JAGNOW und ANDERSON (1983) ist eine Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die mikrobielle Aktivität erst dann als kritisch einzustufen, wenn sie nach 2 Monaten noch nachweisbar ist. Danach ist der Einfluß der meisten Pestizide auf die Bodenmikroflora vernachlässigbar gering. Allerdings gibt es hier auch Ausnahmen. Z. B. hemmen die Insektizide DDT und HCH (Lindan) sowie das Fungizid Thiram die Nitrifikation. DDT schädigt darüber hinaus die Protozoen (DOMSCH, JAGNOW und ANDERSON 1983). Mehrere Herbizide beeinträchtigen die für die N-Fixierung wichtige Cyanobakterienflora (ALDAG 1986). Bodenentseuchungsmittel, wie z. B. Methylbromid, schädigen längerfristig viele Mikroorganismengruppen (DOMSCH, JAGNOW und ANDERSON 1983).

Diskussion

Nach heutigem Erkenntnisstand scheint die Bodenmikroflora in ihrer Gesamtheit relativ stabil gegenüber menschlichen Eingriffen zu sein. Allerdings können bestimmte Organismengruppen durch Kulturmaßnahmen gefördert oder auch geschädigt werden. Es ist nicht auszuschließen, daß die bisherigen Ergebnisse über Beeinträchtigungen der Mikroorganismen durch Bodenbearbeitung und Pestizideinsatz nur erste Hinweise auf einen viel umfangreicheren Problembereich darstellen. Man kann nur die Wirkungen finden, nach denen man sucht. So ist es unmöglich, in einem vielschichtigen System wie dem Boden allen denkbaren Ursache-Wir-

kungs-Ketten bis zum Ende nachzuspüren, schon deshalb, weil man oft genug nicht einmal ahnt, in welche Richtungen diese verlaufen. Mit unkalkulierbaren Folgen ist um so eher zu rechnen, je weiter man sich von natürlichen Grundprozessen entfernt und je tiefer man in das biochemische Stoffgefüge eingreift. Dies ist besonders beim Einsatz von chemisch synthetisierten und somit naturfremden Pestiziden zu bedenken.

Literatur

- ALDAG, R., 1986: Zur Wirkung von Herbiziden auf die Aktivität und Leistung von freilebenden N-Fixierern und Blaualgen in Böden. – Laufener Seminarbeiträge 7/86, 73–82, Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege Laufen.
- FILIP, Z., 1986: Bodenmikrobiologische Überlegungen zur Einschätzung der Ökotoxizität. – Schriftenreihe WaBoLu 64, 179–186.
- DOMSCH, K.; JAGNOW, G.; ANDERSON, T.-H., 1983: An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. – Residue Reviews 86.
- MENGEL, K., 1979: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- SAUERBECK, D., 1984: Funktionen, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agrilkulturchemischer Sicht. – Stuttgart: Kohlhammer – Materialien zur Umweltforschung 10.
- STINDT, A.; WELTZIEN, H. C., 1988: Wirkung von wässrigen, mikrobiologisch aktiven Kompostextrakten auf *Botrytis cinerea*, und Erklärungen zum Wirkungsmechanismus. – Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstw.
- TROLLDENIER, G., 1986: Einfluß von Kulturmaßnahmen auf das Bodenleben. – Laufener Seminarbeiträge 7/86, 51–56, Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege Laufen.
- VANCURA, V.; KUNG, F., 1987: Soil Microbial Associations – Control of Structures and Functions; Academia Praha.

Anschrift des Verfassers

Steffen Stölzer
Besselstraße 6
3300 Braunschweig

Aus dem Zoologischen Institut der TU Braunschweig

Klärschlamm, Schwermetalle und Bodentiere

Von Otto Larink, Barbara Lübben, Brunhild Glockemann und Sabine Prescher

Einleitung

Der Ackerboden ist ökologisch betrachtet ein recht extremer Lebensraum, denn verschiedene Bearbeitungsmaßnahmen stellen immer wieder starke Störungen dar. Mit der Ernte wird ein Teil der entstandenen Biomasse vom Feld entfernt, wodurch der natürliche Stoffkreislauf mit seinem Auf- und Abbau gestört ist. Zum Ausgleich ist eine Düngung erforderlich. Eine Bodenverbesserung und eine Steigerung des Gehaltes an organischer Substanz kann z. B. durch Ausbringen von Klärschlamm (KS) erzielt werden. In der Bundesrepublik wur-

den bisher 40 % des anfallenden KS landwirtschaftlich genutzt. Der grundsätzlich positiven Wirkung durch Zuführung von Nährstoffen und organischer Substanz stehen negative Aspekte gegenüber: Klärschlämme sind mit organischen und anorganischen Schadstoffen – insbesondere Schwermetallen – belastet. Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) geförderten Verbundprojektes »Siedlungsabfälle« führen wir zusammen mit Instituten der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig Untersuchungen auf Feldern durch, die unter-

schiedlich mit KS behandelt werden. Dem KS sind z. T. definierte Mengen der Schwermetalle (SM) Blei, Cadmium, Zink, Nickel, Kupfer, Chrom und Quecksilber beigemischt.

Ziel des Verbundprojektes ist, herauszufinden, welchen Einfluß KS und SM auf den Ackerboden und die Feldfrüchte haben. Für unser Teilprojekt lautet die Frage: Wie reagieren die Bodentiere, die als Indikatoren für Belastungen des Ökosystems Boden dienen können, auf den KS und kommt es zur Akkumulation von SM? Dabei geht es um die Überprüfung der Grenzwerte von SM in der Klärschlamm-Verordnung.

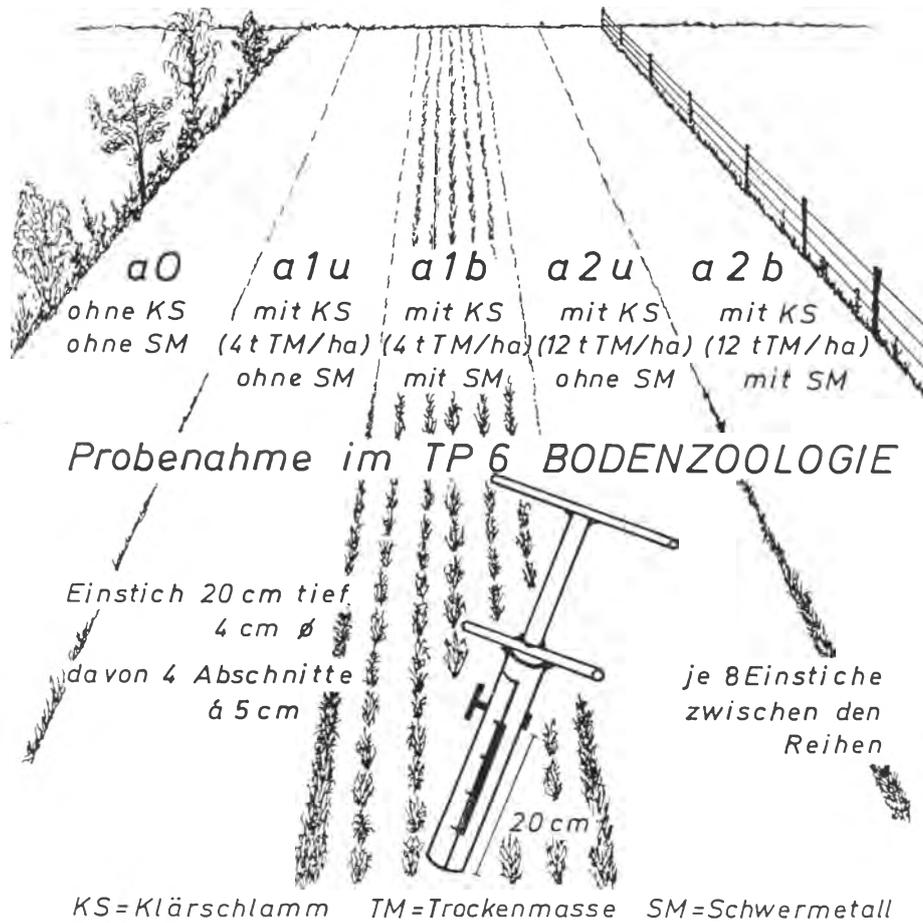


Abb. 1. Versuchsplan für einen Feldversuch mit Klärschlamm, dem z. T. definierte SM-Mengen beigegeben sind.

Abb. 1 zeigt den Versuchsplan. Neben den hier gezeigten Daten der mit a gekennzeichneten Fläche gibt es eine weitere, die mit w bezeichnet wird. Angegeben ist die KS-Menge und der Belastungsgrad. Wir entnehmen seit zwei Jahren monatlich Bodenproben und extrahieren die sog. Mesofauna. Dabei interessieren uns die Vertreter der Collembolen oder Springschwänze und z. T. die Milben oder Acari. Die Extraktion erfolgt in einer sog. MacFadyen-Apparatur. Die Tiere werden dabei veranlaßt, einer steigenden Erwärmung und Austrocknung folgend aktiv die Bodenproben zu verlassen. Sie fallen dabei in eine Fangflüssigkeit. Anschließend werden sie aussortiert und bis zur Art bestimmt. Zusätzlich wird die Insektengruppe der Fliegen und Mücken (Diptera) mit Photoektoren erfaßt (s. u.).

Ergebnisse und Diskussion

Einige wenige Ergebnisse sollen hier vorgestellt werden. Von Mai 1987 bis Juli 1988 wurden insgesamt 33 000 Collembolen gefangen, die zu insgesamt 45 Arten gehören. Das Artenspektrum ist also durchaus recht vielfältig.

Abb. 2 zeigt die Individuendichte und die Tiefenverteilung auf allen von uns beprobten Varianten. Deutlich erkennbar wird, daß auf der Fläche ohne Klärschlamm we-

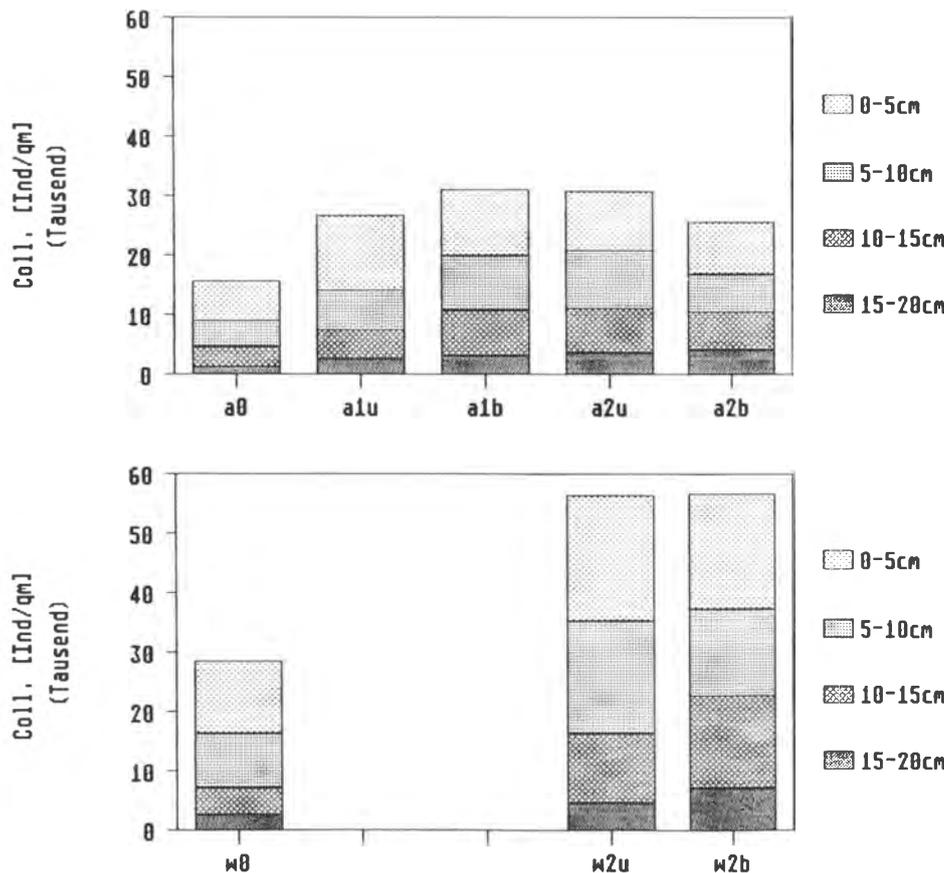


Abb. 2. Individuendichte und Tiefenverteilung der Collembolen auf den verschiedenen Versuchspartzellen, Mittelwerte für den Zeitraum von Mai 1987 bis Juni 1988, Tierzahlen umgerechnet auf 1 m².

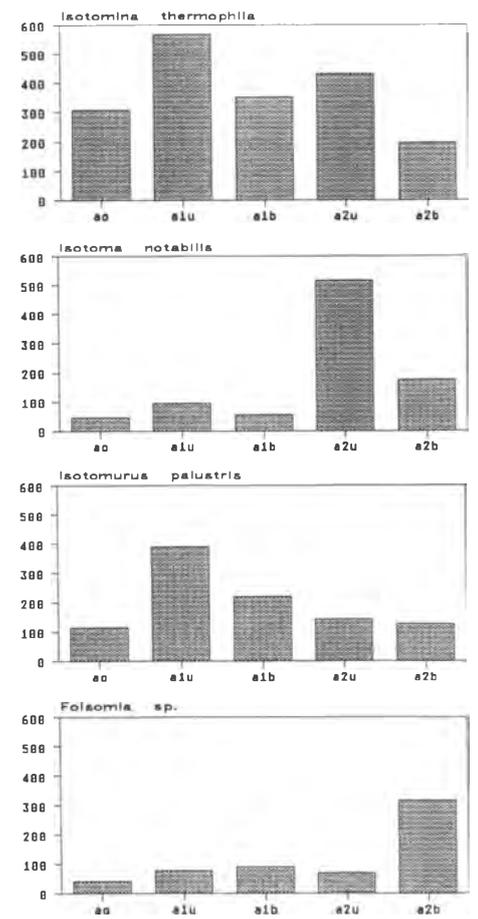


Abb. 3. Individuendichten von 4 Collembolenarten auf 5 Versuchspartzellen, die unterschiedlich mit Klärschlamm und Schwermetallen belastet sind (s. Abb. 1.).

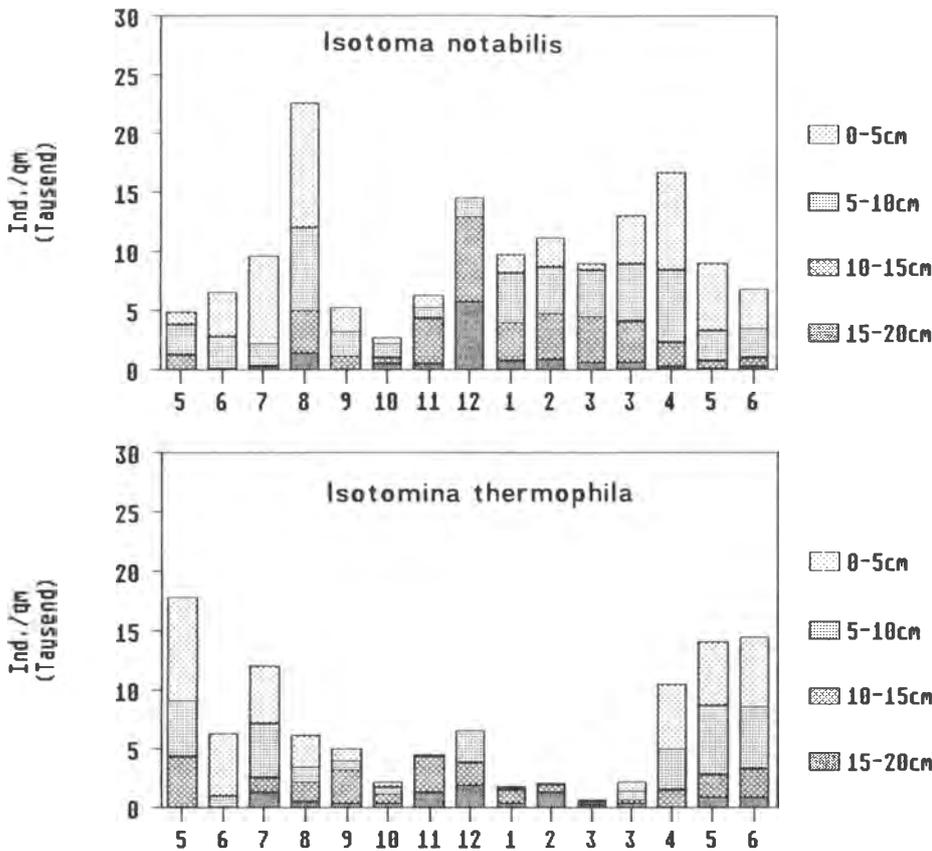


Abb. 4. Populationsentwicklung und Tiefenverteilung der Collembolenarten *Isotoma notabilis* (oben) und *Isotomina thermophila* (unten) auf Klärschlamm-gedüngten Versuchspartzen (s. Abb. 1) von Mai 1987. bis Juni 1988.

niger Tiere vorhanden sind. Auf der a-Fläche sind weniger Collembolen als auf der w-Fläche. Die Individuenzahlen gehen in der tiefsten Bodenschicht zurück.

Einzelne Arten zeigen unterschiedliche Verteilungsmuster auf den Partzen (Abb. 3). Von der ersten Art *Isotomina thermophila* werden die nicht mit SM belasteten KS-Flächen bevorzugt. *Isotoma notabilis* bevorzugt offenbar einen Boden mit viel KS, aber nicht die SM, *Isotomurus palustris* die Flächen mit geringerem KS-Gehalt. Die letzte Art *Folsomia spec.* ist gerade auf den hochbelasteten Flächen zu finden. Dies mag auf eine spezielle Konkurrenz der Arten untereinander zurückführbar sein.

In einem dritten Beispiel (Abb. 4) ist der Jahresgang auf einer Partze (a2u) für die beiden Arten *Isotoma notabilis* und *Isotomina thermophila* gezeigt, um einen Eindruck von der Populationsdynamik zu geben. Bei *Isotoma notabilis* gibt es eine sehr ausgeprägte Frühjahrsentwicklung, die bei *Isotomina* fehlt. Dies hängt vermutlich von unterschiedlichen Reproduktionsphasen ab. Deutlich ist der Populationsrückgang im Herbst, der mit den Feldarbeiten in Zusammenhang steht. Feldfrucht war 1987 Hafer, die Ernte am 4. September, 1988 Weizen, Erntetermin der 16. August.

Das nächste Beispiel stammt aus der Gruppe der Raubmilben oder Gamasiden (Abb. 5). Verglichen werden hier die Anteile der Arten auf den Flächen a0, also unbehandelt, und a2u und a2b, d. h. mit viel KS

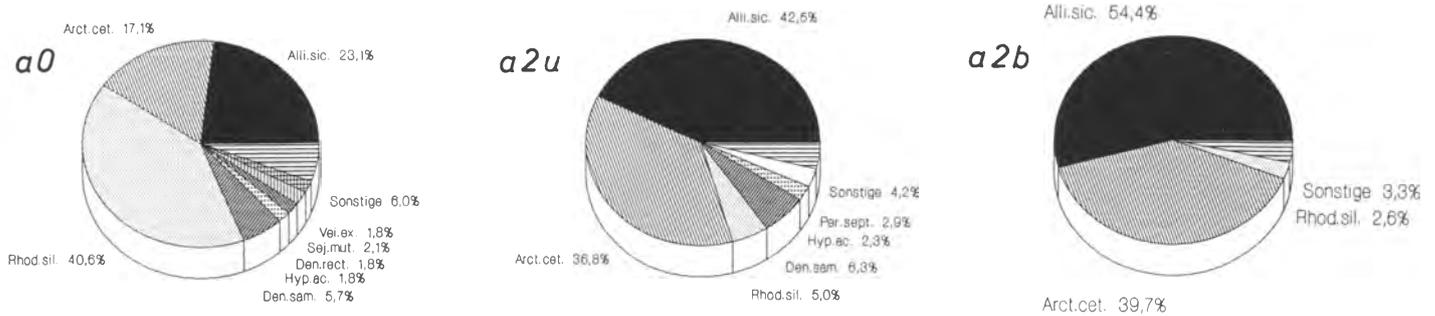


Abb. 5. Anteile verschiedener Raubmilben-Arten auf 3 Klärschlamm-Versuchspartzen (s. Abb. 1). Arct. cet. = *Arctoseius cetratus*, Alli. sic. = *Alliphis siculus*, Den. rect. = *Dendrolaelaps rectus*, Den. sam. = *Dendrolaelaps samsinaki*, Hyp. ac. = *Hypaspis aculeifer*, Per. sept. = *Pergamasus septentrionalis*, Rhod. sil. = *Rhodacarellus silesiacus*, Sej. mut. = *Sejus mutilus*, Vei. ex. = *Veigaia exigua*

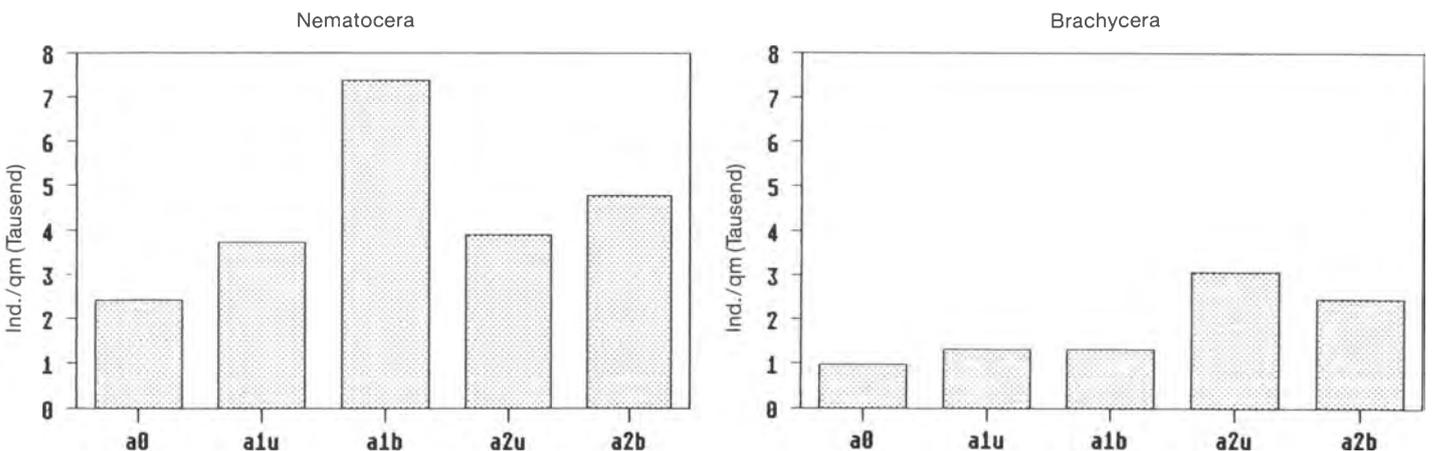


Abb. 6. Summen der auf den einzelnen Varianten des Feldversuchs (s. Abb. 1) mit Photoelektrotoren gefangenen Nematocera = Mücken und Brachycera = Fliegen. Zeitraum März 1988 bis März 1989, Fläche pro Variante 0,4 m².



Abb. 7. Blick auf eine in die Untersuchung einbezogene Ackerfläche (Foto: O. Larink)

und bei b mit hohem SM-Gehalt. Es ist deutlich, daß die Dominanzverhältnisse unterschiedlich sind. Ganz typisch ist auch, daß in der 2b-Variante zwei Arten 95 % der Individuen ausmachen, ein sicheres Zeichen für einen Extremstandort. Neben diesen Kleinarthropoden wird seit einem Jahr noch eine weitere Tiergruppe

bearbeitet, die Diptera, zu denen die Fliegen (Brachycera) und Mücken (Nematocera) gehören. Viele Vertreter dieser Insektenordnung leben als Larven im Boden. Mit Hilfe von sog. Photoektoren kann man diese Tiere erfassen. Wir benutzen als Ektoren große umgedrehte Trichter, deren oberer Öffnung eine spezielle Dose mit

Fangflüssigkeit aufsitzt. Es werden die Insekten gefangen, die aus dem Boden kommen und zum Licht fliegen. Auf 5 Varianten stehen je 2 Ektoren mit je 0,2 m² Grundfläche, d. h. insgesamt 2 m². Sie werden alle 14 Tage geleert und dann versetzt. Die Zahl der schlüpfenden Fliegen und Mücken ist erstaunlich groß. Insgesamt wurden von März 1988 bis März 1989 12 500 Individuen gefangen. Aus Abb.6 wird deutlich, daß KS die Siedlungsdichte besonders bei den Mücken fördert. Zudem sind jeweils die SM-Flächen bevorzugt. Die Differenzen sind bei den Fliegen nicht so groß, fördernd für die Besiedlungsdichte wirkt hier nur die hohe KS-Gabe.

Es bleibt die Frage zu beantworten: Nehmen die Tiere die Schwermetalle wirklich auf? Hierzu liegen noch nicht viele Ergebnisse vor. Nach ersten Messungen ist auf den SM-belasteten Flächen die Cd-Konzentration in den Collembolen erhöht, sie entspricht den jeweiligen Gehalten in den Böden. Es ist bekannt, daß Collembolen über Entgiftungsmöglichkeiten verfügen, indem sie SM in den Darmzellen speichern und diese Zellen bei der Häutung mit abstoßen. Damit ist ein Schutz vor toxischen SM möglich.

Zusammenfassung

Die Arten aller untersuchter Tiergruppen zeigen mehrheitlich eine Steigerung ihrer Individuenzahlen durch KS-Gaben. Nur wenige Arten bevorzugen einen Boden ohne erhöhten organischen Anteil. Viele Tiere reagieren auf die SM-Belastung mit einem Rückgang der Besiedlungsdichten. Die Förderung durch KS wird wahrscheinlich durch eine Verbesserung des Nahrungsangebotes (mehr Pilze und Bakterien) für die Bodentiere erreicht.

Anschrift der Verfasser

unter:
Prof. Dr. O. Larink
Zoologisches Institut der TU
Pockelsstraße 10a
D-3300 Braunschweig

Extensivierung und Flächenstilllegung in der Landwirtschaft – Beiträge für den Natur- und Umweltschutz?

Von Renate Strohschneider

Seit Mitte der 80er Jahre sind innerhalb der EG verschiedene Programme zur Stilllegung landwirtschaftlich genutzter Flächen bzw. zur Extensivierung der Produktion durchgesetzt worden, um der Überschusssituation auf den Agrarmärkten zu begegnen.

Innerhalb der Bundesrepublik Deutschland führen die einzelnen Bundesländer dabei durchaus unterschiedliche, an den Schwerpunkten der landwirtschaftlichen Produktion orientierte, Programme durch, die in diese Richtung gehen. In der Absicht der NNA lag es, einen Teilnehmerkreis aus Vertretern der Landwirtschaft, des Naturschutzes, der betroffenen Behörden und der Wissenschaft zu einem Meinungsaustausch zu bitten. Neben der reinen Information über die derzeit in Niedersachsen und dem benachbarten Schleswig-Holstein laufenden Maßnahmen sollte vor allem die Frage erörtert werden, ob und in welchem Umfang Maßnahmen wie beispielsweise die partielle Dauerbrache, die Rotationsbrache, die extensive Bewirtschaftung von Feucht- und Trockengrünland, die extensive Bewirtschaftung von Teilflächen, z. B. Randstreifen, auch zu einer Entschärfung der bedrohlichen Umweltsituation in den intensiv genutzten Gebieten beitragen können.

Mit einem Situationsbericht für das Bundesland Niedersachsen leitete LD HARTMUT TRICHTERBORN von Amt für Agrarstruktur Lüneburg die Veranstaltung ein.

Vor dem Hintergrund sinkender Nahrungsmittelnachfrage und fallender Preise für Agrarprodukte setzt man in Niedersachsen auf die Flächenstilllegung, aber auch auf die nachwachsenden Rohstoffe, um den Fortbestand der bäuerlichen Landwirtschaft zu sichern.

Durch das als Modellversuch angelegte Grünbracheprogramm sowie das nachfolgende Flächenstilllegungsprogramm wurden bisher 3,3 % der niedersächsischen Ackerflächen stillgelegt. Förderungsgrundsätze zur Extensivierung traten mit Beginn des Wirtschaftsjahres 1989 in Kraft. Extensivierungsalternativen sind dabei eine Rückführung der Produktion um 20 % ohne Verringerung der Anbaufläche oder die insgesamt weniger intensive biologische Anbauweise. Die von den Landwirten am häufigsten gewählte Möglichkeit der Produktionsreduzierung bestand bisher in der längerfristigen Stilllegung von Nutzflächen.

Die stagnierende Nachfrage und die weiter wachsende Produktionsmenge aufgrund des biologisch technischen Fortschritts stehen der bisherigen Preissenkungsstrategie der EG zur Behebung der Überschusssituation entgegen. WERNER BOSSE vom Niedersächsischen Landvolkverband



Zwischen asphaltiertem Feldweg und Ackerfläche ist Platz für einen Feldrain (Foto: Archiv NNA)

Hannover erläuterte die Situation der Bauern am Beispiel der EG-Getreidemarktordnung. Mengenreduzierende Maßnahmen wie die Flächenstilllegung oder die landesweit angestrebte Extensivierung der Produktion werden auch von seiten der Landwirtschaft als Möglichkeit zur Existenzhaltung akzeptiert. Insbesondere für die Extensivierungsförderung werden aber eine Beteiligung aller EG-Mitgliedsstaaten aus Gründen der Gleichstellung, die freiwillige Beteiligung und eine an den Einkommensverlusten orientierte Entschädigung von den Landwirten gefordert.

Einen Vergleich der Flächenstilllegung und einer landesweiten Extensivierung in ihrer Bedeutung für den Naturschutz stellte TILMANN UHLENHAUT vom Bund für Umwelt- und Naturschutz Hannover an. Den Interessen des Naturschutzes entspricht dabei die extensive landwirtschaftliche Produktion mehr als die Flächenstilllegung, die in der vorgesehenen Form die Tendenz einer Teilung der Landschaft in wenige geschützte Flächen und immer intensiver bewirtschaftete Agrarflächen verstärkt, mit nachhaltigen negativen Folgen für Boden, Wasser und den Artenreichtum. Die Bedeutung von Brachflächen, die auf diese Weise entstehen, ist für den Artenschutz in vielen Fällen, nicht zuletzt durch die Verinselung innerhalb der Agrarflächen, nur als sekundär einzuschätzen. Eine extensive biologisch orientierte Landwirtschaft könnte dagegen zum Erhalt bäuerlicher Arbeit auf den Flächen und damit zu einer reicher strukturierten Landschaft, verbunden mit größerer Artenvielfalt, beitragen. (Anmerkung der Schriftleitung: Leider ging von Herrn T. Uhlenhaut kein Manuskript ein.)

Im Rahmen des Grünbracheprogramms wurden vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Begleituntersuchungen in Auftrag gegeben. THOMAS FORCHE vom Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung erläuterte die Zwischenergebnisse seiner Arbeit über die Wechselbeziehungen der gemäß den Durchführungsbestimmungen des Grünbracheprogramms stillgelegten Flächen und verschiedenen Landschaftsfaktoren. Eine Einschätzung des potentiellen Einflusses unterschiedlicher Begrünungsverfahren auf die Faktoren Boden, Wasser, Kleinklima, Pflanzen und Tiere ergab u. a. sehr positive Effekte auf alle Faktoren bei einer mehrjährigen Selbstbegrünung der stillgelegten Flächen.

Die freie Vegetationsentwicklung auf stillgelegtem Wirtschaftsgrünland wurde von Dr. JÜRGEN SCHWAAR vom Landesamt für Bodenforschung Bremen untersucht. Die These, daß zwangsläufig aus jeder Brache im mitteleuropäischen Raum ein Wald entsteht, konnte aus seiner Sicht nach teilweise bis zu 15jähriger Beobachtungszeit nicht bestätigt werden. Es zeigten sich vielfältige sukzessionelle Erscheinungen in Abhängigkeit vom jeweiligen Standort. Eine für die Artenvielfalt positive Entwicklung bestand in einer Zunahme der krautigen Vegetation.

In die Sparte Extensivierungsmaßnahmen läßt sich auch die umwelt- und naturschutzorientierte Initiative des Nds. Umweltministeriums zur Pflege und Entwicklung von Gewässerrandstreifen im weitesten Sinne einordnen. Dr. GERHARD KRAUSE vom Nds. Umweltministerium Hannover gab einen Situationsbericht über die

nachhaltige negative Veränderung der Gewässerlandschaft. Die nutzungsorientierte Wasserwirtschaft mit Maßnahmen zur Gewässerbegradigung, Vertiefung, Eindeichung und Verrohrung, aber auch die gewässernahe intensive Ackernutzung und die Beseitigung gewässerbegleitender Gehölze sind Ursachen des besorgniserregenden Zustandes vieler Gewässer. Insbesondere die diffusen Gewässerbelastungen gehen zum großen Teil auf die Landwirtschaft zurück und können mit extensiv bewirtschafteten Gewässerrandstreifen herabgesetzt werden.

Ein weiteres Extensivierungsprogramm, das allerdings mehr dem speziellen Artenschutz gewidmet ist, ist das Nds. Ackerwildkrautprogramm. Dr. ANNEMARIE SCHACHERER von der Fachbehörde für Naturschutz, Hannover, erläuterte die im wesentlichen auf extensiv bewirtschaftete Ackerrandstreifen beschränkten Maßnahmen. Durch ein Verbot des Pestizideinsatzes und eine herabgesetzte Düngung auf bestimmten Böden hofft man seltenen und bedrohten Ackerwildkräutern einen Fortbestand zu ermöglichen. Die bisherigen Ergebnisse dieses seit 1987 laufenden Pilotprojekts sind im Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, 7/89 des Nds. Landesverwaltungsamtes erschienen.

Über das im benachbarten Schleswig-Holstein seit 1985 bestehende Extensivierungsprogramm informierte Dr. FRIDTJOF ZIESEMER vom Landesamt für Naturschutz, Kiel. Dieses primär am Arten- und

Naturschutz orientierte Programm umfaßt insgesamt 7 Vertragsvarianten für Grünland und 2 für Ackerland. Neben einer allgemeinen Schärfung des Problembewußtseins in den Reihen der Landwirte sind die ökologischen Auswirkungen des Programms bisher differenziert zu beurteilen und machen deutlich, wie stark eine Einbeziehung der Begleitforschung in die Planung der Programme notwendig ist.

In der Diskussion wurde festgestellt, daß die länderübergreifenden Programme zur Stilllegung und Extensivierung noch verbesserungswürdig sind.

Für die Landwirtschaft bleiben angesichts der Maßnahmen neben der prinzipiellen Akzeptanz entscheidende Forderungen bestehen, wie

- eine bindende Beteiligung aller EG-Mitgliedsstaaten zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit,
- eine freiwillige Beteiligung an den zur Wahl stehenden Maßnahmen,
- eine praxisingerechte, einfache Durchführung und
- eine an den Einkommensverlusten orientierte Entschädigung.

Aus der Sicht des Naturschutzes ist insbesondere dem Konzept einer landesweiten Extensivierung verstärkt Rechnung zu tragen.

- Eine extensive Bewirtschaftung ist z. B. auf extrem trockenen und feuchten Standorten unabdingbare Voraussetzung für einen speziellen Biotopschutz.

– Ohnehin nur extensiv zu bewirtschaftende Flächen sollten daher auch weiterhin genutzt werden, da eine Stilllegung hier zu Lasten des Artenreichtums gehen würde.

– Dem flächenübergreifenden Problem des Boden- und Gewässerschutzes und der Eutrophierung kann langfristig mit der Extensivierung wirksamer begegnet werden (siehe auch NNA-Bericht 2/1, 1989).

– Auch in agrarwirtschaftlichen Intensivgebieten ist mittels Extensivierung eine ökologische Verbesserung möglich. Die Verbindung von Brachflächen durch extensiv genutzte Randstreifen, Feld- und Wegraine kommt der notwendigen Vernetzung von Lebensräumen im Interesse des Artenschutzes entgegen.

Bei der Planung und Durchführung der Programme ist eine stärkere Einbeziehung der Begleitforschung anzustreben, um z. B. auch die räumliche Verteilung von Extensivierungs- und Flächenstilllegungsmaßnahmen sinnvoll zu koordinieren und teilweise bestehende, im Sinne des Naturschutzes wertvolle kulturabhängige Lebensräume nicht durch eine ungeeignete Maßnahme zu zerstören.

Anschrift der Verfasserin

Dr. Renate Strohschneider
Norddeutsche Naturschutzakademie
Hof Möhr
3043 Schneverdingen

Extensivierung und Flächenstilllegung in Niedersachsen

Von Hartmut Trichterborn

Flächenstilllegung und Extensivierung sind Begriffe, die noch vor kurzer Zeit ausgesprochene Fremdwörter für eine Agrarpolitik waren, die eindeutig auf Produktionssteigerung ausgerichtet war.

Die Situation nach dem Krieg war gekennzeichnet durch eine schlechte Versorgungslage der Bevölkerung, so daß die Entwicklung der Landwirtschaft oberste Priorität hatte. Die Anfang der 50er Jahre einsetzenden nationalen Förderungsmaßnahmen wie »Grüner Plan«, die dann in der gemeinsamen Agrarpolitik der EWG und späteren EG fortgeführt wurden, haben erreicht, daß eine leistungsfähige Landwirtschaft entstand, die die Bevölkerung ausreichend mit qualitativ hochwertigen Lebensmitteln versorgen konnte. Begünstigt wurde die Entwicklung natürlich durch enorme technische Fortschritte wie z. B. in den Bereichen Technik, Züchtung, Pflanzenschutz und Düngung. Begleitet wurde die Entwicklung durch einen sehr schnellen Strukturwandel in der Landwirtschaft mit der entsprechenden Freisetzung von landwirtschaftlichen Arbeitskräften. Diese Menschen konnten jedoch relativ pro-

blemlos in die übrigen Wirtschaftszweige integriert werden, weil sich ja die Bundesrepublik äußerst rasant zu einem modernen Industriestaat entwickelte. Trotz des Strukturwandels, der für den einzelnen Landwirt oft schmerzlich war, hat die Landwirtschaft insgesamt eine befriedigende Entwicklung genommen.

Spätestens Mitte der 80er Jahre deutete sich jedoch eine dramatische Wende an. Das Ziel der Ernährungssicherung in der EG war längst erreicht, die Märkte gekennzeichnet durch ständig steigende Überschüsse. Die EG-Marktordnungen, die durch Preisstützung und Preisstabilisierung Produktionsanreize geben sollten, waren für die Mitgliedsländer nicht mehr finanzierbar.

In diesem Zusammenhang sei für Nichtlandwirte kurz erwähnt, daß das Dilemma der Landwirtschaft in nicht änderbaren marktwirtschaftlichen Gegebenheiten liegt: Der Agrarmarkt ist gekennzeichnet durch atomistischen Wettbewerb, d. h., daß eine sehr große Anzahl von Anbietern vorhanden ist, die auf eine durch die Mägen der Verbraucher begrenzte Nachfrage

treffen. Anders als der Monopolist kann der Landwirt nicht über den Preis, sondern nur über die Menge reagieren. Das bedeutet, daß Preissenkungen vom Erzeuger nur durch größere Produktion ausgeglichen werden können, was wiederum zu weiteren Überschüssen führt. Erst drastische Preissenkungen würden zur Produktionsreduzierung führen. Das kann jedoch ernsthaft nicht gewollt sein, weil damit auch Betriebe in Konkurs gingen, die z. Z. noch als durchaus entwicklungsfähig anzusprechen sind.

Es wäre auch eine Illusion zu glauben, daß eine Radikalkur die Probleme lösen könnte. Der Trend zu mehr Produktion wird ein permanentes Problem bleiben. Der technische Fortschritt wird auch zukünftig jährlich 1–2 % höhere Erträge bescheren, während die Nachfrage eher sinken wird. Bereits für 2030 wird ein Rückgang der Bevölkerung um rd. ein Drittel prognostiziert.

Die Absatzmöglichkeiten auf den Weltmärkten werden sich weiter verringern. Ehemals klassische Getreideimportländer wie China und Indien sind mittlerweile zu

Exporteuren geworden, und wir alle hoffen ja, daß auch die Entwicklungsländer zu Selbstversorgern werden.

Die Überschußsituation hat die Agrarpolitiker, wenn auch nicht unvorbereitet, so doch ziemlich ratlos angetroffen. Patentrezepte konnte auch die Wissenschaft nicht liefern, und so wurde schließlich ein Bündel von Maßnahmen entwickelt, das mehr oder weniger erfolgreich sein wird.

Nach Aussagen des Nieders. Landwirtschaftsministers Dr. Ritz sind Eckpfeiler niedersächsischer Agrarpolitik:

- Die Markt- und Preispolitik muß auch zukünftig Grundlage für die Einkommenspolitik bleiben.
- Die Landwirtschaft soll weiterhin eigenverantwortlich unternehmerisch ausgerichtet und nicht weitestgehend alimentiert sein.
- Der bäuerliche Familienbetrieb ist das Leitbild der Agrarpolitik.

Vor diesem Hintergrund haben die direkten Einkommensübertragungen, wie Ausgleichszulage und sozio-struktureller Einkommensausgleich, nur vorübergehenden Charakter. Mittel- bis langfristig setzt Niedersachsen auch auf die nachwachsenden Rohstoffe. Die Diskussion hierüber wird äußerst kontrovers geführt. Ich möchte das hier nicht aufgreifen, bin jedoch der Meinung, daß es nie falsch sein kann, Forschung und Entwicklung voranzutreiben. Wir alle wissen nicht, was die Zukunft erfordert.

Mit den Förderungsprogrammen Flächenstilllegung und Extensivierung wird dem Gedanken Rechnung getragen, daß es richtig ist, Überschüsse erst gar nicht entstehen zu lassen. Die Vernichtung von Agrarprodukten oder das »Verschleudern« auf dem Weltmarkt sind immer auf breite Ablehnung in der Bevölkerung gestoßen. Die Nichtproduktion ist billiger und vermeidet die mit der Produktion verbundenen Umweltbelastungen. Die variablen Kosten der Produktion, Kosten für Erfassung, Transport, Lagerung und Verkauf entfallen; Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Treibstoffe werden nicht eingesetzt. Das Beispiel des Milchmarktes mit seiner Quotenregelung zeigt, daß die Marktordnungskosten erheblich reduziert und gleichzeitig die Erzeugerpreise gehalten bzw. gesteigert werden konnten. Eine derartige Quotenregelung scheidet für den Getreidemarkt aus. Sie wäre nicht kontrollierbar, weil der »Flaschenhals« Molkerei fehlt.

Die Effizienz von Förderungsprogrammen wird ja auch entscheidend bestimmt durch die Höhe des Verwaltungsaufwandes.

Unter großen Schwierigkeiten hat die Bundesregierung Flächenstilllegung und Extensivierung in der EG durchgesetzt. Die anderen EG-Staaten sind offensichtlich nicht ernstlich am Abbau der Überschüsse interessiert bzw. setzen wegen besserer Agrarstruktur auf deutliche Preissenkungen. Sicher spielen auch Marktanteile eine Rolle.

Gerade in Niedersachsen ist die Konkurrenz der Holländer z. B. auf dem Stärkekartoffel- und Milchmarkt sehr deutlich.

Flächenstilllegung

Als Agrarland hat Niedersachsen mit dem Programm Grünbrache die Vorreiterrolle für die Flächenstilllegung übernommen. Entsprechend groß war die Resonanz auch bei der Flächenstilllegung als Nachfolgeprogramm.

Leider sieht es so aus, daß die Bemühungen in Niedersachsen und der Bundesrepublik nicht ausgereicht haben. Die EG-Kommission hat die diesjährige Erntemenge auf 160,5 Mio. t Getreide festgesetzt, so daß im kommenden Wirtschaftsjahr der Getreidepreis automatisch um 3 % gesenkt wird. Die 160-Mio.-Tonnen-Grenze wäre mit Sicherheit unterschritten worden, wenn die anderen EG-Partnerländer nicht durch Zögern und schlechte Ausstattung das Programm weitgehend boykottiert hätten.

Die Teilnahme am Flächenstilllegungsprogramm bedingt die Stilllegung von mindestens 20 % der zuvor mit Marktordnungsfürchten bestellten Ackerfläche. Die Flächenstilllegung kann erfolgen durch

- Brachlegung (Dauer- oder Rotationsbrache),
- Aufforstung,
- Nutzung zu nichtlandwirtschaftlichen Zwecken,
- Umwandlung in extensiv zu nutzendes Grünland.

Bedeutung hat in Niedersachsen allein die Brachlegung erhalten.

Etwa 61,3 % der zur Stilllegung angemeldeten Ackerfläche sollen als Dauerbrache und 37,2 % als Rotationsbrache verwandt werden. Damit hat sich der größte Teil der Landwirte eindeutig für die ökologisch wertvollere Dauerbrache entschieden. Die vom Landwirt zu übernehmenden Verpflichtungen weisen eindeutig eine bedeutende ökologische Komponente auf.

Es sind dies im Fall der Brachlegung:

- Verhinderung der Erosion oder der Auswaschung von Nitrat durch Begrünung der Fläche,
- Verzicht auf Düngung,
- Verzicht auf Pflanzenschutzmittel,
- Mindestpflege vorhandener Baumreihen und Hecken,
- Verbleib des Aufwuchses auf der Fläche,
- Verzicht auf Meliorationsmaßnahmen,
- Verzicht auf Mähen oder Schröpfen in der Zeit vom 1. 4. bis 15. 7.

Nach dem derzeitigen Stand legen in Niedersachsen 5106 Landwirte insgesamt 53 673 ha Ackerfläche still. Damit werden 3,3 % der Ackerfläche und 5,1 % der Getreidefläche in Niedersachsen aus der Produktion genommen. Der Einzelbetrieb hat damit im Durchschnitt 10,5 ha Acker stillgelegt und erhält dafür eine Entschädigung von insgesamt 11 214 DM, das sind immerhin 1068 DM je ha.

Wegen der großen Nachfrage hat das Land Niedersachsen weitere 15 Mio. DM für die Flächenstilllegung pro Jahr bereitgestellt. Das Antragsverfahren läuft noch bis Mitte Dezember. Das Kontingent ist jedoch schon weitgehend ausgeschöpft. Damit können in Niedersachsen weitere 14 000 ha stillgelegt werden.

Als Fazit ist festzustellen, daß die Flächenstilllegung mit Sicherheit zur Überschubreduzierung beigetragen hat. Inwieweit der Einzelbetrieb mit der Flächenstilllegung richtig beraten ist, kann hier nicht erörtert werden. Zur Entscheidungsfindung hat die Beratung viele Modellrechnungen entwickelt. Letztlich muß die Entscheidung an den einzelbetrieblichen Gegebenheiten ausgerichtet werden. Immerhin spricht die hohe Akzeptanz dafür, daß die Förderungsbeträge angemessen sind. Gerade in diesem Jahr mit seiner Trockenheit war für viele Betriebe die Flächenstilllegung die richtige Entscheidung.

Ich möchte eines deutlich herausstellen: Die Flächenstilllegung ist als ein rein agrarmarktpolitisches Instrument geschaffen worden. Ohne den übrigen Referenten vorzugreifen, will ich auf die positiven ökologischen Nebenwirkungen hinweisen.

Auch hier gilt, daß die Meinungen über die ökologische Wirkung geteilt sind. Flächenstilllegung muß nicht das ökologische Optimum sein. Auf jeden Fall ist sie aus dieser Sicht der intensiven Ackernutzung vorzuziehen. Negative Auswirkungen auf die Natur bestehen jedenfalls nicht. Insofern sollten die ökologischen Nebeneffekte dieses agrarmarktpolitischen Instruments gewürdigt werden. Weitergehende ökologische Verbesserungen bleiben anderen Maßnahmen vorbehalten.

Augenfällig ist, daß unsere Kulturlandschaft bunter geworden ist. Anbau von Sonnenblumen und Phazelia ist zumindest aus ästhetischen Gründen zu begrüßen. Die Flächenstilllegung erfreut sich deshalb auch bei Imkern besonderer Beliebtheit. Auch für die Jäger ist die Flächenstilllegung von Bedeutung. In den Jagdzeitschriften wurde umfangreich über Saatgutmischungen für Wildäsungsflächen berichtet. Über die Bereitstellung des Saatgutes durch die Jagdpächter wurden die Landwirte vielerorts bei den Begrünungskosten entlastet. Ob die Erholung der Niederwildbestände auf die Flächenstilllegung zurückgeführt werden kann oder auf die gute Witterung dieses Jahres, wird sicherlich demnächst belegt werden können.

Von hoher ökologischer Bedeutung ist die Vernetzung der Landschaft. Dieser Forderung wird die Flächenstilllegung nicht gerecht. Nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten entschieden, entsteht ein Flickenteppich stillgelegter Flächen, der sich durch die Rotationsbrache zudem ständig verändert. Sofern die Flächenstilllegung eine Dauerlösung werden sollte, werden bodenordnerische Maßnahmen im Zuge der Flurbereinigung anzustreben sein.

Extensivierung

Die zunehmende Belastung unserer Oberflächen- und Grundwasser führt zu der Forderung, die Intensität der Bewirtschaftung insgesamt einzuschränken. Das wird sich trotz gewachsenen Umweltbewußtseins gerade bei den Landwirten in der Praxis nicht flächendeckend durchsetzen lassen, will man nicht hinter jeden Düngersack einen Kontrollbeamten stellen. Einen Schritt in die richtige Richtung stellt hier das Extensivierungsprogramm dar. Dabei müssen wir sehen, daß unsere Landschaft eine über Jahrhunderte gewachsene Kulturlandschaft ist und unsere Artenvielfalt gerade diesem Umstand zu verdanken ist. Dauerbrache und Verbuschung sind nur für Teilbereiche eine Lösung. Insgesamt muß eine flächendeckende Bewirtschaftung gewährleistet sein. Nach meinem Verständnis durch den Landwirt gegen entprechendes Entgelt für entgangenen Gewinn.

Seit Beginn des Wirtschaftsjahres zum 1. Juli 1989 sind die Förderungsgrundsätze zur Extensivierung der landwirtschaftlichen Erzeugung in Kraft getreten. Diese EG-Maßnahme wird bereits jetzt bis Ende 1990 als Pilotvorhaben in der Bundesrepublik angeboten und danach flächendeckend in allen Mitgliedsstaaten der EG.

Ziel dieser Maßnahme ist es,

- die Überschußproduktion zu verringern,
- einen Beitrag zur Umweltentlastung zu leisten und
- dem Landwirt hierfür einen Einkommensausgleich zu gewähren.

Gefördert wird die Verringerung der Produktion von Überschußerzeugnissen um 20 % für die Dauer von mindestens fünf Jahren.

Die wichtigsten Überschußerzeugnisse, für die eine Extensivierung in Frage kommt, sind

- in der Viehhaltung:
Rindfleisch und Schaffleisch,
- bei Ackerbauerzeugnissen:
z. B. Getreide und Raps,
- bei Dauerkulturen:
z. B. Wein, Äpfel und Birnen.

Dem Landwirt stehen zwei Extensivierungsalternativen offen:

Bei der *quantitativen* Methode muß er anhand von Betriebsdaten eine mindestens 20 %ige Rückführung der Produktion nachweisen. Dies darf bei pflanzlichen Produkten nicht durch Verringerung der Anbaufläche erreicht werden.

Bei der *produktionstechnischen* Methode erfolgt die Extensivierung durch weniger intensive Produktionsweisen. Auch hier sind die bereits genannten Betriebszweige betroffen.

Für das Extensivierungsprogramm stehen in Niedersachsen in diesem Jahr rd. 6,5 Mio. DM zur Verfügung. Nach den bisher vorliegenden Anträgen ist damit zu rechnen, daß 400 Betriebe die Bullen- bzw. Ochsenmast aufgeben und rd. 100 Betriebe auf ökologischen Landbau umstellen. Damit würden rd. 11 400 Großvieheinheiten Bullen abgeschafft. Die ökologisch bewirtschaftete Fläche dürfte etwa 5200 ha betragen.

Der ökologische Landbau erhält durch das neue Programm sicherlich wichtige Impulse. Dabei muß erwähnt werden, daß bereits ökologisch bewirtschaftete Betriebe nicht mehr in die Förderung einbezogen werden können. Obwohl die Förderung nur fünf Jahre dauert, ist nicht damit zu rechnen, daß die Betriebe nach Ablauf von fünf Jahren wieder konventionell bewirtschaftet werden. Nach gelungener Umstellung ist ja für diese Betriebe auch mit höheren Verkaufserlösen zu rechnen.

Eine generelle Lösung kann der ökologische Landbau m. E. jedoch nicht sein, weil

die Käuferschicht für die teureren Produkte beschränkt bleiben wird.

Ich möchte in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt lassen, daß die Landwirte auch auf Grünland in Naturschutzgebieten, auf Gewässerrandstreifen, an Wege-seitenrändern und in Wasserschutzgebieten schon extensiv wirtschaften. All diese Programme erzeugen zusammen schon eine bedeutende Wirkung zur Entlastung der Umwelt.

Die weitaus größte Wirkung wird jedoch erzielt, wenn der Landwirt seine Produktionsweise auf die Ansprüche von Pflanze und Tier ausrichtet. Ich denke, daß hier nicht zuletzt auch aus Kostengründen bereits ein gewaltiger Umdenkungsprozeß in Gang gekommen ist. Eine insgesamt umweltschonende Landbewirtschaftung wird sich jedoch nur durchsetzen lassen, wenn den Landwirten ein ausreichendes, vergleichbares Arbeitseinkommen zugebilligt wird. Diesem Ziel muß die Agrarpolitik gerecht werden.

Abschließend ist festzustellen, daß Flächenstilllegung und Extensivierung in dem Maßnahmenbündel zur Neuorientierung der Landwirtschaft eine gewichtige Rolle spielen. Bleibt zu hoffen, daß der deutliche Abbau der Überschüsse bei Milch und Fleisch kein Strohfeuer war.

Die Einkommenssituation in der Landwirtschaft hat sich im abgelaufenen Wirtschaftsjahr jedenfalls deutlich verbessert (September 1989 zu September 1988 plus 12 %). Daß aus der Not (sprich: Ökonomie) eine Tugend (sprich: Ökologie) gemacht wird, ist in der Geschichte der Menschheit nichts Neues, denn sonst gäbe es ja das Sprichwort nicht.

Anschrift des Verfassers

Ltd. LD Hartmut Trichterborn
Amt für Agrarstruktur
Bei der Rathsmühle 17
2120 Lüneburg

Flächenstilllegung und Extensivierung aus der Sicht des Niedersächsischen Landvolkverbandes

Von Werner Bosse

Um die Hintergründe der Flächenstilllegung und Extensivierung erkennen zu können, muß man sich zunächst mit dem europäischen Getreidemarkt befassen.

Dieser Markt wird durch eine Europäische Getreidemarktordnung bestimmt.

Im Rahmen dieser Getreidemarktordnung gibt es eine *Außenhandelsregelung* mit den Instrumenten der Abschöpfung und der Exporterstattung, sowie eine *Binnenmarktsregelung* mit der Festsetzung einheitlicher Preise, die durch staatliche Aufkäufe nach festgelegten Interventionskriterien abgesichert sind.

Mit dieser Marktordnung gibt es seit einigen Jahren Probleme, weil der biologisch-technische Fortschritt für immer größere Ernten sorgt, der Verbrauch aber stagniert und gleichzeitig umfangreich Futtermittel aus Drittländern importiert werden.

Die Europäische Gemeinschaft mußte immer mehr Getreide aus dem Markt herausnehmen und mangels anderer Verwendungsmöglichkeiten mit hohen Exportförderungen auf den Weltmarkt bringen.

Die EG-Kommission geriet durch dieses Dilemma in verschiedene Schwierigkeiten. Einerseits wurde die Finanzierbarkeit

dieser Maßnahmen sehr in Frage gestellt, und andererseits beschwerten sich wichtige Getreideexporteure, insbesondere die USA, über die Preisunterbietungen der Europäischen Gemeinschaft.

Im Jahre 1981 legte die EG-Kommission ihre Pläne vor, wie sie das Getreideproblem lösen wollte.

Dieses »Getreidememorandum« sah im groben gesprochen eine Senkung der Binnenmarktpreise auf das Weltmarktpreisniveau vor.

Dieses sollte nach Ansicht der Kommission dazu beitragen, die Exporterstattun-

gen zu senken und die Amerikaner zufriedenzustellen.

Im Grünbuch der EG-Kommission wurden diese Vorstellungen etwas abgeschwächt, aber die Preissenkungsstrategie weiterhin verteidigt.

Mit einer Mischung aus Preissenkungen, aus Verschärfung der Intervention, Verschärfung der Qualitätskriterien und anderen Maßnahmen hat die EG-Kommission die Getreidepreise seit 1982 um etwa 30 % gesenkt.

Unter dieser Politik haben ganz besonders die marktfernen Getreideüberschußgebiete zu leiden. In Niedersachsen sind dies die südlichen und östlichen Landesteile. Hier wirkt sich eine Verschärfung der Intervention besonders stark aus, weil der Interventionspreis und die körperliche Übernahme der Ware in die Intervention absolut marktbildend sind.

Als weitere Konsequenzen dieser Politik ist zu erwarten:

- Schwächere Standorte werden unrentabel;
- Ausbau bestehender anderer Betriebszweige (Kartoffel-Veredelung): Verlagerung der Probleme;
- neue Standbeine werden gesucht, sind aber schwer zu bekommen (Märkte nicht erschlossen, Kapitalschwäche);
- Verdrängung aus der Landwirtschaft wegen wirtschaftlichen Ruins oder
- Übergang in Nebenerwerb falls möglich oder Ruhestand.

Beleiterscheinung: Die dem freien Wirtschaftsleben immanenten Konzentrationserscheinungen werden auch in der Landbewirtschaftung Platz greifen.

Wenn ich ein Resümee der bisherigen EG-Politik ziehe, so hat sich erwartungsgemäß die Überschußproblematik überhaupt nicht verändert: Lediglich die Beanspruchung des EG-Haushaltes hat sich aufgrund der vorgenommenen Maßnahmen, insbesondere der neuen Garantiemengenregelung, entspannt.

Im Laufe der Jahre hat sich dann auch die Einstellung der verschiedenen EÜ-Länder zu der EG-Getreidepolitik verändert. Nachdem zunächst besonders die Engländer und Niederländer an der Preissenkungsphilosophie festhielten, ist der Druck in diesen Ländern mittlerweile so stark geworden, daß auch sie eine andere Politik wünschen. Auch Frankreich hat mittlerweile erkannt, daß es mit seiner Getreideexportpolitik an Grenzen stößt.

Aus diesem Grunde wurde die EG-Kommission beauftragt, ihre ziemlich ideenlose Preissenkungsstrategie durch wirksame Maßnahmen zu ergänzen.

Rein gedanklich sind hier drei Wege möglich:

1. Abbau der Getreidemarktordnung, unter Umständen Aufrechterhaltung des Außenschutzes und Übergang zu direkten Einkommensübertragungen.
2. Als Gegenpol dieser Liberalisierung die totale Quotierung.

3. Als Mittelweg die Erhaltung der Marktordnung nach einer vorherigen Stabilisierung der Mengen.

Das heißt Maßnahmen zur Steigerung des Verbrauchs und Senkung der Produktion.

Wir haben uns als Berufsstand dafür stark gemacht, die dritte Schiene zu fahren, und konnten auch unsere zuständigen Ministerien von diesem Weg überzeugen.

Dieser Weg vermeidet die Extremlösungen und kennt viele verschiedene Instrumente, die sich nur durch ihre Wirksamkeit im kurz-, mittel- oder langfristigen Bereich unterscheiden. Auf der Seite der Angebotsreduzierung:

- Flächenstilllegungen in unterschiedlichen Ausprägungen;
- Begrenzung ertragssteigernder Produktionsfaktoren wie Stickstoff oder Wachstumsregler;
- Übergang zu extensiveren Bewirtschaftungsmethoden.

Auf der Nachfrageseite könnte man denken an:

- Steigerung der Getreideverfütterung (Zwang, Prämie);
- Exportförderung;
- nachwachsende Rohstoffe;
- Umstieg auf nichtüberschüssige Produkte wie Leguminosen oder Sonnenblumen.

Mit diesen Ausführungen habe ich die Instrumente der Flächenstilllegung und Extensivierung zunächst einmal eingebettet. Wir befassen uns also mit der Frage der Angebotsreduzierung im Bereich der pflanzlichen Produktion, insbesondere der Getreideerzeugung. Auf allen anderen Gebieten, die ich angesprochen habe, wird ebenfalls gearbeitet, wie Ihnen das Programm der nachwachsenden Rohstoffe zeigt.

Doch konzentrieren wir uns jetzt auf die Instrumente der Flächenstilllegung und Flächenextensivierung.

Mit Einführung der Garantiemengenregelung, die bei Überschreitung einer festgesetzten Erntemenge automatische Preisreduzierungen nach sich zieht, wurde das Problem des biologisch-technischen Fortschrittes und der dadurch ansteigenden Ernten sehr akut.

Wir haben uns hier in Niedersachsen überlegt, daß wir ganz kurzfristig ein Programm zur Reduzierung der Erntemengen bräuchten. Es ist in der damaligen Vorwahlzeit gelungen, 100 Mio. DM nach Niedersachsen zu ziehen, um hier das Pilotprojekt der Grünbrache zu installieren.

Die Idee zu diesem Grünbrachemodell wurde in unserem Hause geboren, mit der Bundesforschungsanstalt in Braunschweig durchgesprochen und fand letztlich auch die Unterstützung unserer Landesregierung.

Die wichtigsten Bestandteile dieses Programmes waren:

- Verzicht auf die Produktion von Getreide;

- Freiwilligkeit, Entschädigung für ausgefallenes Einkommen;
- Rotation der Flächenstilllegung;
- Begrünung, Verbot der wirtschaftlichen Nutzung des Aufwuchses.

Um den Modellcharakter zu unterstreichen, wurden umfangreiche Begleituntersuchungen gleich mit in die Planung aufgenommen.

Auf weitere Einzelheiten der Grünbrache möchte ich hier nicht eingehen, wir werden noch einen Wissenschaftler zu diesem Thema hören.

Der Weg von der Grünbrache zu einem Europäischen Stilllegungs- und Extensivierungsgesetz war steinig und lang. Weder im Deutschen Bauernverband noch in den anderen EG-Staaten war man von dieser Maßnahme überzeugt. Zu lange wurde der Kopf in den Sand gesteckt.

Man hoffte darauf, die Politik der EG-Kommission irgendwann einmal zu durchkreuzen und anschließend seine eigene nationale Suppe weiterzukochen.

Als die Kommission den Ministerrat immer wieder auseinanderdividiert und die Preissenkungen durchgesetzt hatte, wurde es dann aber doch zuviel. In der Ratssitzung vom 12. 2. 1988 kam es zu grundsätzlichen Entscheidungen:

Es wurden die sogenannten »Stabilisatoren« eingeführt, mit deren Hilfe der Haushalt berechenbar wird.

Dieses Stabilisatorenprogramm hat für die Landwirtschaft eine ausgesprochen negative Wirkung. Automatische Preissenkungen, Mitverantwortungsabgaben usw. führen zu scharfen Preissenkungen, wenn die vorgegebenen Erntemengen überschritten werden:

Auf dem Spiel stehen dabei jährlich kumulierend 3 Mrd. DM Einkommensverluste aus dem Getreideanbau EG-weit.

In diesem Jahr ist die Erntemenge z. B. auf 160,5 Mio. t festgesetzt worden. Das bedeutet eine 3prozentige Preissenkung im nächsten Jahr, auf die Erhebung der Zusatz-MVA wird verzichtet. Einkommenseinbußen im nächsten Jahr = rd. 1,5 Mrd. DM.

Und dabei hätte man die überzähligen 500 000 t mit einer um etwa 100 000 ha größeren Flächenstilllegung und Kosten von 100–150 Mio. DM wegschaffen können.

Sie sehen an diesen simplen Berechnungen, daß die Flächenstilllegung im Grunde eine ökonomisch interessante Alternative ist.

Dieses gilt übrigens auch für die EG-Kommission, die ja bisher auf Betreiben Frankreichs noch immer eine ausgesprochen teure Exportpolitik betreibt.

Bei niedrigem Dollar und niedrigen Weltmarktpreisen – wie vor zwei Jahren – gibt man einer Tonne Exportgetreide schnell 200 DM mit.

Und damit überschreitet die EG bereits die Flächenstilllegungskosten.

Aus unserer Sicht läßt sich eine Flächenstilllegung politisch viel besser durchbringen als diese unsinnige Exportpolitik.

Die Bevölkerung sieht die Stilllegung mit Wohlwollen, handelspolitischer Ärger kann zugunsten anderer Wirtschaftszweige vermieden werden, und letztlich tut man auch z. B. den Entwicklungsländern keinen Gefallen mit der Dumpingpolitik.

Es spricht, politisch gesehen, also fast alles für die Flächenstilllegung. Nicht unbedingt als längerfristiges Konzept, wohl aber zur kurzfristigen Stabilisierung des Getreidemarktes.

Und trotzdem war das Ergebnis der ersten Runde nicht ermutigend. Woran mag das gelegen haben? Nun, die Antwort ist leicht, denn wir haben im Grünbrachemodell entsprechende Erfahrungen gemacht.

Wenn ein Landwirt die psychologischen Barrieren der Flächenstilllegung überwunden hat, fängt er zu rechnen an:

- Wie gestalte ich die Fruchtfolge?
- Kann ich unter Umständen Maschinen und andere Produktionsmittel einsparen?
- Welche Entschädigung kann ich erreichen?
- Gibt es unter Umständen betriebsindividuelle Gründe, die für eine Reduzierung der Anbaufläche sprechen (familiäre Dinge usw.)?

Wir hatten schon während der Grünbrache das Problem, unsere Landesregierung von der Bedeutung der Entschädigung zu überzeugen.

Wir haben immer gesagt, die Entschädigung müsse sich bei vorübergehenden Stilllegungsmaßnahmen am Deckungsbeitrag orientieren. Denn es ist ja klar, daß aufgrund kurzfristiger Stilllegungen keine Reduzierungen im Fixkostenbereich vorgenommen werden können. Erst wenn langfristig stillgelegt wird, kann die Entschädigung in Richtung »Gewinn« gesenkt werden.

Aus der Orientierung am Deckungsbeitrag ergab sich für uns die Folgerung, die Entschädigung an der Ertragskraft – hilfsweise der Bonitierung – der stillgelegten Flächen zu orientieren: Daraus ist die damalige Entschädigungsstaffelung entstanden.

Mir ist nicht bekannt, warum man von dieser Regelung im Nachfolgeprogramm abgegangen ist.

Mit der jetzigen Orientierung an der EMZ des ganzen Betriebes ist erwartungsgemäß eine Verschlechterung in der Wirksamkeit des Programms eingetreten, denn

- wir haben einen Wandel von der Rotationsbrache zur Dauerbrache erlebt. Der Hintergrund ist klar. Die EMZ ist eine Durchschnittszahl. Der Betrieb legt die schlechtesten Flächen dauerhaft still und wird nach dem Betriebsdurchschnitt entschädigt. Die Mengenreduzierung läßt dann zu wünschen übrig.
- wir haben außerdem einen Wandel in der regionalen Verteilung hin zu anderen Standorten erlebt.

In Verbindung mit dem eben genannten Aspekt wird die Wirksamkeit der Stilllegung dadurch noch weiter konterkariert.

Wir bekommen auf den guten Ackerstandorten mit einer sehr hohen EMZ Flächen mit geringerer Ertragsleistung zu hohen Entschädigungssätzen in das Programm.

Wenn später einmal eine zu geringe Effizienz dieses Stilllegungsprogramms bemängelt werden sollte, wird das auf diesen Tatbestand zurückzuführen sein.

Um es deutlich zu sagen: Mit einer Rotationsbrache und einer an der Bonität der stillgelegten Fläche orientierten Entschädigung wäre das nicht passiert.

Aber diese programmimmanenten Probleme sind noch zu ertragen, weil man keine bewußte Steuerung und damit Unterminderung des Programms daraus ableiten kann.

Das sieht auf der europäischen Ebene ganz anders aus.

Schon während wir hier in Niedersachsen die vielen Delegationen mit unserer Grünbrache vertraut gemacht haben, wurde deutlich, daß die Entschädigungshöhe das wirksamste Steuerungsinstrument ist: Vielleicht haben wir die Leute hier in einem negativen Sinne schlaue gemacht:

Angefangen hat das mit der EG-Kommission: Sie beteiligte sich an der Stilllegung je nach Höhe der Entschädigung nur degressiv.

Entschädigungen unter 200 Ecu wurden mit 50 Prozent, jene zwischen 400 und 600 Ecu nur noch mit 15 %, unterstützt. Und dieses, obwohl die Getreidemarktordnung voll im Verantwortungsbereich der EG liegt und sie durch die Stilllegung Haushaltsvorteile genießt.

Durch diese Verlagerung von finanziellen Aufwendungen zu den Mitgliedstaaten leistete die EG-Kommission der Sache keinen guten Dienst. Einige Länder wie Frankreich und Italien sahen darin die Möglichkeit, nun ihrerseits die Abneigung gegen die Stilllegung durch das Angebot zu niedriger Entschädigungssätze durchzusetzen.

Das Resultat ist bekannt. Die Landwirtschaft bekommt weitere Preissenkungen, deren Einkommenseffekt die Kosten einer notwendigen Stilllegung um das Zehnfache übersteigt.

Wir rebellieren gemeinsam mit den Regierungen bereits seit längerem gegen diese miese Politik, insbesondere der EG. Ein Erfolg ist dadurch erreicht, daß die EG ihren Finanzierungsanteil im nächsten Stilllegungsjahr erhöhen wird und die Nationalstaaten gezwungen werden sollen, die Gipfelbeschlüsse auch tatsächlich umzusetzen.

Vielleicht sollte ich das Thema Flächenstilllegung jetzt verlassen.

Sie werden bemerkt haben, daß ich den Problembereich immer wieder von der ökonomischen Seite angesprochen haben – sowohl volkswirtschaftlich als auch betriebswirtschaftlich. Das hängt natürlich damit zusammen, daß wir als Landesverband sehr unter dem Zwang stehen, nach

Lösungsmöglichkeiten für die wirtschaftlichen Probleme des pflanzlichen Sektors zu suchen.

Die Flächenstilllegung ist hauptsächlich ein Instrument, mit dem kurzfristig und effizient die Produktion reduziert werden kann, um dann auch die Preissenkungs politik zu durchbrechen.

Das ist anders bei dem zweiten Punkt der Tagesordnung, der »Extensivierung«. Dort sind viel mehr Dinge zu berücksichtigen als bei einer Flächenstilllegung.

Wenn ich vorhin sehr stark die kurzfristigen ökonomischen Aspekte betont habe, müssen wir bei der Extensivierung stärker in längeren Zeitabständen denken.

Die Extensivierung berührt in der vollen Breite ihrer Ausgestaltungsmöglichkeiten wesentlich mehr Politikbereiche als die Flächenstilllegung. Aus diesem Grunde ist es nicht verwunderlich, daß sich mehr Aktive aus anderen Interessenssphären zu Wort melden.

Grundsätzlich möchte ich aus der Sicht des Landvolkverbandes bemerken, daß es beim Kampf um den Erhalt der Existenzfähigkeit keine Tabuthemen geben darf.

Und genauso haben wir die Extensivierungsregelung der EG-Kommission auch behandelt:

Kann dieses Instrument einen Beitrag zur Mengenreduzierung leisten?

Ich meine ja!

Findet dieses Instrument eine Akzeptanz in der Bevölkerung und in der Landwirtschaft?

Ich meine ja! Die Extensivierung ist politisch durchsetzbar. Sie bietet vielen Verantwortlichen der unterschiedlichsten Couleur ausreichend positive Inhalte.

Steht die Extensivierung anderen wichtigen Zielen entgegen, so daß in einer Güterabwägung auf sie verzichtet werden mußte?

Auch diese Konfliktsituation sehe ich nicht. Vielmehr kann die Extensivierung auf die drängender werdenden Fragen aus den Reihen der Verbraucher, des Natur- und Umweltschutzes, aber auch aus der Landwirtschaft passende Antworten geben.

Doch jetzt zum konkreten Extensivierungsgesetz.

Wir haben uns auf der Bundesebene intensiv mit dem Thema befaßt und dem Bundeslandwirtschaftsministerium umfangreiche Vorschläge unterbreitet:

Das Präsidium des Bauernverbandes hat aber auch deutlich gemacht,

- daß eine Beteiligung aller Mitgliedstaaten sichergestellt sein muß;
- daß wir auf Freiwilligkeit der Beteiligung bestehen;
- daß praxisgerechte und einfache Durchführungsregelungen gefunden werden müssen und
- daß die Entschädigungszahlung an dem tatsächlichen Einkommensverlust orientiert sein muß.

Wenn ich mir die jetzt gültigen Richtlinien ansehe, müßte ich sagen: Das kann noch nicht alles gewesen sein.

Aus dem zur Verfügung stehenden Maßnahmenkatalog hat die Landesregierung nämlich nur recht wenig umgesetzt. So wird im Bereich der quantitativen Methode eine 100prozentige Abschaffung der Bullenbestände und im Rahmen der produktionstechnischen Methode der Wechsel des gesamten Betriebes auf den ökologischen Landbau gefördert.

Ich möchte diese Entscheidung des Land-

wirtschaftsministeriums allerdings nicht kritisieren. Denn – wie zu Beginn schon vermerkt, ist die Extensivierung langfristig zu sehen. Vor diesem Hintergrund wäre es wohl unvorsichtig, ein in aller Eile gefertigtes Programm umzusetzen.

Deshalb betrachten wir das jetzige Extensivierungsprogramm noch als Modellversuch.

Die Landwirtschaft braucht Zeit zur Bewußtseinsbildung, und die durchführenden Stellen brauchen nach dem Trubel der letzten Jahre ein wenig Ruhe zum Denken.

Die Eilbedürftigkeit der Maßnahmen lag eher bei der Flächenstilllegung. Das hat in Niedersachsen sehr gut funktioniert, und ich glaube, daß auch das Extensivierungsprogramm noch besser wird.

Wir werden dieses Programm jedenfalls nach besten Kräften unterstützen.

Anschrift des Verfassers

Werner Bosse
Niedersächsisches Landvolk
Warmbüchenstraße 3
3000 Hannover

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode, Leiter: Prof. Dr. Manfred Dambroth

Praxisrelevante Zwischenergebnisse der Begleitforschung zum Grünbracheprogramm bzw. zur Flächenstilllegung in Niedersachsen

Von T. Forche¹, M. Dambroth und C. Sommer¹

Einleitung

Die in der Richtlinie (NIEDERS. MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 1986) zum Grünbracheprogramm festgeschriebenen Durchführungsbestimmungen

- Einjährigkeit (= Rotationsbrache)
- Begrünungspflicht
- keine Düngung
- kein Pflanzenschutz
- keinerlei Nutzung des Aufwuchses (geschlossener Stoffkreislauf)

beschreiben einen neuartigen Lebensraum in der Agrarlandschaft, über dessen Wechselbeziehungen zu den Landschaftsfaktoren Boden, Wasser, Pflanzen (Wild- und Kultur-), Tiere, Kleinklima sowie das Landschaftsbild keine wissenschaftlichen Untersuchungen vorliegen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wurde daher an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft eine umfassende Begleitforschung zum Grünbracheprogramm begonnen. Einerseits bearbeitete das Institut für Strukturforschung (WILSTACKE und PLANKL 1988, 1989) die sozio-ökonomischen Aspekte, während andererseits das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Naturschutz und Landschaftspflege der Universität Hannover in einem 3jährigen Versuchsprogramm eine Verminderung der pflanzenbaulichen und landschaftsökologischen Wissensdefizite vorantreibt. Das im Herbst 1986 eingeführte Grünbracheprogramm sollte ursprünglich 4 Jahre als Pilotprojekt in Niedersachsen angeboten werden, um die Erreichbarkeit der Ziele

1. Abbau der Getreideüberproduktion
2. Verbesserung der ökologischen Situation der Landwirtschaft



Abb. 1. Selbstbegrünung nach Wintergerste in Völkenrode im September 1988 – dichter und homogener als jede Aussaat (alle Fotos: T. Forche).

zu prüfen. Bereits nach zwei Jahren wurde als Einstieg in eine EG-weite Marktentlastung ein Flächenstilllegungsprogramm bundesweit eingeführt.

Statt eines jährlichen Antrages auf Ausgleichszahlungen für die neuen Rotationsflächen muß sich der Landwirt nun verpflichten, »fünf Jahre mindestens 20 % der mit Marktordnungsprodukten bestellten Ackerflächen in ganzen Flurstücken oder mindestens 1 ha zusammenhängender Fläche

- als Dauerbrache auf derselben Fläche
- oder als Rotationsbrache auf mindestens einmal wechselnden Flächen brachzulegen,

- oder aufzuforsten
- oder für nichtlandwirtschaftliche Zwecke zu verwenden.« (BML 1988)

Die niedersächsische Grünbrache findet sich quasi als Rotationsbrache in der Flächenstilllegung bei etwas geringeren Ausgleichszahlungen wieder.

Beide Programme beruhen auf einer freiwilligen Teilnahme und dienen vorrangig der Marktentlastung. Von derartig stillgelegten Flächen darf aber keinesfalls im Vergleich zu weiterhin intensiv bewirtschafteten Flächen eine stärkere Belastung der

¹ Wissenschaftliche Mitarbeiter im o. g. Institut.

Landschaftsfaktoren (z. B. durch Nitratverlagerungen, Bodenerosion, Pflanzen- und Tierartengefährdung durch intensive Pflege etc.) ausgehen.

Von seiten des Naturschutzes sollte und kann nicht bzgl. der – noch zu klärenden – Effekte im Naturhaushalt allein ein Bewertungsmaßstab angelegt werden, dem der anzustrebende ganzflächige Ressourcenschutz und das notwendige Biotopverbundsystem zugrunde liegen. Selbst zu diesen Zielen kann und wird die Begleitforschung elementare Informationen liefern.

Nach einer kurzen Beschreibung des am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung seit August 1987 laufenden Forschungsprojektes, das von Beginn an 2- und 3jährige Stilllegungsvarianten berücksichtigte, wird zunächst ein vorläufiger Bewertungsversuch der möglichen Begrünungsverfahren vorgestellt. Danach werden die Tendenzen einiger Zwischenergebnisse angesprochen.

Die Schlüsselrolle des Landwirts – entsprechende administrative Rahmenbedingungen (u. a. rechtzeitige Bewilligung) vorausgesetzt – verdeutlicht abschließend eine Zusammenstellung von Begrünungskriterien.

Pflanzenbauliche und landschaftsökologische Begleitforschung des Grünbracheprogramms in Niedersachsen

Ziele

- Eine flächenbezogene, komplexe Analyse der Wirkung einiger Stilllegungsvarianten auf die Landschaftsfaktoren Boden, Wasser, Tiere, Pflanzen (auch Kulturpflanzen), Kleinklima und das Landschaftsbild auf unterschiedlichen Standorten in Niedersachsen sowie eine räumliche Beurteilung des jährlichen »Brachflächenmosaiks« in drei Gemeinden (FORCHE 1987).
- Erarbeitung eines Relevanzbaumes als Entscheidungshilfe für eine im weitesten Sinn standort- und betriebsgerechte Begrünung (FORCHE 1987).

Inhalt

Im Rahmen eines 3jährigen Feldversuchsprogramms (s. u. Abb. 2) werden bekannte und aussagekräftige Methoden zu jedem der o. a. Landschaftsfaktoren in 1-, 2- und 3jährigen Stilllegungsvarianten auf 5 Standorten parallel angewendet. Von Beginn an wurden neben der mechanischen Pflege auch die »Nichtpflege« und das Abweiden durch Schafe als Pflegevarianten berücksichtigt. Durch eine jährliche Befragung aller teilnehmenden Landwirte in 3 Gemeinden wird in Verbindung mit einer Luftbildauswertung das »Brachflächenmosaik« erfaßt und bewertet. Gleichzeitig entsteht während der Befragung ein Katalog von Problemen und Erfahrungen im Umgang mit stillgelegten Flächen. Zusätz-

GRÖßE: 400 m X 75 m
Vorfrucht: Sommerweizen

FRUCHTFOLGE: Wintergerste 87/88
Winterroggen 88/89
Winterroggen 89/90

***		***	SELBSTBEGRÜNUNG - 3-jährig nach Sommerweizen ab August 1987
***	ooo	***	ROTKLEE/DT. WEIDELGRAS - 3-jährig Mulchsaat 09/87 8 kg/8 kg
***		***	ROTKLEE/DT. WEIDELGRAS - 3-jährig + Pflege Mulchsaat 09/87 8 kg/8 kg
***	ooo	***	ROTKLEE/DT. WEIDELGRAS - 2-jährig + Pflege Mulchsaat 09/87 8 kg/8 kg
***	ooo	***	SELBSTBEGRÜNUNG - 2-jährig nach Sommerweizen ab August 1987
* = Fanggläser (epigäische Fauna) o = Saugkerzen (Bodenwasser aus 90 cm)			WINTERROGGEN - konventionelle Vorfrucht Rotationsfläche für 1989/90
***	ooo	***	WINTERWICKE/SENF - 1-jährig Mulchsaat 07/88 50 kg/8 kg
***	ooo	***	WEIßKLEE - 1-jährig Mulchsaat 07/88 10 kg
***	ooo	***	SELBSTBEGRÜNUNG - 1-jährig nach Wintergerste
***	ooo	***	WINTERROGGEN nach Winterwicke/Senf
***	ooo	***	WINTERROGGEN nach Weißklee
***	ooo	***	WINTERROGGEN nach Selbstbegrünung
***	ooo	***	Kontrolle: Fruchtfolge ohne Grünbrache WINTERROGGEN nach Wintergerste
***	ooo	***	SCHWARZBRACHE 6x/a gefräßt
			SCHAUGARTEN - FRÜHJAHRSBEGRÜNUNGEN SCHAUGARTEN - HERBSTBEGRÜNUNGEN

Abb. 2. Versuchsplan Völkenrode 1988/89.

lich wird in einem Schaugarten ein Ausschnitt der möglichen Arten- und Strukturvielfalt einer Begrünung demonstriert und im Gewächshaus das Samenpotential in den Böden vor Beginn des Feldversuchs ermittelt.

Stand

Die Zwischenergebnisse aus 30 Monaten liegen vor. Die Feldversuche werden im August 1990 beendet.

Bewertung der Begrünungsverfahren

Mit dem Begrünungsverfahren und der Begrünungspflanze entscheidet der Landwirt über die Wirkungen der Grünbrache. Die Begrünungsverfahren wurden einem

Bewertungsversuch unterzogen (s. Tab. 1). Diesem Bewertungsversuch liegt eine überwiegend isolierte Betrachtung der Einzelergebnisse zugrunde. Die an sich notwendige parallele Betrachtung z. B. der standörtlichen Wetterdaten, der Frequenz von Laufkäfern und einigen anderen auf der Bodenoberfläche lebenden Tieren, der Krautartenverteilung, der Nährstoffgehalte von Boden und Wasser, der Bestandsbonituren, der Durchwurzelungsdichte und -tiefen, der Lage in der Landschaft (Umgebung) etc. kann ohne Zweifel Abhängigkeiten aufzeigen, die in einigen Fällen eine andere Einschätzung zur Folge haben muß. Eine entsprechende Analyse wird jedoch erst nach Abschluß des Versuchsprogramms durchführbar sein. Diese Tabelle bestätigt aber dennoch die bislang hypothetischen Begrünungshinweise

- möglichst frühe Herbstbegrünung (ggf. Selbstbegrünung)
- Mischung statt Monokultur
- Leguminosenanteil, sofern nötig, nach Ackerzahl (AZ) gestaffelt (max. 50 % bei $AZ \leq 20$, ab $AZ \geq 50$ ohne)
- Blütenhorizonte im Herbst und Sommer.

Einzelne Pflanzen können aus Sicht der Begleitforschung nicht hervorgehoben werden. Der Vielfalt an Begrünungskriterien (Standort, Fruchtfolge, Lage im Raum, Betriebstechnik u. v. a.) entspricht die vorhandene Vielfalt an Begrünungspflanzen am besten. Die erfragte Praxis des 1. und 2. Grünbrachejahres in den drei Gemeinden verdeutlichte, wieviel von einer erreichbaren positiven Wirkung verschenkt wurde: Die insgesamt günstigeren Begrünungsverfahren wurden entweder kaum angenommen (teilweise auch wegen der späten Bescheide nicht mehr möglich) oder entsprachen nicht den Durchführungsbestimmungen in der Richtlinie. Die Frühjahrsbegrünungen nach Schwarzbrache oder Selbstbegrünung dominierten in beiden Jahren: 1986/87 mit 65 % und 1987/88 mit 80 %.

Tendenzen einiger Zwischenergebnisse

Zu Nährstoffen im Boden

Die Gesamtgehalte an N, P, K, Ca und Mg haben sich auf allen 5 Standorten zwischen August 1987 und Oktober 1989 in den Schichten 0–30, 30–60, 60–90 cm nicht signifikant verändert. In der pflanzenverfügbaren Form unterliegen die gleichen Nährstoffe jedoch deutlichen Schwankun-

gen, die allerdings erst nach Abschluß der Arbeit im komplexen Zusammenhang interpretiert werden. Hohe N_{min} -Werte im Oktober, etwa vier Wochen nach dem Umbruch der einjährigen Stilllegungsvarianten, spiegelten sich erst ab Januar im Sickerwasser (s. u.) wider.

Zu Nährstoffen im Sickerwasser

Die Verlagerungshöhepunkte 1988 und 1989 waren aufgrund der Niederschlagsverteilung und der milden Winter jeweils im Januar, Februar bis Mitte März. Mit den Frühjahrsaussaaten konnte also in beiden Jahren den Nährstoffverlagerungen nicht entgegengewirkt werden. Besonders auf den beiden leichten Standorten in Völkenrode und Mahlstedt waren die Nährstoffgehalte im Bodenwasser aus 90 cm Tiefe zwischen Januar und Mitte März sehr hoch. Die Tendenz auf diesen beiden Standorten zeigt die größten Nährstoffverluste unter konventioneller Bewirtschaftung (Fruchtfolge ohne Grünbrache), gefolgt von Winterfrucht nach Grünbrache, gefolgt von der Schwarzbrache und gefolgt von den Stilllegungsvarianten.

Auf dem schweren Tonboden in Hilprechtshausen ist eine derartige Tendenz nicht zu erkennen. Die Maximumwerte z. B. bei dem leicht löslichen Nitrat liegen hier zwischen Januar und Mitte März etwa 80 % niedriger als auf den beiden leichten Standorten.

Zu Wildkräutern

Die Artenzahlen der Wildkräuter nach jeweils drei Aufnahmen im Jahr nehmen in folgender Richtung ohne Berücksichtigung der Pflegevarianten ab:

Dreijährige Selbstbegrünung (ca. 70) \geq Zweijährige Selbstbegrünung (ca. 60) \geq Einjährige Selbstbegrünung (ca. 50) \geq Ein- oder mehrjährige Begrünung (ca. 10–30) \geq Konventionelle Hauptfrucht (ca. 1–10) \geq Schwarzbrache.

Vor allem in den Selbstbegrünungsvarianten wird der Einfluß der Witterung auf die Anzahl der Wildkräuter deutlich. Im Jahr 1988 führten die Niederschläge im Juni zu einer Verdoppelung der Arten bei der Julaufnahme im Vergleich zur Aprilaufnahme, während im Jahr 1989 die Trockenheit praktisch keine Zunahme der Arten ermöglichte. Auf allen fünf Standorten wurden insgesamt 97 Wildkrautarten erfaßt, davon sind 8 Arten in der Roten Liste der Gefäßpflanzen Niedersachsens und Bremen verzeichnet.

Bei den Pflegevarianten führt das Abweiden einer Begrünung zu deutlich höheren Artenzahlen im erneuten Aufwuchs, während das mechanische Pflegen (nicht unter 20 cm) in den gleichen Varianten eine Abnahme der Artenzahlen zur Folge hat.

Je nach Standort- und Entwicklungsbedingungen (Trockenheit nach der Aussaat, Samenpotential im Boden etc.) können auch in begrüneten Flächen unerwartet hohe Artenzahlen erreicht werden.

Nach dem Umbruch und Einpflügen der Stilllegungsvarianten sind in den Folgefrüchten keine höheren Artenzahlen gefunden worden, und die sichtbar höhere Zahl an Keimlingen (über 1000/m²) nach dem Pflügen zur 2. Folgefrucht wurde durch den normalen Herbizideinsatz beseitigt. Auf einem Standort machte die Vermehrung der vorhandenen Quecke während der zweijährigen Selbstbegrünung einen speziellen Herbizideinsatz in der Folgefrucht (Winterraps) notwendig.

Tab. 1. Potentieller Einfluß der möglichen Begrünungsverfahren auf die Landschaftsfaktoren (Einschätzung nach den bislang vorliegenden Ergebnissen)

	Boden	Wasser	Pflanzen		Tiere	Kleinklima	Bild
			Wild-	Kultur-			
Schwarzbrache und Frühjahrsaussaat	-	-	-	0	-	-	0
Herbstaussaat und Schwarzbrache	0	0	0	0	-	0	0
Herbstaussaat und Frühjahrsaussaat	-	+	-	+	-	+	+
Selbstbegrünung nach Winterfrucht und Frühjahrsbegrünung	+	+	0	+	0	0	0
Ganzjährige Selbstbegrünung nach Winterfrucht	+	+	+	0	+	+	0
Herbstaussaat und Selbstbegrünung	+	+	0	0	+	+	+
Einjährige Herbstaussaat	+	+	0	+	+	+	+
Herbstaussaat, mehrjährig	+	++	0	+	+	++	+
Untersaat, einjährig	++	++	0	+	+	++	+
Mehrjährige Selbstbegrünung nach Winterfrucht	++	++	++	+	++	++	++

++ = sehr positiv; + = positiv; 0 = unbedeutend; - = negativ

Bemerkung: Bei dieser Zuordnung wird eine optimale, also im weitesten Sinn standort- und betriebsgerechte Auswahl einer Begrünungspflanzenmischung vorausgesetzt.

Bewertet wurde für den Landschaftsfaktor

Boden	= Bodenruhe, Nährstoffhaushalt	Wasser	= Nährstoffgehalte im Sickerwasser
Wildpflanzen	= Artenspektrum	Tiere	= Epigäische Fauna in Fanggläsern
Kulturpflanzen	= Vorfruchtwirkung	Kleinklima	= Bestandeentwicklung, Witterung
Bild	= Blütenhorizonte, Bestandsstrukturen, Lage der Flächen		



Abb. 3. Herbstlicher Blütenhorizont der Winterwicke/Senf-Variante in Völkenrode von Anfang September bis Mitte Oktober 1989 – Nahrungshabitat für die nektar-, pollen- und samenabhängigen Insekten der Landschaft.



Abb. 4. Diese Dauerschwarzbrache in Völkenrode wird sechsmal im Jahr gefräst und dient wie die konventionelle Fruchtfolge als Kontrollvariante zu allen Stilllegungsvarianten des Versuchsfeldes (s. Abb. 2).



Abb. 5. Eine kontinuierliche Zunahme der Strukturenvierfalt zeichnet sich besonders im 2. und 3. Jahr in den Selbstbegrünungen (hier: in Völkenrode) ab.

Zum Arten/Individuen-Verhältnis auf der Erdoberfläche lebender Tiere

Die Anzahl der Arten und Individuen zeigt eine deutliche Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen, der Bestandsdichte und der Aussaatzeit: Bei anhaltender Trockenheit oder (für Laufkäfer u. a.) kaum durchdringbaren Beständen oder bei fehlendem Kleinklima bestehen keine zählbaren Unterschiede mehr zwischen den Varianten. In den Schwarzbrachen und konventionellen Varianten liegen die Artenzahlen bei max. 50 % im Vergleich zu den begrünten Grünbrachevarianten. Die Selbstbegrünungen erreichten durchweg die höchsten Arten- und Individuenzahlen.

Der Einfluß der Pflegevarianten muß den drastisch geänderten Bestandsstrukturen zugeschrieben werden:

- die Nichtpflege verändert zunächst nichts;
- die mechanische Pflege (nicht unter 20 cm) hinterläßt einen auf der Erdoberfläche weiterhin dichten, büstenartigen Bestand, der mit mehr oder weniger Mulchmaterial durchsetzt ist und ebenfalls bislang keinen zählbaren Einfluß hat,
- während das Abweiden nur wenig Grünmasse (≤ 1 cm + unversehrte Nichtfutterpflanzen) und viel nackten Boden sowie Schafskot hinterläßt und offenbar besonders anziehend auf nahrungssuchende Laufkäfer wirkt.

Zum Kleinklima

In den durch frühzeitige Herbstaussaat über den Winter bereits geschlossenen Grünbrachenbeständen führten die milden Winter 1988 und 1989 zu einer deutlich höheren und kontinuierlichen Frequenz der epigäischen Fauna.

Zum Landschaftsbild

Vor allem im 1. Grünbrachejahr wurden in den Gemeinden Meinersen, Harpstedt und Bad Gandersheim zwischen 20 und 30 verschiedene Pflanzenarten zur Begrünung benutzt. Eine Analyse der Wahrnehmbarkeit (Blütenhorizonte, potentielle Besucherfrequenz, Lage im Raum etc.) wird erst nach Abschluß der Arbeit möglich sein. Im 2. Grünbrachejahr ging die Anzahl der verwendeten Pflanzen auf etwa die Hälfte zurück.

Potentielle Begrünungskriterien

Die folgenden, nach fünf Bereichen vorläufig geordneten Begrünungskriterien wurden aus dem Katalog von Problemen und Erfahrungen der befragten Landwirte (150 im 1. Grünbrachejahr, 170 im 2.) aus drei Gemeinden im Umgang mit stillgelegten Flächen gefiltert. Sie dokumentieren die Vielfältigkeit der an einem Standort wirkenden biotischen und abiotischen Fakto-

ren und charakterisieren gleichzeitig die einzigartigen (!) Kenntnisse des Landwirts über die stillgelegte Fläche. Ohne Berücksichtigung dieser Kenntnisse kann eine Optimierung der ökologischen und letztendlich auch ökonomischen Effekte von Stilllegungsprogrammen nicht erreicht werden. Diese noch fortzuschreibenden Begrünerkriterien sollen nach Abschluß der Arbeit auf Grundlage der Ergebnisse in ihrer Bedeutung bewertet werden und zu dem o. a. Relevanzbaum führen.

Im Rahmen dieses Referates können nur einzelne Punkte in den fünf Bereichen an Fallbeispielen erläutert werden:

Fruchtfolge

- Zeitraum
- Verträglichkeit
- Krankheitsherd
- Vorfruchtwirkung
- Produktionsintensität

Krankheitsherd: Eine vom Braunrost stark befallene Selbstbegrüner nach Winterroggen kann bei entsprechender Witterung (wie im Herbst 1989 in Völkenrode) den als Hauptfrucht angrenzenden Winterroggen bereits Ende November infizieren und dadurch im Frühjahr eine Bekämpfungsmaßnahme notwendig machen.

Lage im Raum

- Relief
- Wildunfälle
- Funktion
- Erlebbarkeit

Wildunfälle: Durch die für das Rehwild attraktive Begrüner Rotklee/Weidelgras auf einer Fläche, die durch eine Kreisstraße vom Einstandsgebiet getrennt ist, kam es wiederholt zu Wildunfällen. Analog dazu werden Nahrungsflächen, die ohne Hindernisse erreichbar sind, zur Verringerung von Wildunfällen beitragen.

Standort

- Bodenpunkte
- Bodenart
- Problemunkräuter
- Verlagerungspotential
- Nährstoffpotential
- Senken/Kuppen
- Niederschlagsverteilung

Verlagerungspotential: Nur eine möglichst frühzeitige Aussaat geeigneter Pflanzen (z. B. Winterwicke/Senf) im Herbst, verbunden mit einer Durchwurzelungstiefe von 50–80 cm, kann auf allen leichten, durchlässigen Böden den Nährstoffverlusten über den Winter entgegenwirken.

Betriebstechnik

- Bodenbearbeitung
- Aussaat
- Pflege
- Umbruch

Umbruch: Eine Begrüner mit Süßlupinen, die über 180 cm Höhe erreichte, erforderte 6 Arbeitsgänge mit der Scheibenegge im Herbst. Eine Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Technik für den Umbruch hätte Kosten erspart.

Landwirtschaftliche Infrastruktur

- Maschinenring
- Saatguthandel

Saatguthandel: Durch gezielte Auswahl von Sorten (z. B. Rotklee mit Blühbeginn nach 60 oder 90 Tagen) könnte die Bestandsentwicklung bzgl. Pflegeaufwand und -zeitpunkt, Grünmasse etc. beeinflusst werden.

Zusammenfassung

Nach einer kurzen Beschreibung der pflanzenbaulichen und landschaftsökologischen Begleitforschung zur Grünbrache bzw. zur Flächenstilllegung wird ein vorläufiger Bewertungsversuch der möglichen Begrünerverfahren vorgestellt und anschließend durch die Tendenzen einiger Zwischenergebnisse untermauert. Damit werden auch die bislang hypothetischen Begrünerhinweise seitens der Forschung

- möglichst frühe Herbstaussaat
- Mischung statt Monokultur
- Leguminosenanteil – sofern nötig – nach Ackerzahl (AZ) gestaffelt, max. 50 % bei $AZ \leq 20$, ab $AZ \geq 50$ ohne
- Blütenhorizonte im Herbst und Sommer

bekräftigt.

Eine mit Fallbeispielen erläuterte Sammlung von Begrünerkriterien verdeutlicht abschließend die Schlüsselrolle des Landwirts für eine flächenspezifische Entscheidung und damit für die ökologischen und letztendlich auch ökonomischen Effekte von Stilllegungsprogrammen.

Summary

After the presentation of the agricultural and landscape-ecological research project to land diversion programs an estimation of practicable land planting operations will be introduced and confirmed by

the trends of preliminary results. Also the hypothetical land planting recommendations

- early autumn cultivation
- mixture instead of monoculture
- the portion of legumes adapted to the valuation index of the field
- flowering periods in autumn and summer

will be confirmed.

Finally a collection of land planting criteria, illustrated by examples, shows the responsibility of the farmers for a »field-specific« decision. This decision determines the ecological and economical effects of land diversion programs.

Literatur

- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (= BML), Hrsg., 1988, Stand des Gesetzesvorhabens über die Förderung der Stilllegung landwirtschaftlicher Nutzflächen sowie der Extensivierung und Umstellung der Erzeugung (Extensivierungsgesetz). – Agrarpolitische Mitteilungen des BML 7/88.
- FORCHE, TH., 1987: Der landschaftsökologische Beitrag im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung zum Grünbracheprogramm in Niedersachsen. – Diplomarbeit, Universität Hannover, 1–104.
- NIEDERS. MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, Hrsg., 1986: Richtlinie zum Grünbracheprogramm. – Runderlaß des ML Nr. 201.1-60114/6-1, vom 04.06.1986.
- WILSTACKE, L.; PLANKL, R., 1988: Freiwillige Produktionsminderung – Empirische Analyse – Akzeptanz und Wirkungen des niedersächsischen Grünbracheprogramms und andere Angebote zur freiwilligen Produktionsminderung. – Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft H. 357, Münster-Hiltrup.
- WILSTACKE, L.; PLANKL, R., 1989: Erprobung der Flächenstilllegung in Niedersachsen – Inanspruchnahme und Wirkungen des niedersächsischen Grünbracheprogramms 1987/88. – Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft H. 369, Münster-Hiltrup.

Anschrift der Verfasser

unter:
Dipl.-Ing. Landespflege
Thomas Forche
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50
3300 Braunschweig

Aus dem Landesamt für Bodenforschung in Bremen

Grünlandbrachen im nordwestdeutschen Flachland; Ergebnisse langjähriger vegetationskundlicher Untersuchungen

Von Jürgen Schwaar

Einleitung

Jahrhundertlang galt das Benediktinerideal der Neulandgewinnung im abendländischen Kulturkreis. Säkularisiert wirkte es über die landeskulturellen Bestrebungen des aufgeklärten Absolutismus (Kultivierung des Oderbruches durch die Preußenkönige, Kolonisation des Teufelsmoores durch Findorff) bis in die Gegenwart mit ihren starken Eingriffen in die Landschaft weiter. Dichterisch verklärt erscheint dieses »Credo« im Versepos »Dreizehnlinden« bei F. W. Weber (gest. 1894).

In Gehorsam, Zucht und Armut
Schafften still die tapfern Streiter:
Reuteten des Urwalds Riesen,
Dorn und Farn und wüste Kräuter;

Zogen Wald und Zaun und Hecke,
Hirsch und Keiler abzuwehren,
Daß im Thale wohlumfriedet
Grüntem menschenholde Aehren;

Zwängten ein den ungestümen
Strom durch Pfahlgflecht und Dämme,
Pfropften milde Südländreiser
Auf des Nordens herbe Stämme.

Kräftig sproß im jungen Garten
Akelei und Ros' und Quendel,
Blasse Salbei, Dill und Eppich,
Eberraute und Lavendel.

Die entgegengesetzte Position nahm Franz v. Assisi (1181–1226) ein, der bereits Pflanzen und Tiere in sein Gebet mit einschloß und als erster Naturschützer gelten kann. Säkularisiert beeinflusste sein Gedankengut Rousseau (1712–1778), die Romantik und die modernen Naturschutzbestrebungen. Löns (1866–1914) kritisierte bereits vor dem ersten Weltkrieg mit ironischen Versen ein übertriebenes »Kultivierungsideal«.

Verkoppelung

Es geht ein Mann durch das bunte Land;
Die Meßkette hält er in der Hand.
Sieht vor sich hin und sieht sich um;
»Hier ist ja alles schief und krumm!«
Er mißt wohl hin und mißt wohl her;
»Hier geht ja alles kreuz und quer!«
Er blickt zum Bach im Tale hin;
»Das Buschwerk dort hat keinen Sinn!«
Zum Teiche zeigt er mit der Hand;
»Das gibt ein Stück Kartoffelfeld!«
Der Weg macht seinen Augen Pein;
»Der muß fortan schnurgerade sein!«
Die Hecke dünket ihm ein Graus;
»Die roden wir natürlich aus!«
Der Wildbirnbaum ist ihm zu krumm;
»Den hauen wir als ersten um!«
Die Pappel scheint ihm ohne Zweck;
»Die muß da selbstverständlich weg!«
Und also wird mit vieler Kunst
Die Feldmark regelrecht verhunzt.

»Thesis« und »Antithesis«: Zwischen diesen beiden Polen bewegte sich das abendländische Denken in den letzten 1200 Jahren. So wird verständlich, daß vor 20 Jahren über die damals zunehmende Sozialbrache kontrovers und emotional diskutiert wurde.

Die einen sahen Kulturland verlorengehen, das ihre Vorfahren unter vielen Mühsalen der Natur abgerungen hatten; die anderen frohlockten, endlich wieder mehr »Natur« im Zeichen sich immer stärker ausbreitender Verstädterung und Industrialisierung zu bekommen.

Heute sind die Emotionen abgeklungen, weil vielerorts wissenschaftliche Ergebnisse vorliegen. Erste Erfahrungen wurden bereits mitgeteilt (SCHWAAR 1976, 1977, 1978, 1985, 1988). Nachfolgend berichten wir über langjährige Bracheuntersuchungen.

Siedlungsdepressionen und Brache in früheren Zeiten

Seit der Mensch zu Beginn des Neolithikums sesshaft wurde, hat es immer wieder Siedlungsdepressionen gegeben. Die gegenwärtige Brachesituation ist keinesfalls ein singuläres Ereignis. Viele pollenanalytische Untersuchungen geben davon Kunde (Literatur siehe OVERBECK 1975). Um

nur einiges zu nennen: Völkerwanderungszeit, spätmittelalterliche Agrarkrise, 30- und 7jähriger Krieg waren Zeiten zurückgehender Siedlungstätigkeiten. Mit einem Teilpollendiagramm (Abb. 1), das vom Keemoor am Wilseder Berg stammt, wird dieser Sachverhalt noch einmal verdeutlicht. Sehr klar zeichnet sich die schon in spätrömischer Zeit (¹⁴C-Datierung) beginnende Zunahme der Heideflächen ab, der erst mit den neuzeitlichen Aufforstungen ein Ende gesetzt wurde. Auch innerhalb dieses Intervalls gab es Schwankungen, die aber schwer zu deuten sind. Ebenfalls waren die sogenannten Kulturzeiger einem Wechsel unterworfen, die sich ähnlich schwer interpretieren lassen; denn im Untersuchungsgebiet wirkten sich neben den schon genannten Siedlungsdepressionen noch weitere Verwüstungen aus, die zur Entvölkerung führten, wie Lüneburger Erbfolgekrieg (1371–1380) und Hildesheimer Stiftsfehde (1519–1523). Auch wirtschaftliche Prosperität kann – früher wie auch heute – einen Rückgang von landwirtschaftlicher Nutzfläche auslösen. Wie schmerzlich für den einzelnen diese Drangsal auch immer gewesen sein mag, sie hat niemals zu schwerwiegenden ökologischen Schäden geführt, wie sie sich heute aus anderen Gründen bemerkbar machen (Artenrückgang). Deswegen sollten wir Brachflächen auch nicht als Schandfleck in der Landschaft ansehen, sondern ihnen Asylfunktionen für bedrängte Pflanzen- und Tierarten zuordnen.

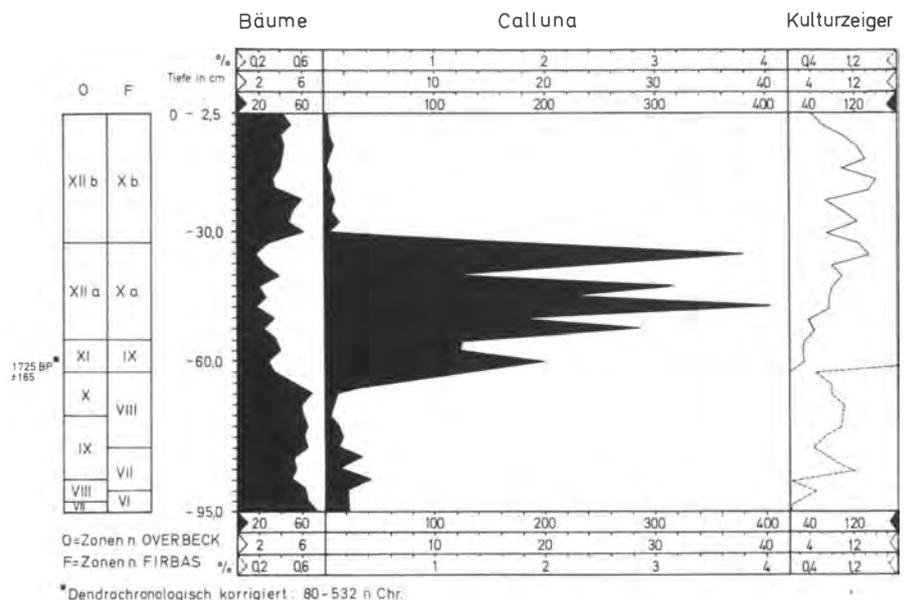


Abb. 1. Teilpollendiagramm mit Siedlungsdepressionen und Zeiten intensiver Siedlungstätigkeit, Keemoor/Naturpark Lüneburger Heide.

Herkunft und Entstehung des mitteleuropäischen Grünlandes

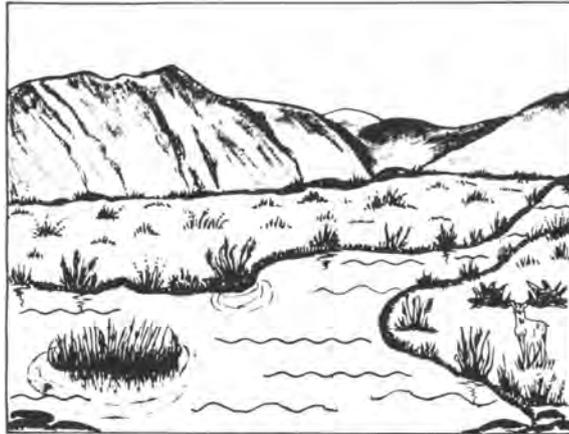
Sozialbracheflächen entstanden in der nordwestdeutschen Tiefebene überwiegend aus Grünland, das wegen agrarpolitischer Zwänge aus der Nutzung entlassen wurde. Um Vegetationsabläufe (Sukzessionen) auf diesen Standorten zu verstehen, muß zunächst einmal nach Alter und Herkunft unseres heutigen Graslandes gefragt werden. Erst wenn dieses hinreichend beantwortet ist, lassen sich Brachlandentwicklungen richtig interpretieren.

Es soll festgehalten werden: Nordwestdeutschland und ganz Mitteleuropa ist von Natur aus überwiegend Waldland. Ausnahmen bilden steile Felswände, Rasengesellschaften oberhalb der Waldgrenzen, Schwermetallrasen, Salzstellen des Binnenlandes, salzhaltige Seemarschen des Küstensaumes, Hochmoore und bestimmte Niedermoorstandorte (Schilfröhrichte, Groß- und Kleinseggengesellschaften). Alles zusammen genommen nur ein kleines Areal. Neuere Großrestuntersuchungen an Torfen (SCHWAAR 1989) zeigen aber, daß es in unserer Ur- und Naturlandschaft zusätzlich noch weitere waldfreie Flächen (Nage- und Rodungstätigkeit von Bibern) gegeben haben muß. Solches wiesen auch COLES und ORME (1983) für Großbritannien nach. Neuerdings kommt REMMERT (Vortrag auf dem Adventskolloquium der Norddeutschen Naturschutzakademie am 1. 12. 1989) aufgrund weltweiter Vergleiche zu ähnlichen Ergebnissen. Nach dessen Auffassung durchlaufen Waldstandorte verschiedene Phasen (Jugend-, Altersphase u. a.), zu denen auch ein zeitlich begrenztes Stadium der Baumfreiheit gehört.

Damit wird die Herkunft unseres Grünlandes deutlich. Verständlich dürfte jetzt auch sein, warum sich manche Grünlandbrachen nach 20 Jahren immer noch nicht bewaldet haben (STÄHLIN, A., STÄHLIN, L. und SCHÄFER 1972).

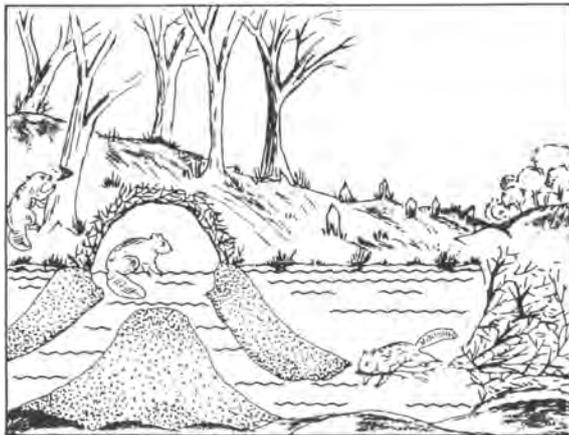
Interpretiert man alles dieses historisch/sukzessionsmäßig, so muß sich Grasland seit dem Spätglazial über Auenwaldlichtungen (Grünlandembryonen) des Mesolithikums, die von Bibern geschaffen wurden, bis zur neolithischen Landnahme erhalten haben (Abb. 2).

Eine weitere Bestätigung erfuhr diese Vorstellung bei einer Forschungsreise des Verfassers zum Lago Argentino (Südpatagonien). Dort konnte »spätglaziales Urgrünland) in situ entdeckt werden, das heute noch unter allerirdzeitlichen Bedingungen gedeiht. Eingeschleppte oder eingeführte europäische Arten (*Poa pratensis*, *Taraxacum officinale*) haben dabei zu einem unbeabsichtigten ökologischen Freilandexperiment geführt, was vergleichbare Pflanzengesellschaften geschaffen hat.



Spätglazial

Gräser- und seggenreiche Pflanzengesellschaften auf grundwassernahen Standorten



Mittlere Wärmezeit

Grünlandembryonen auf von Bibern geschaffenen Freiflächen



Gegenwart

Heutiges Wirtschaftsgrünland

Abb. 2. Herkunft und Entstehung des mitteleuropäischen Grünlandes.

Methoden

Wir entschieden uns für die direkte Methode, über die STÜSSI (1970) schreibt: »Die Vorteile dieser direkten Methode mit Dauerflächen bestehen darin, daß sie unmittelbar an das wirkliche Entwicklungsgeschehen heranführen; man wendet sich an den Naturvorgang selbst und verfolgt die Bestandsentwicklung im unmittelbaren Erfahrungsbereich. Die gewonnenen Ergebnisse sind frei von fragwürdigen Hypothesen.«

Drei Grünlandstandorte wurden 1973 und 1975 ausgewählt und die Nutzung eingestellt:

Königsmoor, Krs. Harburg-Land

a) Hochmoor – Deutsche Hochmoorkultur
Kartenblatt Nr. 2724 der TK 1:25 000

Ritterhude, Krs. Osterholz-Scharmbeck
b) Überschlücktes Niedermoor
Kartenblatt Nr. 2818 der TK 1:25 000

Rechtenfleth, Krs. Cuxhaven
c) Brackmarsch
Kartenblatt Nr. 2517 der TK 1:25 000

Die Sukzessionskontrolle erfolgte immer auf dem Höhepunkt der allgemeinen Entwicklung (Mai/Juni). Die Werte stellen das arithmetische Mittel aus 100 Einzelaufnahmen dar. Die Schätzung erfolgte in % Deckungsgrad. Je Standort wurden mehrere

Versuchsvarianten ausgewählt; hier berichten wir nur über »Freie Vegetationsentwicklung« und »Mulchen«. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach EHRENDORFER (1973).

Untersuchungsergebnisse

Vegetationsentwicklung

Versuchsstandort Königsmoor

Intensiv genutztes Grünland enthält gegenüber extensiven Hutungen hohe Gräseranteile und nur geringe Beimengungen von Kräutern (ELLENBERG 1952; KLAPP 1965). Werden solche Flächen aus der Nutzung entlassen, führt eine Umschichtung des Pflanzenbestandes wieder zum Erscheinungsbild extensiven Graslandes zurück, wie Abb.3 und 4 zeigen. Die Ausgangswerte waren auf beiden Versuchsvarianten (fast) gleichartig. Nach zehnjähriger Versuchsdauer zeigten sich aber Unterschiede. Auf der Variante »Einmaliges Mulchen« war der Kräuteranteil (45 %) höher als bei der »Freien Vegetationsentwicklung« (22 %). Entgegengesetzt waren die Gräseranteile. Gemeinsam war beiden Flächen ein erheblicher Umfang an Kahlstellen. In beiden Fällen waren Artenzunahmen zu verzeichnen: Bei der »Freien Vegetationsentwicklung« war eine Vermehrung von 20 auf 36 Arten zu beobachten (Abb.5); auf der Mulchparzelle erfolgte eine Zunahme von 18 auf 25 Sippen. Einzelne Arten zeigten im Verlauf der Jahre stärkere Schwankungen (Abb.6). Auffällig war der Rückgang von *Phleum pratense*, während *Poa pratensis* rhythmische Zu- und Abnahmen aufwies. *Taraxacum officinale* und *Ranunculus acer* bildeten deutlich zwei zeitlich getrennte herböse Fazies aus. Die erste Art steigerte ihren Anteil in-

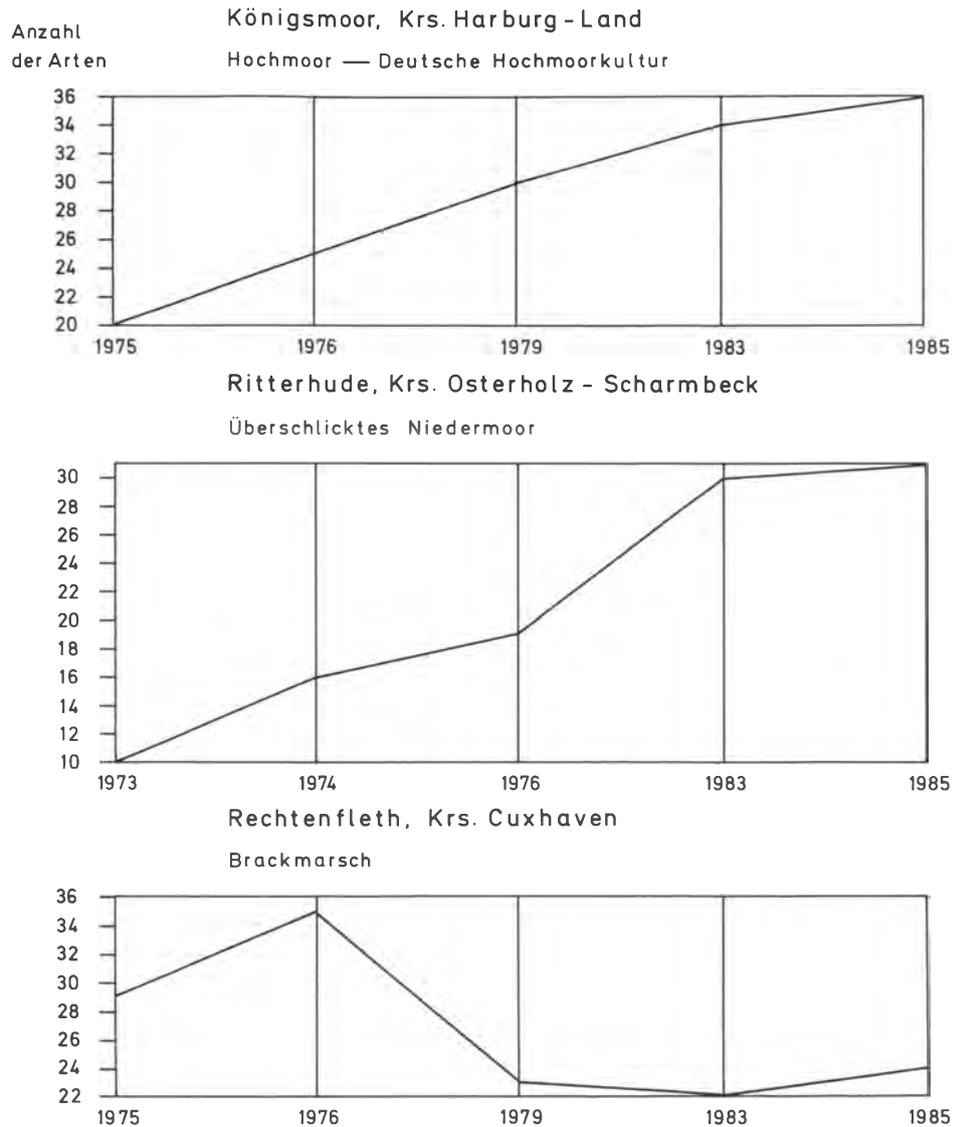


Abb. 5. Vegetationsentwicklung auf Brachland, Zu- und Abnahme der Arten.

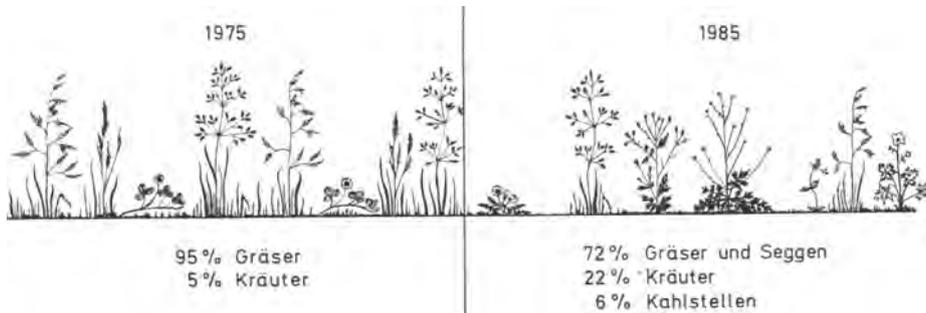


Abb. 3. Vegetationsänderungen auf Brachland, Hochmoor – Deutsche Hochmoorkultur, Königsmoor, Krs. Harburg-Land, Freie Vegetationsentwicklung.

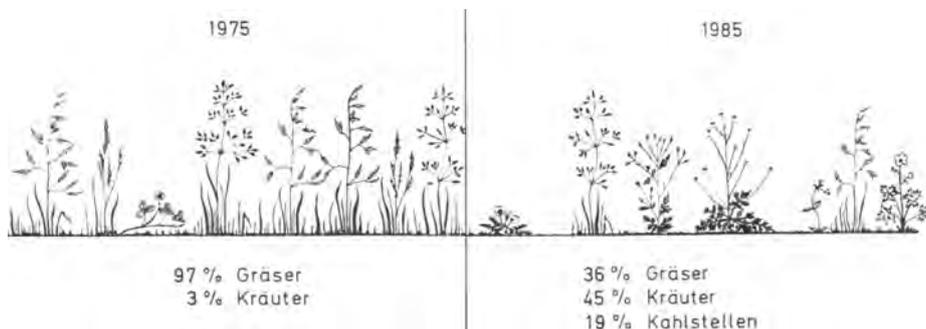


Abb. 4. Vegetationsänderungen auf Brachland, Hochmoor – Deutsche Hochmoorkultur Königsmoor, Krs. Harburg-Land, Einmaliges Mulchen.

nerhalb von zwei Jahren auf 14%. Die zweite Sippe war zunächst nur in Spuren vorhanden; ab 1979 geschah aber eine starke Zunahme (Abb. 6). Als weitere auffallende Verschiebungen konnten periodische Schwankungen von *Festuca rubra* und *Holcus lanatus* festgestellt werden. Interessant war das starke Auftreten einer annuellen Art (*Cerastium fontanum*), welche die Wiederbesiedlung der Kahlstellen einleitete. Diesem Frühjahrsblüher folgte auf diesen offenen Flecken *Galeopsis tetrahit*, ehe Mehrjährige einen Vegetations-schluß einleiteten.

Ähnliche Verschiebungen, wie sie eben für die Mulchfläche geschildert wurden, fanden auf der Parzelle mit »Freier Vegetationsentwicklung« statt. Abweichend nahm hier aber *Festuca rubra* stetig ab. Zusätzlich breiteten sich *Molinia coerulea*, *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix* und *Carex nigra* aus. Eine weitere Besonderheit war das Erscheinen eines »Gartenflüchtlings« (*Hieracium aurantiacum*), der seine Heimat in subalpinen Magertriften hat. Ein eindeutiger Trend zu einer bestimmten Pflanzengesellschaft war bislang auf diesem Hochmoorstandort, der nach den Re-

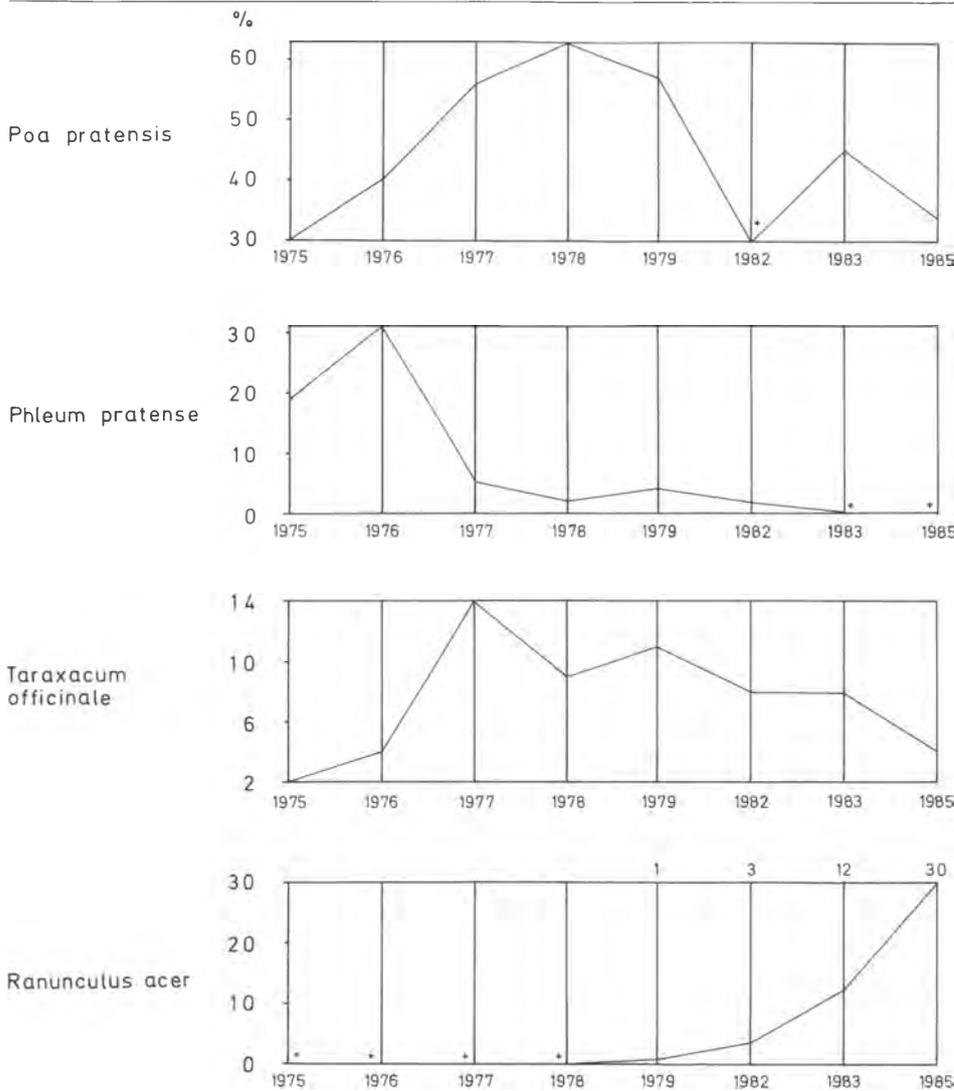


Abb. 6. Vegetationsentwicklung auf Brachland, Schwankungen im Deckungsgrad, Hochmoor – Deutsche Hochmoorkultur, Königsmoor, Krs. Harburg-Land, Einmaliges Mulchen (* = vorhandene Anteile, aber unter 1 %).

geln der Deutschen Hochmoorkultur hergerichtet war und jahrelang Intensivgrünland trug, nicht auszumachen. Am wahrscheinlichsten erscheint noch die Entwicklung zu einer Magertrift, denn auch die Rasenphysiognomie blieb erhalten. Wie nicht anders zu erwarten, konnten sich auf der »Mulchfläche« keine Baumsämlinge entwickeln. Auf der Parzelle mit »Freier Vegetationsentwicklung« erschienen wegen der unmittelbar angrenzenden Birkenbestände reichlich Jungpflanzen dieser Art, die sich vorzugsweise auf den Kahlstellen ansiedelten. Sie wurden alle entfernt, um dieses Areal zur Ausbringung von »Rote-Listen-Arten« freizuhalten (SCHWAAR 1985; KUNTZE, H. u. SCHWAAR, J. 1987). Darüber wird aber noch berichtet werden.

Es soll aber ausdrücklich betont werden, daß sich auf anderen verbrachten »Hochmoorgrünland-Standorten«, die wir seit 12 Jahren beobachten, keine Baumsämlinge eingestellt haben. Nur *Populus tremula* drang mit Polykormonen in die Brachfläche ein. Um schon einiges aufzuzeigen: Offensichtlich gibt es verschiedene Strategien bei einer Bewaldung oder Nichtbewaldung.

Versuchsstandort Ritterhude

Die Änderungsbewegungen des Gräser/Kräuterverhältnisses verliefen auf diesem Standort (überschlicktes Niedermoor) in der gleichen Weise wie auf dem verbrachten Hochmoorgrünland. Die Mengenverschiebungen machen Abb. 7 und 8 deutlich. Auf der »Mulchfläche« enthielt der Alt-rasen 99 % Gräser; dazu kam ein Minimalanteil von 1 % an krautigen Arten. Nach zwölfjähriger Versuchsdauer wurden nur noch 68 % Gräser festgestellt; die Kräuter hatten sich auf 32 % vermehrt. Ähnliche Verschiebungen hatten auch auf der Parzelle mit »Freier Vegetationsentwicklung« stattgefunden (Abb. 7 und 8). Die Ausgangssituation war die gleiche; nur erreichten hier die Kräuter mit 48 % noch höhere Werte. Das floristische Inventar vermehrte sich auf beiden Versuchsvarianten. Abb. 5 zeigt für die »Mulchfläche« eine Zunahme von 10 auf 31 Arten. Allerdings geschahen hier die Verschiebungen nicht so kontinuierlich wie auf dem Standort Königsmoor. Die Lebhaftigkeit der Steigerungsrate ließ nach dem zehnten Versuchsjahr merklich nach. Offensichtlich ist eine »ökologische Sättigung« erreicht worden. Bei der »Freien Vegetationsentwicklung« nahm die Artenzahl von 21 auf 35 zu. Innerhalb des floristischen Inventars geschahen beachtliche Mengenverschiebungen. Auf der »Mulchfläche« konnten am Beginn für *Agropyron repens* 42 % ermittelt werden, die sich in 12 Jahren auf 32 % verminderten; trotzdem blieb sie dominante Sippe. *Poa pratensis* zeigte während dieses Intervalls einen Rückgang von 36 auf 3 %. Ähnliches gilt von *Poa trivialis* und ganz besonders bei *Urtica dioica*.

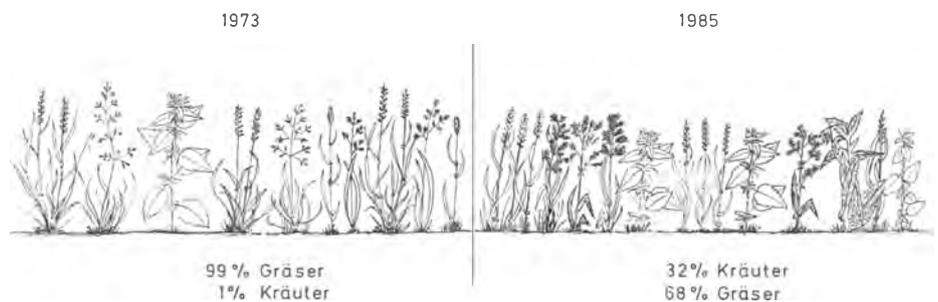


Abb. 7. Vegetationsänderungen auf Brachland, Überschlicktes Niedermoor, Ritterhude, Krs. Osterholz-Scharmbeck, Einmaliges Mulchen.



Abb. 8. Vegetationsänderungen auf Brachland, Überschlicktes Niedermoor, Ritterhude, Krs. Osterholz-Scharmbeck, Freie Vegetationsentwicklung.

Besonders interessant waren die Sukzessions-schritte im Bereich der »Freien Vegetationsentwicklung«. Hier gingen *Poa pratensis* von 31 auf 3 %, *Holcus lanatus* von 31 auf 13 % und *Phleum pratense* von 13 auf 1 % zurück. Der Zusammenbruch der Populationen geschah aber nicht allmählich, sondern erfolgte abrupt. Anstatt einer allmählichen Inventarausdünnung gab es ein fast stafettengleiches Auswechseln der Arten (alternieren).

Bereits ein Jahr nach Versuchsbeginn gewannen *Cirsium palustre* und *C. arvense* die Oberhand und erreichten Werte um 80 %, die vier Jahre erhalten blieben. Dann brach diese Distelpopulation zusammen.

Im weiteren Verlauf der Versuchsdauer wurden *Galeopsis tetrahit*, *Phalaris arundinacea* und *Calamagrostis canescens* dominant. Interessant war ein zusätzlicher Apiaceen-Aspekt (*Anthriscus sylvestris*, *Angelica sylvestris*) und eine Ausbreitung von *Glechoma hederacea*.

Der floristische Phasenkontrast der ersten Versuchsjahre (*Cirsium*-Arten) hatte sicherlich eine Mitursache in einer Mäuseplage, wobei der Altrasen regelrecht umgepflügt wurde. Irgendwelcher Jungwuchs von Bäumen konnte bis heute nicht beobachtet werden.

Innerhalb des gleichen Zeitraumes verfolgten wir im oberen Wümmetal bei Lauenbrück (Krs. Rotenburg/Wümmme) ähnliche Umschichtungen auf Grünlandbrachen. Auf den dortigen Niedermoorstandorten stellten sich ähnliche von bestimmten Sippen dominant beherrschte Artenkombinationen (*Urtica dioica*, *Phalaris arundinacea*, *Calamagrostis canescens*, *Filipendula ulmaria*) ein (Veröff. in Vorbereitung), so daß man annehmen darf, daß diese Entwicklung zu hochstaudenreichen Hochgrasfluren eine gewisse »Brachege-setzmäßigkeit« solcher Örtlichkeiten darstellt.

BORSTEL (1974), PFADENHAUER, KAPPER und MAAS (1987), SCHREIBER (1977), SCHIEFER (1981) und STÄHLIN (1973) haben in den Mittelgebirgen und in Süddeutschland die gleichen Beobachtungen gemacht.

Versuchsstandort Rechtenfleth

Der Trend des Gräserückganges nach Brachfallen war auch hier zu verzeichnen (Abb. 9). Allerdings fiel er auf diesem Brackmarschstandort (»Mulchfläche«) geringer als auf den anderen Versuchsflächen aus.

Dieses dürfte darin seine Ursache haben, daß sich ein konkurrenzkräftiges Rhizomgras (*Phalaris arundinacea*) dominierend durchgesetzt hat. Es erfolgte eine Zunahme von 19 auf 54 %. Diese Mengenverschiebung dürfte auch eine andere Änderungsbewegung der Artenzahl bewirkt haben (Abb. 5). Anstatt einer längerfristigen Zunahme – wie auf den anderen Versuchsstandorten – erfolgte hier nach einer kurzzeitigen Zunahme eine Abnahme.

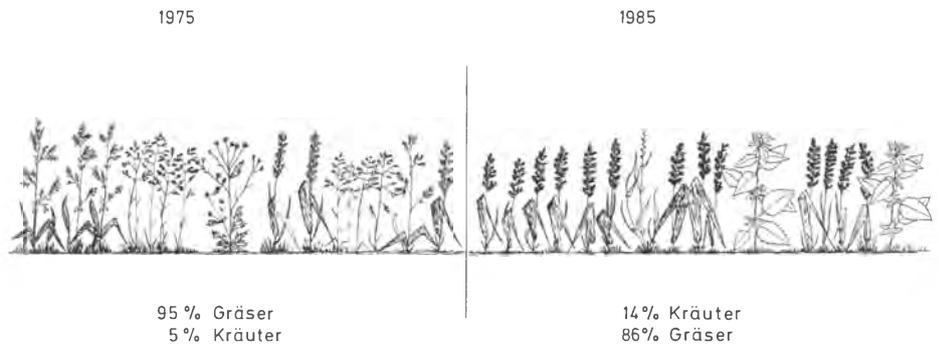


Abb. 9. Vegetationsänderungen auf Brachland, Brackmarsch, Rechtenfleth, Krs. Cuxhaven, Einmaliges Mulchen.

Bei Versuchsbeginn dominieren im Altrasen *Agrostis tenuis* mit 33 %. Beigemischt waren *Phleum pratense* (9 %), *Cynosurus cristatus* (9 %), *Poa trivialis* (8 %), *Holcus lanatus* (8 %), *Deschampsia caespitosa* (2 %), *Lolium perenne* (1 %) und das schon genannte *Phalaris arundinacea* (19 %). Von den krautigen Arten war nur *Cirsium arvense* etwas stärker vertreten, während die übrigen zahlreichen Dicotylen nur Minimalwerte erreichten. Nach zehnjähriger Versuchsdauer (jährliches Mulchen) war auch hier ein floristischer Phasenkontrast abzulesen. Neben der schon erwähnten Zunahme von *Phalaris arundinacea* vermehrte sich *Agropyron repens* auf 20 %. *Urtica dioica* breitet sich ebenfalls aus, während *Cirsium arvense* zurückging. Völlig neu erschien *Phragmites australis*. Weitere Zuwanderer – um nur einige zu nennen – waren *Carex vulpina*, *Glyceria fluitans* und *Glechoma hederacea*. Ihr Anteil blieb allerdings sehr geringfügig. Wie bei einer Mulchfläche zu erwarten, fanden sich keine Baumsämlinge ein.

Pflegemaßnahmen

Für viele Grünlandbrachen erübrigen sich – außer Mulchen – Pflegemaßnahmen, wenn es um das Offenhalten und Freihalten von Gehölzen geht. Es konnte aber festgestellt werden, daß sich floristische Kostbarkeiten (Rote-Liste-Arten) auch nach längerer Brachedauer nicht oder doch sehr selten ansiedelten. Solches hat sicherlich verbreitungsbiologische Ursachen; denn die Fundorte dieser Sippen sind meist weit entfernt, so daß ein natürlicher Diasporetransport mit Schwierigkeiten verknüpft ist.

Deshalb versuchten wir auf dem Versuchsstandort Königsmoor eine Ausbringung solcher bedrohter Arten. Wir wissen selbstverständlich, daß eine solche »Ansalbung« umstritten ist und hart diskutiert wird (SCHNEIDER, OELKE und GROSS 1989). Auch uns sind die damit verbundenen Gefahren und Risiken bekannt, die aber besonders die Wiedereinbürgerung von Tieren betreffen. Unsere Erfolge sollten aber vor allzu scharfer Kritik warnen. Arten wie *Gentiana pneumonanthe*, *Scorzonera humilis*, *Dianthus deltoides* u. a. haben sich gut entwickelt und zeigen Ausbreitungstendenz.

Zusammenfassende Betrachtung

Die langjährigen Versuche machen deutlich, daß sich auf Brachflächen nach kurzer Zeit keinesfalls ein harmonisch aufgebauter Wald ansiedelt, wie vor 15 Jahren im Überschwang behauptet. Um bei der ästhetischen Betrachtungsweise zu bleiben. Das Gegenteil hat sich auch nicht bewahrheitet; häßliche Sekundärbiotope haben sich ebenfalls nicht entwickelt. Vielmehr zeigten die vegetationskundlichen Untersuchungen eine ungeahnte Vielfalt sukzessioneller Erscheinungen, die von Standort zu Standort verschieden verliefen. Wird Grünland auf Niedermoor und nährstoffreichen mineralischen Naßböden aus der landwirtschaftlichen Nutzung genommen, so entstehen überwiegend staudenreiche Hochgrasfluren, aber auch Röhrichte und Seggengesellschaften. Hier überwiegen rasche Sukzessionsschritte, die schnelle Veränderungen herbeiführen. Auf Hochmoorgrünland geschieht eine allmähliche Inventarausdünnung, die zu magergrasähnlichen Stadien führt.

Neben bodenchemischen Voraussetzungen und Entwicklungen (Aushagerung) spielen auch verbreitungsbiologische Tendenzen eine Rolle. Die gut akzentuierten Florenverschiebungen müssen zumindest teilweise ihre Ursache in »Artenreservoir« an benachbarten Grabenrändern oder »schlafenden Diasporenspeichern« im Boden selbst haben, worauf auch PFADENHAUER, KAPPER und MAAS (1987) hinweisen. Dieses zeigt uns, welchen hohen Wert solche Restareale für eine Neuausbreitung haben, oder umfassender um eine Stufenpotenz höher formuliert: Brachflächen haben Asylfunktionen für unsere heimische Flora und Fauna; Brachflächen erhalten die Vielfalt unserer Vegetation.

Zu diesen vielfältigen Möglichkeiten gehört Waldfreiheit und Bewaldung. Erstere gilt im allgemeinen für Grünlandbrachen, wenn nicht der dichte Streufilz zerstört wird und Blößen und Kahlstellen entstehen, die Keimstätten für Holzgewächse abgeben. Eine Ausbreitung kann allerdings durch Wurzelbrut (Polykormone) gefördert werden. Nur auf Ackerbrachen (HARD 1964) gibt es eine rasche Wiederbewaldung, wenn Bäume als Samenspender in der Nähe sind und vor dem endgültigen

Vegetationsschluß gute Samenjahre liegen. Hier schließt sich der Kreis. Erinnern wir uns noch einmal an die Ergebnisse unserer eingangs erwähnten vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen (SCHWAAR 1989) und die Vorstellungen von REMMERT: Auch ohne menschliche Eingriffe gab es in Nordwestdeutschland und Mitteleuropa innerhalb eines zyklischen Ablaufes zwischen Waldphasen waldfreies Grasland. Die sich länger erhaltenden gehölzfreien Grünlandbrachen bestätigen die Richtigkeit dieser Ergebnisse.

Das Forschungsvorhaben wurde durch einen Zuschuß aus den Konzessionsabgaben des Nds. Zahlenlottos gefördert. Dafür danken wir dem Interministeriellen Ausschuß. Meinen Mitarbeiterinnen, Frau R. Wolters und Frau R. Corzelius, danke ich für sorgfältige technische Assistenz und zeichnerisch-graphische Umsetzung wissenschaftlicher Ergebnisse.

Literatur

- BORSTEL, U. O., 1974: Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf ökologisch verschiedenen Grünland- und Ackerbrachen. – 159 S.; als Dissertation gedruckt.
- COLES, J.; ORME, B., 1983: Beavers destroyed European Forests. – *New Scientist* 22, 849.
- EHRENDORFER, F., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – 2. Aufl., 522 S.; Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- ELLENBERG, H., 1952: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bedeutung. – 1. Aufl., 143 S.; Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart / z. Z. Ludwigsbürg.
- HARD, G., 1964: Kalktriften zwischen Westrich und Metzger Land. – *Annales Universitatis Saraviensis* 2, 176 S.; Saarbrücken.
- KLAPP, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort. – 1. Aufl., 384 S.; Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- KUNTZE, H.; SCHWAAR, J., 1987: Utilisation of peatland for grassland and wetland habitat – contrast or agreement? Proceedings of a workshop held from 14, to 17 July at Bristol, United Kingdom, under the aegis of the CEC Land and Water use and Management Committee; edited by J. R. Park, S. 156–158; Belhaven Press, London and New York.
- OVERBECK, F., 1975: Botanisch-geologische Moorkunde. – 1. Aufl., 719 S.; Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- PFADENHAUER, J.; KAPPER, A.; MAAS, D., 1987: Renaturierung von Futterwiesen auf Niedermoor durch Aushagerung. – *Natur und Landschaft* 62, 430–434.
- SCHIEFER, J., 1981: Bracheversuche in Baden-Württemberg. – Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege 22, 325 S.
- SCHNEIDER, E.; OELKE, H.; GROSS, H., 1989: Die Illusion der Arche Noah. – 1. Aufl., 340 S.; Econ Verlag, Düsseldorf.
- SCHREIBER, K.-F., 1977: Zur Sukzession und Flächenfreihaltung in Baden-Württemberg. – *Verh. Ges. Ökol.* 6, 251–263.
- SCHWAAR, J., 1976: Feuchtbrachflächen, ihre Vegetationsabfolge und Bodenentwicklung. – *Verh. Ges. Ökol.* 6, 297–310.
- 1977: Neue Aufgaben der Sukzessionsforschung und experimentellen Pflanzensoziologie. – *Geol. Jb.*, F 4, 125–139.
- 1978: Wiederherstellung von Feuchtbrachflächen. – *Z. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung* 19, 225–234.
- 1985: Natürliche Vegetationsentwicklung auf Brachland und Wiedereinbürgerung bedrohter Pflanzenarten. – *Drosera* 85 (1), 35–48.
- 1988: Freie und gelenkte Vegetationsentwicklung. – *Z. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung* 29, 335–342.
- 1989: Syndynamik von Schilfröhrichtern, Großseggen Sümpfen, Erlenbruchwäldern und anderen Feuchtgesellschaften. – *Phytocoenologia* 17 (4), 507–568.
- STÄHLIN, A., 1973: Zur Frage des Eingriffes in die Entwicklung des Pflanzenbestandes auf aufgelassenem Kulturland. – *Natur und Landschaft* 48, 63–69.
- STÄHLIN, A.; STÄHLIN, L.; SCHÄFER, K., 1972: Über den Einfluß des Alters der Sozialbrache auf Pflanzenbestand, Boden und Landschaft. – *Z. Acker- und Pflanzenbau* 136, 177–199.
- STÜSSI, B., 1970: Naturbedingte Entwicklung subalpiner Weiderasen auf Al La Schera im Schweizer Nationalpark während der Reservatsperiode 1939–1965. – Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizer Nationalpark XIII, 385 S.

Anschrift des Verfassers

Dr. Jürgen Schwaar
Nieders. Landesamt f. Bodenforschung
Bodentechnologisches Institut Bremen
Friedrich-Mißler-Straße 46/50
D-2800 Bremen 1

Anlage und Pflege von Gewässerrandstreifen in Niedersachsen

Von Gerhard Krause

Anders als Acker- und Wegerandstreifen haben Gewässerrandstreifen außer ihren Funktionen für den Biotop- und Artenschutz auch Aufgaben des Gewässerschutzes.

Gewässer sind als Bestandteile von Natur und Landschaft, als Lebensräume für Tiere und Pflanzen und als Ressource des für jedes Leben benötigten Wassers zu erhalten und zu schützen. Diese Notwendigkeit müßte als selbstverständlich gelten. Dennoch wissen wir alle, daß Gewässerschutz in der Vergangenheit häufig hinter den Ansprüchen der Gesellschaft an die Nutzung und Benutzung von Wasser und Gewässern zurückgetreten ist. Das hat sich sowohl in der Beeinträchtigung des Naturhaushaltes wie in der Schädigung des Wasserhaushaltes gezeigt.

Die Situation, die wir vorfinden, läßt sich, vielleicht etwas drastisch, aber mit Symptomen, die wir überall finden, wie folgt beschreiben:

1. Die Gewässerlandschaften sind durch nutzungsorientierte Wasserwirtschaft und Wasserbau nachhaltig verändert worden. Gewässerbegradigungen, Vertiefungen, Einengung der Überschwemmungsgebiete durch Deiche, Einbau ökologischer Sperren (Wehre, Sohlabstürze, Vorrohungen), das sind die Stichworte, die dies belegen.

2. Der landschaftsgestaltende, gewässerbegleitende Busch- und Gehölzanwuchs ist häufig beseitigt worden, um Nutzflächen zu gewinnen und eine kostengünstigere Gewässerunterhaltung zu erreichen. Die Gewässer sind noch zu keinem Zeitpunkt intensiver unterhalten worden als jetzt. Gewässerlandschaften wirken deshalb ausgeräumt; es fehlt an Biotopvernetzungen.

3. Intensiv genutzte Agrarlandschaften sind bis an die Gewässer herangerückt. Urbane Bereiche, Verkehrsanlagen und Industriegebiete haben große Teile der Landschaft versiegelt. Das örtliche Abflußverhalten der Gewässer, besonders bei Hochwasserabflüssen, hat sich verändert. Hochwasserschutzmaßnahmen sind in dem Maße notwendig geworden, wie Siedlungsbereiche, sonstige höherwertige Nutzungen und auch intensive Agrarnutzung in die überschwemmungsgefährdeten Gebiete vorgedrungen sind. Den Gewässern wurden überwiegend Vorflut- und Abflubaufgaben zugewiesen. Sie wurden nach technisch-hydraulischen Maßstäben ausgebaut und in diesem Zustand erhalten und unterhalten. Dabei sind natürliche und naturnahe Gewässerstrukturen verloren gegangen, die durch eine Formenvielfalt des Gewässerbettes und vielgestaltige Ufer- und Böschungsformen bestimmt sind.

4. In den Überschwemmungsgebieten, aber auch an vielen nicht ausufernden Gewässern ist zunehmend standortgerechtes Grünland in Ackerland umgewandelt worden. Häufig sieht man auf diesen Flächen Maismonokulturen, die einen besonders hohen Nährstoffbedarf haben und entsprechend gedüngt werden. Wenn der Nährstoffbedarf in solchen Fällen durch Ausbringung von Gülle gedeckt wird, wird die Problematik der Gewässergefährdung besonders deutlich. Die Abschwemmung von Bodenbestandteilen, von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln trägt nicht unerheblich zur Belastung der Fließgewässer bei. Die Überdüngung und Schadstoffeinträge, an der alle Bereiche unseres Lebens und Wirtschaftens beteiligt sind, hat schließlich schon zu einer ernstzunehmenden Gefährdung des Ökosystems Nordsee geführt.

Ich glaube, hiermit sind die wesentlichen Punkte skizziert, die uns anzeigen, daß die Gewässerlandschaft nicht nur in ihrem Bild, sondern auch in ihrer biologischen und ökologischen Wirksamkeit geschädigt ist und Abhilfemaßnahmen dringend erforderlich sind.

In einer Kulturlandschaft mit zahlreichen verdichteten Siedlungsräumen, mit hochentwickelten Infrastrukturen im Verkehrswesen, in der Ver- und Entsorgung und mit Industriebereichen, deren Leistungsfähig-

keit mitentscheidend für die Wirtschaftskraft unseres Landes ist, müssen die Gewässer ein ausreichendes Abflußvermögen haben. Ständig wiederkehrende Überschwemmungen können sich weder die Landwirtschaft noch sonstige Wirtschaftsbereiche leisten. Der Mensch hat seinen Lebensraum von jeher auch gegen Wassergefahren verteidigt. Er hat Landschaft und Gewässer diesen Belangen angepaßt und seinen Ansprüchen entsprechend gestaltet. In früherer Zeit vollzogen sich solche Eingriffe in den Naturhaushalt entsprechend den technischen Möglichkeiten jedoch in kleinen Schritten, so daß die Regenerations- und Selbstheilungskräfte von Natur und Landschaft diese mildern oder ganz ausgleichen konnten. Die so entstandene Kulturlandschaft konnte deshalb noch bis in die erste Hälfte unseres Jahrhunderts hinein als in vielen Teilen einigermaßen naturnah gelten. Trotz örtlich stärkerer Belastung – denken Sie an die Einleitung weitgehend ungeklärter Siedlungsabwässer – waren doch zahlreiche Gewässer noch in einem Zustand, der Pflanzen und Tieren ausreichenden Lebensraum bot und zu einer landschaftlichen Vielfalt beitrug.

Wenn wir uns auch einig sind, daß wir aus der Kulturlandschaft nicht wieder eine natürliche Landschaft herstellen können, so müssen wir heute doch Wege finden, die Gewässer und die Gewässerlandschaft wieder mit naturnahen Elementen anzureichern, weil nur auf diese Weise ein umfassender Gewässerschutz mit der Stärkung aller Gewässerfunktionen erreichbar ist.

Ein wesentlicher Teil des Gewässerschutzes ist natürlich die Beseitigung der Abwasserbelastung aus Siedlungen, Gewerbe und Industrie. Entsprechend groß sind die Investitionen aller Länder der Bundesrepublik Deutschland für den Ausbau und die Verbesserung der Abwasserreinigung.

Ich erinnere an das Zehn-Punkte-Programm der Bundesregierung zum Nordseeschutz oder auch an das 4-Mrd.-Programm des Landes Niedersachsen für die Abwasserreinigung. Ich möchte es im Zusammenhang mit meinem heutigen Thema bei diesen Hinweisen belassen. Im Zehn-Punkte-Programm des Bundesumweltministers ist aber bereits angedeutet, daß für den Gewässerschutz über die Verbesserung der Abwasserreinigung hinaus weitere Maßnahmen nötig sind, um wenigstens zum Teil auch die diffusen Belastungen der Gewässer zu erfassen, die eben zum größten Teil aus den Aktivitäten der Landwirtschaft stammen, wenn man von den Immissionen über den Luftpfad absieht. In diesem Zusammenhang wird der Gewässerrandstreifen genannt. Aus unserer Sicht wäre die Bedeutung des Gewässerrandstreifens allein im Hinblick auf die Ausfilterung von Nährstoffen eine sehr einseitige Wertung, zumal diese Wirkung unter bestimmten Bedingungen gar nicht sichergestellt ist. Ich meine hier vor allem die Dränung und auch das aus tieferen Schichten in die Gewässer eintretende Grundwasser.

Wenn wir davon ausgehen, daß die Gewässer nicht nur Rinnen in der Erdoberfläche sind, in denen sich das Niederschlagswasser sammelt, abgeführt und schließlich der Nordsee zugeleitet wird, sondern daß die Gewässer Bestandteile von Natur und Landschaft mit lebenswichtigen biologischen und ökologischen Funktionen sind, dann verstehen wir auch, daß die Gewässerbiotope nicht an der sichtbaren Uferlinie enden, sondern mit ihrer näheren und weiteren Umgebung in enger Wechselbeziehung stehen. Häufig gehörte zu diesem Wirkungsraum die durch das Abflußverhalten des Gewässers geprägte Talau. Gewässerbiotope bestehen daher aus einem aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereich. Wenn der Ge-

wässerseitenraum nicht mehr naturnah vorhanden ist, sondern intensiver Nutzung unterliegt, bebaut ist, oder durch regelmäßige Unterhaltungsarbeiten nachhaltig gestört wird, sind auch die ökologischen und biologischen Funktionen des Gewässers beeinträchtigt und möglicherweise sogar zerstört. Dieses Defizit kann, wenigstens zum Teil, ein Gewässerrandstreifen ausgleichen.

Man muß sich aber darüber im klaren sein, daß dies immer nur ein Kompromiß sein kann. Dieser Kompromiß nähert sich Idealvorstellungen um so mehr, je breiter und naturbelassener ein Gewässerrandstreifen ist.

Zur Breite von Gewässerrandstreifen ist inzwischen schon viel geschrieben worden. Diese richtet sich selbstverständlich nach den gesteckten Zielen, die damit erreicht werden sollen. Nährstoffverminderung und Erosionsschutz verlangen sicherlich breitere Randstreifen, als wenn man nur Belange des Uferschutzes, der Gewässerbeschattung oder der Biotopvernetzung berücksichtigen wollte. In der Regel wird die Breite von Gewässerrandstreifen aber schon durch praktische und wirtschaftliche Faktoren bestimmt sein.

Aus unserer Sicht sollte ein Gewässerrandstreifen wenigstens 5 m breit sein, in Ausnahmen, z. B. bei Vorliegen sehr enger Gewässernetze, wie wir sie in den Marschen und Niederungsgebieten vorfinden, auch nur 2–3 m. Der Kompromißcharakter wird in solchen Fällen besonders deutlich.

Was erwarten wir von der Ausweitung von Gewässerrandstreifen?

Nicht oder nur sehr extensiv genutzte Randstreifen bieten vielen Tieren und Pflanzenarten Lebens-, Rückzugs- und Regenerationsräume, die sie in der Agrarlandschaft verloren haben. Als gewässerbegleitende Biotope können Gewässerrandstreifen hervorragend der Biotopvernetzung dienen. Das bedeutet, daß Lebensräume am Gewässer räumlich und funktionell wieder so miteinander verbunden werden, daß Wander- und Austauschbeziehungen der Arten stattfinden können.

Mit Gehölzsäumen und Buschgruppen bewachsene Gewässerrandstreifen geben der Landschaft eine typische und abwechslungsreiche Strukturierung zurück. Das Landschaftsbild wird bereichert und der Erlebniswert erhöht.

Auch wenn ich die Wirkung von Gewässerrandstreifen im Hinblick auf den Nährstoffeintrag in die Gewässer vorhin etwas relativiert hatte, ist diese schon allein durch die erreichte räumliche Trennung der Nutzflächen vom Gewässer vorhanden, wobei der Grad der Wirkungen von den örtlichen Gegebenheiten abhängig ist. Oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser wird durch den Bewuchs gefiltert und seine Erosionskraft gemildert. Gehölzsäume fangen Sprühnebel bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln ab. Sie haben außerdem eine Schutzwirkung gegen Winderosion.



Kleine Brachflächen bieten Lebensraum auch für bedrohte Arten in intensiv genutzten Weideflächen (Foto: Archiv NNA).

Standortgerecht bewachsene Randstreifen stellen eine naturnahe Ufersicherung dar. Uferabbrüche können auf diese Weise häufig vermieden werden, ohne daß die Gewässerufer und -böschungen mit schweren Materialien gesichert werden müssen.

Das Abrücken der Nutzflächen von den Gewässeruferrändern ermöglicht vielfach eine naturnähere Gewässerunterhaltung, als wir sie heute noch verbreitet feststellen. Wo sich durch Gehölze am Gewässerrand eine Beschattung des Gewässers erzielen läßt, verringert sich der Krautwuchs im Wasser und auf den Böschungen.

Verlängerte Räumungsintervalle können angesetzt werden. Der Anfall von Räum- und Mähgut ist geringer.

Nicht genutzte Randstreifen erlauben dem Gewässer eine größere eigendynamische Entwicklung und Bettgestaltung, ohne daß dadurch wirtschaftliche Nachteile für die Anlieger entstünden.

Uferabbrüche, die zu ökologisch interessanten Steilufern führen, brauchen nicht umgehend beseitigt zu werden, sofern sie den Wasserabfluß nicht nachteilig beeinflussen.

Ich denke, daß diese Aufzählung schon deutlich macht, wie umfangreich und komplex die Wirkungen von Gewässerrandstreifen sind, und daß sie im Interesse eines umfassenden Gewässerschutzes, aber auch für die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts in der Kulturlandschaft notwendig sind.

Welche Möglichkeiten gibt es, vermehrt und beschleunigt Gewässerrandstreifen auszuweisen?

Das Niedersächsische Wassergesetz enthält bis jetzt keine Bestimmungen, die sich speziell mit dem Gewässerrandstreifen beschäftigen. Selbstverständlich gibt es Bestimmungen, die die Einschränkung der Nutzung von Grundstücken am Gewässer regeln. Zielrichtung ist die Gewässer Reinhaltung oder auch die Sicherstellung der ordnungsgemäßen Gewässerunterhaltung einschließlich des Uferschutzes. In Überschwemmungsgebieten kann die Wasserbehörde bestimmen, daß Grundstücke so zu bewirtschaften sind, wie es zum schadlosen Abfluß des Hochwassers erforderlich ist.

Die Neufassung des Wasserhaushaltsgesetzes hat erstmals die Regelung aufgenommen, daß Wasserschutzgebiete ausgewiesen werden können, wenn es das Wohl der Allgemeinheit erfordert, das schädliche Abfließen von Niederschlagswasser sowie das Abschwemmen und der Eintrag von Bodenbestandteilen, Düngemitteln oder Pflanzenbehandlungsmitteln in Gewässer zu verhüten. Wenn durch Anordnungen im Wasserschutzgebiet allerdings die ordnungsgemäße Landwirtschaft so eingeschränkt wird, daß erhebliche wirtschaftliche Nachteile eintreten, sind Ausgleichszahlungen zu leisten. Die-



Extensiviertes Grünland am Haddebyer Noor / Schleswig (Foto: Archiv NNA).

se Diskussion kennen Sie vielleicht aus den Überlegungen über einen verstärkten Schutz der Trinkwasserschutzgebiete.

Andere Gesetze, so das Pflanzenschutzgesetz, legen situationsgebundene Bewirtschaftungsbeschränkungen von gewässernahen Grundstücken fest, indem unmittelbar an oberirdischen Gewässern keine Pflanzenschutzmittel angewandt werden dürfen.

Das Flurbereinigungsrecht gibt die Möglichkeit, Gewässerrandstreifen als Landschaftselemente zu fördern und die Verbesserung der Agrarstruktur mit der situationsgerechten Nutzung der Grundstücke in Gewässernähe zu verbinden.

Darüber hinaus wären auch naturschutzrechtliche Möglichkeiten gegeben, Schutzgebiete entlang der Gewässer auszuweisen, wenn die dafür benötigten Kriterien vorliegen.

Ich habe Ihnen diese rechtlichen Gesichtspunkte aufgeführt, um zu zeigen, daß aller Voraussicht nach auf diesen Wegen immer nur ein Teilerfolg erzielt werden kann, weil z. T. zeitlich und sachlich langwierige Verfahren notwendig wären.

Dies ist auch von den politisch Verantwortlichen erkannt worden. Deshalb wird in die z. Z. in der parlamentarischen Beratung befindliche Neufassung des Niedersächsischen Wassergesetzes ein neues Kapitel Gewässerrandstreifen aufgenommen. Die Beratungen sind noch nicht abgeschlossen, so daß Einzelheiten noch nicht bekannt sind. Ich halte es jedoch für einen Fortschritt, daß der Gewässerrandstreifen ausdrücklich im Wassergesetz als Element des Gewässerschutzes und Biotopschutzes angesprochen wird und damit auch die nachhaltige Begründung geliefert wird, im Landshaushalt entsprechende finanzielle Voraussetzungen zu schaf-

fen. Eines ist nämlich inzwischen klar geworden: Es kann nicht verlangt werden, daß die Landwirtschaft – und diese ist die Hauptbetroffene einer Randstreifenregelung – ihre Flächen entschädigungslos für die Ausweisung und Gestaltung von Gewässerrandstreifen hergibt. Wir haben in Niedersachsen rd. 30 000 km Gewässer II. Ordnung und rd. 150 000 km Gewässer III. Ordnung. Nicht an allen Gewässerstrecken ist ein neuer Randstreifen auszuweisen, weil z. B. Randstreifen vorhanden sind, das Gewässer in Forsten verläuft, in Grünlandgebieten häufig extensivere Nutzung vorliegt u. a. Dennoch ist ein erheblicher Anteil intensiv genutzter Flächen betroffen, für den entsprechende Einkommensverluste auszugleichen wären.

Im Niedersächsischen Landshaushalt ist in diesem Jahre erstmals ein Ansatz enthalten, der z. B. den Ankauf von Gewässerrandstreifen ermöglicht. Die Höhe dieser Mittel beträgt z. Z. 3,4 Mio. DM. Davon können allerdings auch andere Maßnahmen zur naturnahen Gewässergestaltung – z. B. Beseitigung von biologischen Sperren – finanziert werden. Im nächsten Jahr ist dieser Ansatz glücklicherweise auf 10 Mio. DM erhöht worden. Wir hoffen, daß damit die Ausweisung von Gewässerrandstreifen richtig in Gang kommt.

In Frage kommen der Ankauf, die längerfristige Pacht oder auch vertragliche Vereinbarungen zwischen Maßnahmeträger und Grundstückseigentümer. Alle diese Möglichkeiten haben ihre Haken. Beim Ankauf entstehen hohe Vermessungskosten, die sogar den Grundstückswert überschreiten können. Bei der Pacht müssen gegebenenfalls langfristige Haushaltsverpflichtungen eingegangen werden, wenn nicht einmalige Ablösungen vereinbart werden. Ähnliches trifft auch für privatrechtliche Verträge zu.

Wer sollte Gewässerrandstreifen anlegen und die Pflege übernehmen?

Für die Gewässer II. Ordnung sind in Niedersachsen flächendeckend Unterhaltungsverbände gegründet worden. Es ist naheliegend und zweckmäßig, daß derjenige, der für die Gewässerunterhaltung zuständig ist, auch für den Gewässerrandstreifen zuständig wird. Die niedersächsischen Unterhaltungsverbände haben sich über den Wasserverbandstag Niedersachsen weitgehend mit dieser Vorgehensweise einverstanden erklärt. Das schließt natürlich gar nicht aus, daß auch andere – z. B. Gemeinden, Landkreise, Naturschutzverbände – Randstreifen anlegen und pflegen. Wir haben in dieser Frage bisher kein starres Schema zugrunde gelegt, sondern wollen flexibel entscheiden und

möglichst große Spielräume offenlassen, damit der Sache möglichst gut gedient wird. Das gleiche gilt auch für die Förderung von Randstreifenprojekten. Auch hier ist keine starre Regelung getroffen worden, sondern es wird versucht, die jeweiligen Verhältnissen zu berücksichtigen. Ich möchte deshalb auch keine Fördersatzte nennen. Je höher die Eigenleistung, in der sich auch das Engagement des Trägers ausdrückt, um so vorrangiger ist eine Förderung mit unseren Mitteln möglich.

Daß dieses Engagement grundsätzlich vorhanden ist, drückt sich in der von einer Reihe von Gremien mit dem Umwelt- und Landwirtschaftsminister gemeinsam erarbeiteten Broschüre »Gewässerrandstreifen naturnah entwickeln« aus, die ich Ihnen heute mitgebracht habe. Sie ist gerade vor einem Monat veröffentlicht worden.

Mitgearbeitet haben:

- Wasserverbandstag Niedersachsen
- Nieders. Landvolkverband
- Nieders. Städte- und Gemeindebund
- Nieders. Städtetag
- Nieders. Landkreistag

Wenn der darin zum Ausdruck kommende Einklang in der Absicht auch bei der Verwirklichung der Gewässerrandstreifen wiederzufinden sein wird, dürfte es um einen sichtbaren Erfolg nicht schlecht bestellt sein.

Anschrift des Verfassers

MR Dr. Gerhard Krause
Niedersächsisches Umweltministerium
Archivstraße 2
3000 Hannover 1

Extensivierungs- und Stilllegungsprogramme in Schleswig-Holstein: Art, Umfang, erste Bilanzen

Von Fridtjof Ziesemer

Ein Extensivierungsprogramm gibt es in Schleswig-Holstein seit 1985. Seitdem sind weitere Förderungsprogramme hinzugekommen, die z.B. eine Extensivierung zur Verminderung der landwirtschaftlichen Produktion, Flächenstilllegungen zu demselben Zweck oder eine Umstellung auf ökologischen Landbau zum Ziel haben. Im folgenden soll ein Überblick über die wichtigsten Programme gegeben werden, die sich auf Naturschutzbemühungen fördernd auswirken.

Zum besseren Verständnis der vorgelegten Zahlen schicke ich einige Grunddaten voraus: Schleswig-Holstein ist rund 15 000 km² oder knapp 1/3 so groß wie Niedersachsen. Davon sind etwa 11 000 km² landwirtschaftliche Nutzfläche, die von 29 000 landwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaftet werden, von denen wiederum knapp 20 000 Haupterwerbsbetriebe sind

(Stand 1987; MELFF 1989). 44 % oder 486 900 ha der landwirtschaftlichen Nutzfläche sind Grünland (Stand 1986; Statistisches Jahrbuch), die übrigen Flächen im wesentlichen Äcker. Das Grünland ist keineswegs gleichmäßig über das Land verteilt. Zwischen den Hauptnaturräumen Marsch, Geest und Hügelland gibt es vielmehr erhebliche Unterschiede: Die Grünlandbewirtschaftung konzentriert sich heute auf Geest und Marsch, während das Ostholsteinische Hügelland weitestgehend ackerbaulich genutzt wird. Über die Gründe habe ich bereits an anderer Stelle berichtet (ZIESEMER 1981). Während die flächenmäßige Ausdehnung und Verteilung des Grünlandes sich anhand der Statistiken gut verfolgen läßt, gilt dies für die überall fortschreitende qualitative Veränderung des Grünlandes weniger. Wie überall hat aber auch in Schleswig-Holstein nas- ses und feuchtes, extensiv bewirtschafte-

tes und struktur- und artenreiches Grünland sehr stark abgenommen. Darunter haben viele Pflanzen- und Tierarten, unter ihnen die Wiesenvögel, sehr stark gelitten (ZIESEMER 1986).

Extensivierungsprogramm

Diese Erkenntnis war der Auslöser dafür, daß 1985 das schleswig-holsteinische Extensivierungsprogramm aufgelegt wurde, zunächst noch regional eng begrenzt und mit nur einer Vertragsvariante für den Wiesenvogelschutz. 1986 und 1987 wurde es erheblich ausgeweitet und umfaßte schließlich 7 Vertragsvarianten für Grünland und 2 für Ackerland.

Wie auch in anderen Ländern ist das Extensivierungsprogramm rein freiwilliger Natur, d. h. Landwirte können Anträge auf Förderung der extensiven Bewirtschaftung ihrer Flächen stellen, wenn diese in

Tab. 1: Extensivierungsförderung in Schleswig-Holstein. Bestehende Verträge (Stand: 06. 09. 1989)

Vertragsmuster	1985		1986		1987		1988		1989	
	Anzahl	ha	Anzahl	ha	Anzahl	ha	Anzahl	ha	Anzahl	ha
1. Wiesenvogelschutz	136	783	486	3 285	900	5 617	861 ²	6 134 ^{2,3}	833 ²	5 832 ^{2,3}
2. Brachvogelschutz	–	–	192	1 395	278	1 826	293	1 877	292	1 854
3. Birkwildschutz	–	–	14	48	15	52	14	45	14	45
4. Sumpfdotterblumenwiesen	–	–	53	200	213	873	331	1 210	308	1 106
5. Kleinseggenwiesen	–	–	11	40	46	146	77	230	76	223
6. Amphibiengrünland	–	–	129	930	1 296	12 188	1 694	14 660	1 675	14 302
7. Trockenes Magergrünland	–	–	9	39	40	334	56	386	54	369
8. Ackerwildkräuter	–	–	10	15 ¹	15	23 ¹	3	1,6 ¹	3	1,6 ¹
9. Ackerbrache	–	–	165	623 ¹	326	1 101 ¹	525	2 254	534	2 234
Summe	136	783	1 069	6 575	3 129	22 161	3 854	26 797,6	3 789	25 966,6

¹ Bei Ackerrandstreifen ist die Randstreifenlänge aussagekräftiger. Bei durchschnittlicher Breite von 10 m ist die entsprechende Zahl identisch mit Länge in km (Beispiel: 2254 ha entsprechen 2254 km Ackerrandstreifen bei einer Durchschnittsbreite von 10 m).
² Inklusiv 50 Hattstedter Westermarsch Grünland-Verträge mit insgesamt 223 ha.
³ Einschließlich 1985–1989 in Stapelholm durch ALW abgeschlossene Verträge (Anzahl 95) mit insgesamt 568 ha.

Tab. 2: Extensivierungsförderung in Schleswig-Holstein. Angebot und Nachfrage (Stand: 06. 09. 1989)

Vertragsmuster	Angebotsfläche (ha) ¹	Vertragsfläche (ha)	Anteil Vertrags- an Angebotsfläche (%)
1. Wiesenvogelschutz	21 433	5 832 ⁵	27,2
2. Brachvogelschutz	4 590	1 854	40,3
3. Birkwildschutz	ca. 55	45	81,8
4. Sumpfdotterblumenwiese	10 553	1 106	10,4
5. Kleinseggenwiesen	2 230	223	10,0
6. Amphibiengrünland	190 993	14 302	7,5
7. Trockenes Magergrünland	3 866	369	9,5
8. Ackerwildkräuter	— ²	1,6	—
9. Ackerbrache	landesweit	2 234	—
Summe	252 000 ^{3,4}	25 966,6 ⁵	9,4 ³

¹ Bei Angebot mehrerer Vertragsmuster in einem Gebiet anteilmäßige Aufteilung.
² Nicht ermittelt.
³ Nur Grünland.
⁴ Einschließlich Flächen ohne Vertragsmustervorgabe (i. d. R. Modellgemeinden »Landschaftspflege«).
⁵ Einschließlich modifiziertes Vertragsmuster für Hattstedter Marsch mit insgesamt 223 ha und einschließlich 1985–1989 in Stapelholm durch ALW abgeschlossene Verträge (Anzahl 95) mit insgesamt 568 ha.

ausgewiesenen Förderungsgebieten liegen. Diese Gebiete sind nach fachlichen Gesichtspunkten abgegrenzt worden, damit die Förderung möglichst auf solche Flächen konzentriert werden kann, wo sie besonders wirksam ist. Dies können ökologisch wertvolle Flächen oder solche sein, die sich mit relativ geringem Aufwand hin zu mehr Naturnähe entwickeln lassen. Hierfür sind seit 1987 252 000 ha, das ist etwa die Hälfte des schleswig-holsteinischen Dauergrünlandes, ausgewiesen. Hier können Grünlandverträge abgeschlossen werden; die extensive Bewirtschaftung von Ackerrandstreifen ist ebenfalls in bestimmten Gebieten, die Brachlegung von Ackerrandstreifen landesweit möglich. Einzelheiten können der Broschüre »Extensivierungsförderung in Schleswig-Holstein« entnommen werden, die beim Minister für Natur, Umwelt und Landesentwicklung, Postfach 62 09, 2300 Kiel 14, angefordert werden kann.

Z. Z. bestehen knapp 3800 Verträge über die extensive Bewirtschaftung von fast 26 000 ha (Tabellen 1 und 2). Jährlich sind dafür rund 11 Mio. DM an Entschädigungszahlungen zu leisten.

Ergebnisse

Die stürmische Entwicklung bei der Zahl der Vertragsabschlüsse (siehe Tabelle 1) und der dafür zur Verfügung gestellten Finanzmittel (Tabelle 3) ist allein noch kein Gradmesser für den Erfolg des Extensivierungsprogrammes. Die Mehrzahl der Landwirte wägt nüchtern ab, ob die Be-

Tab. 3: In Anspruch genommene Förderungs- mittel

Jahr	Mio DM
1985	0,271
1986	2,8
1987	9,5
1988	10,8
1989	10,9

wirtschaftung einer Fläche mit oder ohne Extensivierungsvertrag lohnender ist, und entscheidet danach über die Teilnahme am Programm (FRERICHS 1987). Dennoch ist festzuhalten, daß die Auseinandersetzung mit den Zielen und Inhalten des Programmes viel dazu beigetragen hat, daß einer großen Zahl von Landwirten die Probleme bewußter geworden sind, die sich aus einer intensiven Landwirtschaft für den Natur- und Artenschutz ergeben. Auch den Skeptikern unter ihnen ist deutlich geworden, daß nicht alle Naturschützer »realitätsferne Spinner« sind, sondern daß eine Zusammenarbeit möglich zu sein scheint. Insofern hat das Programm offensichtlich einen gewissen Erziehungseffekt gehabt, der durch eine konsequente Weiterentwicklung des Programmes verstärkt und gefestigt werden sollte.

Die ökologischen Auswirkungen des Programmes sind differenziert zu beurteilen:

So sind die Bruterfolge von Uferschnepfe und Großem Brachvogel, die als Repräsentanten der *Wiesenvögel* untersucht wurden, offenbar auch auf extensiv bewirtschafteten Flächen nicht ausreichend (WITT 1989). Dies liegt zum einen daran, daß die für die Förderung ausgewählten Gebiete entgegen der ursprünglichen Annahme nicht ständig feucht genug sind. Die Entwässerungssysteme von den Dränagen bis zu den Schöpfwerken sind im allgemeinen so leistungsfähig, daß sie auch solche Gebiete in kurzer Zeit effektiv entwässern können, in denen im zeitigen Frühjahr relativ hohe Wasserstände vorherrschen. Damit verschwindet die Ernährungsgrundlage der meisten Wiesenvögel im Laufe der Brutzeit. Zum anderen hat sich gezeigt, daß auch die laut Extensivierungsvertrag zulässige Bewirtschaftung noch zu intensiv ist, so daß erhebliche Verluste an Eiern und Jungvögeln entstehen. Auch wenn die Untersuchungsergebnisse noch manche Fragen offen lassen, scheint klar, daß mit den bisher angewandten Vertragsmustern die Situation von Uferschnepfe und Großem Brachvogel nicht verbessert werden kann.

Unter den wirbellosen Tieren profitieren von der bisher extensivsten Bewirtschaftungsform (Bewirtschaftung von Kleinseggenwiesen ab 1.8.) wenigstens *pflanzenverzehrende und blütenbesuchende Insekten*. Bodenoberflächenaktive Arten reagierten hingegen kaum; für sie ist der Faktor »Bodenfeuchte« ausschlaggebender (HEYDEMANN 1988).

Die *Vegetation* von Flächen, die seit 1986 extensiv genutzt werden, soll 1990 im Vergleich mit dem 1986 festgehaltenen Status quo untersucht werden.

Seit 1987 werden die Auswirkungen von *Ackerbrache-Randstreifen* auf die *Vogelwelt* der angrenzenden Knicks untersucht. Die Arbeiten sind sehr aufwendig, schwie-



Abb. 1: Artenreiches Feuchtgrünland kann nur durch extensive Bewirtschaftung erhalten werden (Foto: Ziesemer).

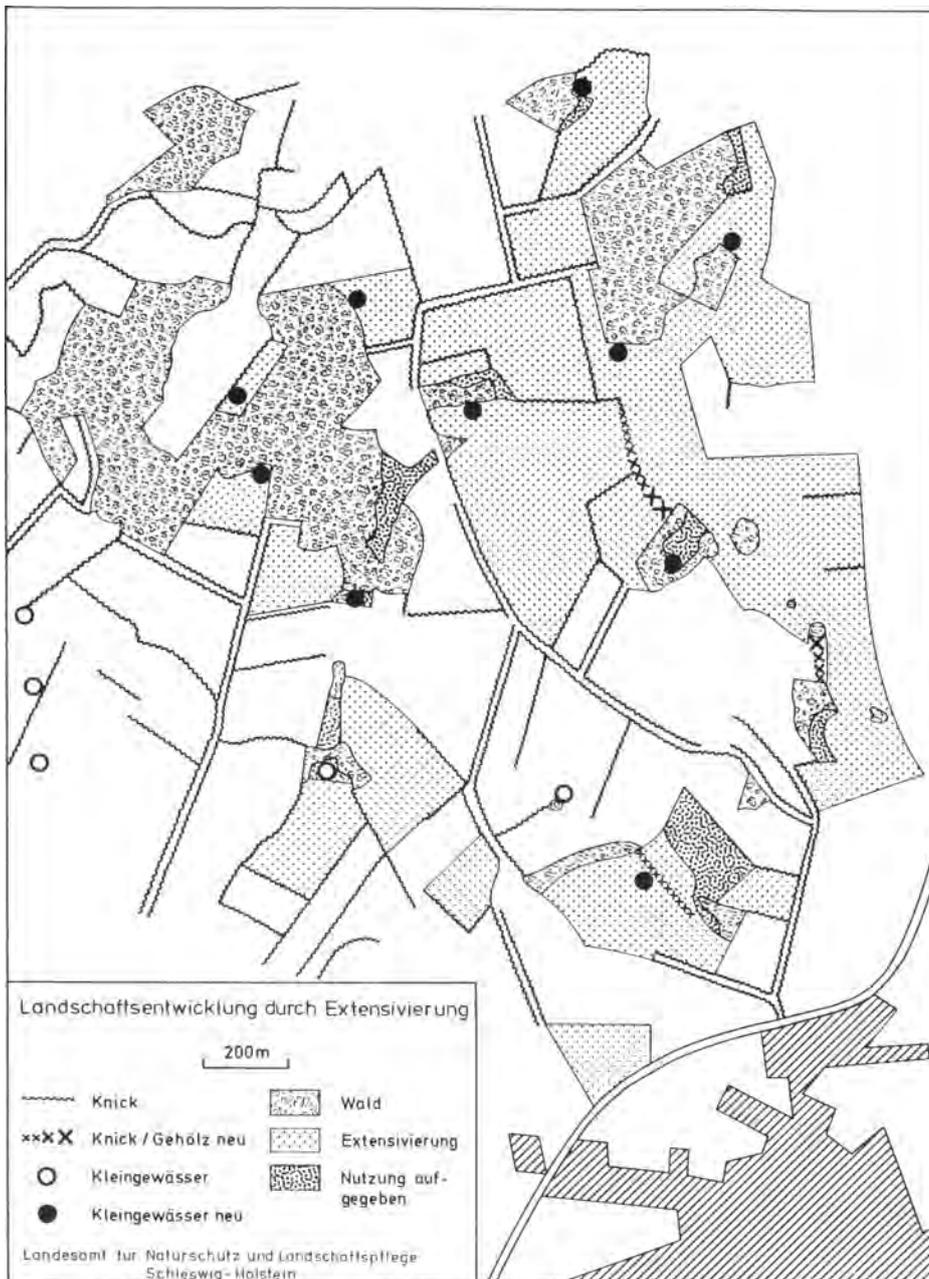


Abb. 2: Beispiel für die Entwicklung eines Landschaftsausschnittes durch biotopgestaltende Maßnahmen im Rahmen von Extensivierungsverträgen. Aus: DIERKING-WESTPHAL (1987); aktualisiert.

rig und deshalb noch nicht abgeschlossen. Es scheinen sich positive Auswirkungen auf die Nahrungsversorgung knickbewohnender Vögel anzudeuten (LILLE 1988). Eine Schutzfunktion haben *Bracherandstreifen* auch für die *Wirbellosenfauna der Knicks*. Blütenbesucher profitieren auch von der Verbundwirkung der Randstreifen. Hingegen ist eine Förderung der Tierwelt, die auf dem Acker selbst lebt, kaum feststellbar (HEYDEMANN 1988).

Von besonderem Interesse sind die Auswirkungen des sogenannten »Amphibienschutzvertrages«, der über die Hälfte der Extensivierungsflächen abdeckt (siehe Tabelle 1). Seine Besonderheit liegt darin, daß die Besitzer mindestens 1–2 % der Vertragsfläche für biotopgestaltende Maßnahmen zur Verfügung stellen müssen. Dies kann z. B. die Neuanlage von Gewässern und Knicks oder die dauerhafte Nutzungsaufgabe auf Randstreifen oder Teil-

stücken sein. Auf diese Weise sind gezielt Maßnahmen zur Landschaftsentwicklung unter Artenschutzgesichtspunkten durchgeführt worden (Beispiel s. Abb. 2). Besonders verbreitet sind Wasserhaltemaßnahmen in Form von Graben-Stauanlagen in der Marsch durchgeführt worden. Sie haben zum Ziel, ganzjährig für die Lebewelt der Gräben ausreichende Wasserstände sicherzustellen und diese Gräben vor Salzwassereinstau und Schmutzwassereintritten aus den großen Vorflutssammlern zu schützen.

Es hat sich gezeigt, daß dieses Konzept, ergänzt durch 20 m breite düngerefreie Randstreifen und, wo möglich, durch Grabenverbreiterungen, Erfolg hat. Tendenzuell sind Gräben mit einer »guten« Wasserqualität floristisch und faunistisch artenreicher als Gräben mit einer schlechten Wasserqualität (STUHR 1987; STUHR und THOMES 1988).

Für biotopgestaltende Maßnahmen im Rahmen der »Amphibienschutzverträge« werden jährlich zusätzlich mehrere Millionen DM aufgewendet.

Folgerungen

Als Konsequenz aus den Ergebnissen der Forschungsaufträge und den gewonnenen Erfahrungen mit dem Programm ergeben sich u. a. folgende Forderungen:

- Biotopgestaltende Maßnahmen sollten mit allen Grünlandverträgen verbunden werden, insbesondere zur Wasserstandsanhhebung.
- Der Düngeraufwand ist zu vermindern, möglichst bis zum völligen Verzicht.
- Die Bewirtschaftungsruhezeit muß im allgemeinen ausgedehnt, der Mähzeitpunkt noch weiter hinausgeschoben und die Viehdichte weiter verringert werden.
- Bei steigenden Bewirtschaftungsbeschränkungen muß die Ausgleichszahlung entsprechend angehoben werden.
- Ackerbracherandstreifen sollten künftig bis zu 5 Jahre lang ungestört liegenbleiben, damit ein Teil von ihnen mehr als bisher (1–2 Jahre) Zeit für die eigenständige Entwicklung hat.
- Auch im Grünland sind kaum oder nicht genutzte Bereiche vorzusehen, u. a. als Lebensraum für Wirbellose.

Gegenwärtig wird das Programm mit dieser Zielrichtung überarbeitet. Es erhält damit in Teilen die Tendenz, Flächen nur in mehrjährigen Abständen oder gar nicht mehr zu bewirtschaften. Damit wird eine Grenze in der Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft erreicht. Gerade bei größeren Flächen wird es sinnvoll sein, sie anzukaufen und liegenzulassen, anstatt Verträge mit jährlich wiederkehrenden Zahlungen abzuschließen. In diesem Zusammenhang muß an den Grundgedanken des Extensivierungsprogrammes erinnert werden. Es soll durch Zusammenarbeit mit Landwirten die extensive Bewirtschaftung als Grundlage für den Erhalt und die Vermehrung von Lebensgemeinschaften gefördert werden, die auf eine Bewirtschaftung angewiesen sind. Diese Förderung ist notwendig, weil die Tendenz besteht, produktive Flächen immer intensiver, unproduktive aber gar nicht mehr zu nutzen. Die Aufrechterhaltung der Bewirtschaftung von schwer nutzbaren Flächen und die Reduktion der Bewirtschaftungsintensität auf besser nutzbaren Parzellen erfordern finanzielle Anreize.

Wenn gleichzeitig die Aufgabe der Nutzung von Grünlandflächen gefördert werden soll, dann muß vermieden werden, daß eine Konkurrenz der Förderungsinstrumente entsteht. Es liegt auf der Hand, daß mancher Bauer sofort bereit ist, die Pflege einer schwer bewirtschaftbaren Orchideenwiese aufzugeben, wenn er einen Anreiz dafür erhält, die Wiese nicht mehr zu bewirtschaften, so daß sie sich zu einem Hochstaudenried entwickelt. Eine räumliche Differenzierung von Extensivierungs- und Brachlegungsangeboten und

die Festlegung von Prioritäten werden also notwendig sein, um sicherzustellen, daß tatsächlich eine Verbesserung des bestehenden Zustandes erreicht wird.

Zunächst einmal bleibt abzuwarten, wie die Landwirte auf verschärfte Auflagen reagieren werden, die allerdings auch höher entschädigt werden.

Wenn nicht mehr Finanzmittel in das Programm fließen, muß davon ausgegangen werden, daß schon aufgrund der höheren Entschädigungen allenfalls noch die Hälfte der bisherigen Vertragsflächen weiter gefördert werden kann. Das könnte das Vertrauen in die Naturschutzpolitik und damit die Aussichten für eine dauerhafte Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Landwirtschaft schmälern. Ein Rückgang der geförderten Fläche wäre auch deshalb bedauerlich, weil z. B. der Schutz von Wiesenvogelbeständen oder Konzepte zum Biotopverbund durch biotopgestaltende Maßnahmen im Rahmen von Extensivierungsverträgen nur wirksam werden können, wenn die geförderten Flächen zumindest annähernd zahlreich genug sind, um als Knoten in einem Netzwerk angesehen werden zu können.

Darüber hinaus bleibt ein wichtiges Problem zu lösen:

Auch ein fachlich gut begründetes und durchgeführtes Programm für eine naturverträgliche Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Nutzflächen bleibt so lange unbefriedigend, wie gleichzeitig und womöglich im selben Gebiet wie die Extensivierung auch die Intensivierung der Nutzung aus anderem Etat gefördert wird. Wenn die Naturschutzpläne erfolgreich sein sollen, müssen sie zunächst mit den agrarpolitischen Maßnahmen zur Verminderung der Überproduktion verknüpft werden. Dies wäre ein erster Schritt, um die Naturschutzpolitik und die Agrarpolitik besser zur Deckung zu bringen. Der Etat der EG für die Landwirtschaft umfaßt annähernd 60 Milliarden DM. Ein großer Teil dieser Summe wird immer noch für Maßnahmen zur Intensivierung der Landwirtschaft und für die Beseitigung der Überschüsse ausgegeben. Eine bessere Abstimmung zwischen bestehenden Naturschutzzielen und der zweifellos notwendigen neuen Ausrichtung der Agrarpolitik könnte sicherlich zu erheblichen Einsparungen im EG-Etat führen. Mit dem verbliebenen Geld ließen sich Extensivierungsprogramme umfassend und weiträumig verwirklichen.

Bleibt nur die Frage, ob die Entscheidungsträger eines Tages den Mut finden, die Verteilung finanzieller Hilfen an Extensivierungsaufgaben zu knüpfen, oder ob es weiterhin nach dem Muster der »Ausgleichszahlungen für benachteiligte Gebiete« Zuwendungen ohne volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Gegenleistungen geben wird.

Neben dem Extensivierungsprogramm, das eine Verbesserung des Naturschutzes zum Ziel hat, gibt es seit 1988 weitere Programme, die der Europäische Rat einge-



Abb. 3: Bei der Umwandlung von Äckern in Grünland werden neue Zäune 2,5 m vom Knickfuß entfernt gesetzt. So entstehen ungenutzte Säume im Rahmen von Extensivierungsverträgen (Foto: Ziesemer).

führt hat, um die Erzeugung von Überschußprodukten zu begrenzen. Hiervon werden in der Bundesrepublik Deutschland und damit auch in Schleswig-Holstein angeboten:

- Förderung der Stilllegung von Ackerflächen,
- Förderung der Einstellung der landwirtschaftlichen Erwerbstätigkeit,
- Förderung der Extensivierung der Erzeugung.

Den Inhalt dieser Programme setze ich als bekannt voraus. Ich will deshalb nur über den Stand ihrer Umsetzung und erste Eindrücke von ihren Auswirkungen im Hinblick auf den Naturschutz berichten.

Flächenstilllegung

In Schleswig-Holstein sind 1988 1192 Anträge für rund 18 000 ha bewilligt worden. Das entspricht etwa 3 % der Ackerfläche, für die jährlich Ausgleichszahlungen in Höhe von 20,1 Mio. DM zu leisten sind. Die Richtlinie zur Umsetzung des Programms enthielt in Schleswig-Holstein eine Prioritätenliste, der zufolge bei starkem Andrang vorrangig Flächen in Naturschutzgebieten, an Gewässern, zum Aufbau von Biotopverbundsystemen und im übrigen Dauerbrache vor Rotationsbrache gefördert werden sollten. Dies hat starken Druck auf die Antragsteller ausgeübt, obwohl sich zum Schluß herausstellte, daß genügend Geld für alle vorhanden war. Der Erfolg bestand u. a. darin, daß die stillgelegten Flächen sich folgendermaßen zusammensetzten:

Dauerbrache	83 %
Rotationsbrache	15,5 %
extensive Grünlandnutzung	unter 2 %
Aufforstung	unter 1 %

Damit ist zumindest sichergestellt, daß der überwiegende Teil der stillgelegten Flächen nicht jährlich wieder umgebrochen wird. Über den Anteil der Flächen, die von den Landwirten aktiv begrünt wurden, im Vergleich zu denen, die sich mit Wildpflanzen selbst begrünen durften, gibt es keine Unterlagen. Mein Eindruck ist, daß weit aus die meisten Flächen angesät wurden. Dafür standen den Landwirten diverse Mischungen zur Verfügung, die auf Empfehlungen der Landwirtschaftskammer beruhten, die mit dem Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege, Jägern und Imkern abgestimmt waren.

Wenn auch echte standortgerechte Wildkrautmischungen den Landwirten aus Kostengründen nur beschränkt empfohlen werden konnten, so war die Verpflichtung, die von der Kammer empfohlenen Mischungen zu verwenden, doch wenigstens geeignet, ganz extrem artenarme Ansaaten zu verhindern.

Die Landwirtschaftskammer untersucht seit 1987, wie sich verschiedene Ansaatmischungen bei unterschiedlicher Pflege (oder auch ohne sie) entwickeln. Dabei werden ansatzweise auch ökologische Fragen mit untersucht. Für eine auch nur halbwegs fundierte Bewertung der Flächenstilllegungsvarianten gibt es jedoch noch kein Material.

Auch 1989 wird das Programm fortgeführt. Es stehen Förderungsmittel für die Stilllegung von 3000 bis 4000 ha zur Verfügung, die voraussichtlich nicht für alle Anträge ausreichen werden, so daß manche von ihnen erst ab 1990 bewilligt werden können. Da die EG außerdem die schleswig-holsteinische Prioritätenregelung für unzulässig erklärt hat, ist unsicher, wie die künftig stillzulegenden Flächen aussehen werden.

Produktionsaufgaberente

Anhand der bis August 1989 eingegangenen Anträge wurde mit 6800 ha gerechnet. Neuere Zahlen liegen noch nicht vor. Aussagekräftig werden diese Zahlen aber auch erst, wenn bekannt ist, wieviele Flächen tatsächlich aus der Produktion genommen und nicht an andere Betriebe abgegeben werden.

Extensivierung der Erzeugung durch Umstellung auf ökologischen Landbau

a) Umstellung ganzer Betriebe:

Es liegen Anmeldungen von 108 Betrieben mit 6500 ha vor. Dies übertraf die Erwartungen um fast das Doppelte. Für die Förderung sind 2,5 Mio. DM aufzuwenden; weitere Interessenten sind bereits in Sicht.

b) Umstellung auf Teilflächen:

14 Antragsteller haben 171 ha angemeldet; hierfür wären DM 52 000,- aufzuwenden. Die Annahme dieser Programmvariante wird durch diverse Auflagen der EG erschwert.

Aus Landesmitteln werden darüber hinaus gefördert:

Uferrandstreifenprogramm

Das Programm wurde erst im Juni 1989 verkündet. Es war für die Landwirte deshalb schwierig, noch vor der Ernte und Neubestellung einen Entschluß zu fassen. Trotz erheblichen Einsatzes der mit der Umsetzung Betrauten ist deshalb damit zu rechnen, daß zum Jahresende erst 31 von 20 000 km Fließgewässern im Lande mit Randstreifen versehen sein werden.

Untersuchungen über ihre Wirkung auf Nährstoffeinträge in die Gewässer liegen naturgemäß noch nicht vor.

Ein Teil dieser Randstreifen erstreckt sich über mehrere Parzellen entlang eines Gewässers, ist nicht von Dränagen untertunnelt und ist wegen seiner Hangneigung und Breite geeignet, oberflächliche Abschwemmungen aufzufangen.

Förderung der Direktvermarktung und der Vermarktung ökologisch erzeugter Produkte

Dies ist eine weitere Hilfe vor allem für »ökologisch« wirtschaftende Betriebe. Gefördert wird der Zusammenschluß zu Vermarktungsgemeinschaften. Bis Anfang November 1989 lagen 7 Anträge vor, mit deren Bewilligung die verfügbaren Fördermittel von DM 250 000,- noch nicht ganz ausgeschöpft sein werden.

Für Landwirte wie für Naturschützer ist die Förderungspalette nicht ganz übersichtlich. So werden das »Extensivierungsprogramm« und das Uferrandstreifenprogramm vom Umweltminister, die Flächenstilllegung, die »Extensivierung der Erzeugung« und die Förderung der Direktvermarktung vom Landwirtschaftsminister gefördert. Sie bedienen sich der Schleswig-Holsteinischen Landesgesellschaft bzw. der Ämter für Land- und Wasserwirtschaft, um die Programme umzusetzen. Selbstverständlich sind damit die Förderungsmöglichkeiten nicht erschöpft, und ein Merkblatt der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein »Über die wichtigsten Förderungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Betriebe« zählt noch 14 weitere auf, die im Hinblick auf den Schutz der Natur unterschiedlich zu werten sind.

Abschließend bleibt festzuhalten, daß die fünf genannten Programme, vor allem das Extensivierungsprogramm, deutliche Zeichen gesetzt haben, in welcher Richtung mehr oder weniger Fortschritte auf dem Weg zu einer naturverträglichen Landwirtschaft erzielt werden können. Es ist nun wichtig, ihnen Zeit und Geld zu gewähren, damit sie kontinuierlich, zielbewußt und ohne überhastete Sprünge weiterentwickelt werden können. Was in Jahrzehnten kultiviert, dräniert, aufgedüngt und unkrautarm gehalten wurde, läßt sich nicht in fünf Jahren um 30 oder gar 150 Jahre zurückführen.

Literatur

BAUER, G.; THIELCKE, G., 1982: Gefährdete Brutvogelarten in der Bundesrepublik Deutschland und im Land Berlin: Bestandsentwicklung, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen. – Vogelwarte 31, 183–391.

DIERKING-WESTPHAL, U., 1987: Erste Erfahrungen mit dem Amphibienvertrag. – Bauernblatt/Landpost 41/137 (31), 68–69.

FRERICHS, C., 1987: Förderung der Extensivierung der Landnutzung als Instrument der Naturschutzpolitik – dargestellt am Beispiel des Extensivierungsförderungsprogrammes in Schleswig-Holstein. – Diplomarb. Univ. Göttingen, 201 S.

HEYDEMANN, B., 1988: Auswirkungen der Extensivierungsförderung auf Wirbellose; Teil A: Grünlandextensivierung; Teil B: Ackerrandstreifen- und Brache-Extensivierung. – Forsch.ber., 110 bzw. 113 S.

LILLE, R., 1988: Auswirkungen von Ackerrandstreifen auf die Fauna der Knicks. – Forsch.ber., 35 S.,

MELFF = MINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND FISCHEREI des Landes Schleswig-Holstein, 1989: Schleswig-Holstein im Agrarbericht 1989, 121 S.

RABIUS, E.-W.; ZIESEMER, F., 1987: Extensivierungsförderung in Schleswig-Holstein; Ergebnisse – Auswertung – Konsequenzen. – Bauernblatt/Landpost 41/137 (37), 76–78.

STERN, S., 1987: Artenschutz in der Landwirtschaft. – Garten + Landschaft 97 (10), 46–54.

STUHR, J., 1987: Auswirkungen des verminderten Düngereintrages auf Flora und Fauna von Marschgräben, Teil I. – Forsch.ber., 83 S.

STUHR, J.; THOMES, A., 1988: Auswirkungen des verminderten Düngereintrages auf Flora und Fauna von Marschgräben, Teil II. – Forsch.ber., 32 S.

WITT, H., 1989: Auswirkungen der Extensivierungsförderung auf Bestand und Bruterfolg von Uferschnepfe und Großem Brachvogel in Schleswig-Holstein. – Ber. DS-IRV28, 43–76.

ZIESEMER, F., 1986: Zur Situation der Eulen (Strigiformes) in Schleswig-Holstein. – Ökol. Vögel 3, Sonderheft: 311–316.

– 1986: Die Situation von Uferschnepfe (*L. limosa*), Rotschenkel (*Tringa totanus*), Bekassine (*G. gallinago*), Kampfläufer (*P. pugnax*) und anderen »Wiesenvögel« in Schleswig-Holstein. – Corax 11, 249–261.

– 1988: Das Extensivierungsprogramm in Schleswig-Holstein unter besonderer Berücksichtigung der Wiesenvögel. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 51, 187–193.

Anschrift des Verfassers

Dr. Fridtjof Ziesemer
Landesamt für Naturschutz und
Landschaftspflege Schleswig-Holstein
Hansaring 1
2300 Kiel 14



HELEMANN, WALTER, 1989: **Das Jahr der Wildbahn**. 225 Seiten mit 291 Farbfotos und 8 Zeichnungen, Format 21,3 × 26,5 cm, Leinen. BLV Verlagsgesellschaft, München. DM 78,-. ISBN 3-405-13710-1.

»Da habe ich nun Stunden auf dem Hochsitz gesessen und nichts gesehen!« Kaum ausgesprochen, muß man sich korrigieren: die jungen Eichhörnchen, die mit Getöse vor der Kanzel spielten; der kreisende Mäusebussard; die wispernden Goldhähnchen, das alles ist doch mehr als nichts. Jagdbares Wild kam nicht, aber nicht jedes Ansitzen kann mit Beutemachen enden. Logischerweise sollte der Abschluß eines Wildtieres das Ergebnis langer eigener Beobachtungen im Revier

sein. Jeder Jäger weiß das, und für so manchen wird eine interessante Naturbeobachtung auch ein Höhepunkt des Ansitzens sein. Aus einzelnen Beobachtungen den Verlauf eines Jahres in der Wildbahn zusammenzufügen, ist ein anspruchsvolles Vorhaben; W. HELEMANN ist es gelungen, hohen Ansprüchen zu genügen. Er hat Schwerpunkte gesetzt: Alpen, Flüsse, Seen und Feuchtgebiete, Landwirtschaft und Wald.

Der Autor kannte »die Jäger« und deren Kritiker gut, er hat sein letztes Buch sicher nicht nur für diese beiden Gruppen, sondern für alle anderen Naturfreunde geschrieben. Die Reste einer »heilen Welt« werden nicht selbstgefällig auf das Wirken der Jäger zurückgeführt, ihr Anteil aber auch nicht verschwiegen. Als roter Faden zieht sich der meist negative Einfluß von uns Menschen auf die Natur durch das Buch. Man spürt, daß es W. HELEMANN ernst meinte mit der »Unruhe des Gewissens«, wie er im Vorwort schrieb. So stellt er z. B. im Kapitel »Hinauf in die Eiszeit« ohne Wenn und Aber fest: »Die Alpennatur, seit Jahrtausenden gefürchtetes Bollwerk gegen Menschenwerk, droht in wenigen Jahrzehnten zugrunde zu gehen, seit der Mensch sie zu lieben gelernt hat. Sie wird freilich nicht von der Masse ihrer wenig vernünftigen Bewunderer zu Tode geliebt, sondern noch mehr von denen zu Tode geschunden, die ihren Profit davon haben...«

Ich finde, W. HELEMANN geht gerecht um mit der Jagd und den Jägern, er be-

schreibt die Situation der Natur, ohne Hoffnungslosigkeit zu verbreiten. M. E. spornt das Buch an, sich weiter oder erstmalig für den Schutz unserer Natur einzusetzen und sich auch mit überregionalen Problemen auseinanderzusetzen. Jäger sollten z. B. Front machen gegen weiteren Landschaftsverbrauch (tägl. 100 ha), sich für Geschwindigkeitsbeschränkung (200 000 durch Straßenverkehr getötete Wildtiere) einsetzen, um gemeinsam mit Naturschützern zu retten, was sich doch zu retten lohnt.

WALTER HELEMANN hat ein gutes Buch hinterlassen.

Erika Vauk-Hentzelt

POTT, ECKART: **Bach, Fluß, See – Pflanzen und Tiere in ihrem Lebensraum – ein Biotopführer**. BLV-Naturführer. 127 S., 141 Farbfotos, 130 Zeichnungen, Format 19 × 12,5 cm. BLV Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich 1990. Broschiert, DM 14,80. ISBN 3-405-13812-4.

Diese Neuauflage des erstmalig 1979 erschienenen Biotopführers »Bach, Fluß, See« ist gegenüber der alten Ausgabe mit überwiegend neuen Fotos und zusätzlichen Zeichnungen versehen. Es werden von Kräutern über Algen, Schnecken und Insekten bis hin zu Vögeln und Säugern die wichtigsten an Binnengewässern gebundenen Pflanzen und Tiere vorgestellt.

S. Petersen

Veröffentlichungen aus der Norddeutschen Naturschutzakademie

Im Jahre 1988 wurde die Zeitschrift »NNA-Berichte« gegründet. Darin sollen die Ergebnisse ausgewählter Seminare und Fachgespräche zu aktuellen Naturschutzproblemen sowie Forschungsergebnisse in Form gedruckter Referate, Kurzstatements und wissenschaftlicher Arbeiten zusammengefaßt werden. Erschienen sind bisher:

Band 1 (1988), Heft 1:

Der Landschaftsrahmenplan

75 Seiten, Preis 9,- DM zuzüglich Versandkosten

- D. Lüderwaldt, Einführung in die Tagungsthematik
 H. Meier/A. Ziegler, Fortschreibung der Richtlinie und der Hinweise zur Aufstellung der Landschaftsrahmenpläne
 H.-J. Dahl/H. Meier, Grundlagen zur Erstellung des Landschaftsrahmenplanes (Kosten, Personal, Organisation)
 F. Vladi, Erstellung des Landschaftsrahmenplanes am Beispiel des Landkreises Osterode am Harz
 G. Piegsa, Erstellung des Landschaftsrahmenplanes am Beispiel des Landkreises Goslar
 A. Hallen, Erstellung des Landschaftsrahmenplanes am Beispiel des Landkreises Diepholz
 H. Meier, Vorinformationen und flächendeckende Kartierung der Biotoptypen
 J. Daber, Beispiel Landschaftsrahmenplan Osterode am Harz/Teil I
 W. Wette, Flächendeckende Bestandsaufnahme am Beispiel des Landschaftsrahmenplanes Osterode
 T. Friße, Vorinformation und flächendeckende Kartierung der Biotoptypen am Beispiel des Landkreises Goslar
 H. Meier, Vertiefung der flächendeckenden Kartierung in ausgewählten Teilbereichen
 U. Sander, Vertiefung der flächendeckenden Kartierung am Beispiel des Landschaftsrahmenplanes Osterode
 M. Corsmann, Erfassung wichtiger Faunengruppen am Beispiel des Landschaftsrahmenplanes Osterode
 W. Wette, Erfassung und Bewertung der wegen ihrer Vielfalt, Eigenart und Schönheit wichtigen Bereiche am Beispiel des Landschaftsrahmenplanes Osterode
 J. Daber/W. Wette, Ermittlung und Bewertung der für die Regulation und Regeneration von Boden, Wasser, Luft wichtigen Bereiche sowie der Belastung dieser Naturgüter am Beispiel des Landschaftsrahmenplanes Osterode
 U. Heitkamp, Auswertung der Bestandsaufnahme – Themenkomplex Boden, Wasser, Luft – am Beispiel des Landschaftsrahmenplanes Osterode

H. Meier, Grundlagen für das Zielkonzept

J. Daber, Leitbild und Zielkonzept am Beispiel der Oderaue, Landkreis Osterode

D. Lüderwaldt/H. Meier/A. Ziegler, Zusammenfassung der Tagungsergebnisse

Band 1 (1988), Heft 2:

60 Seiten, Preis 9,- DM zuzüglich Versandkosten

1. Teil: Möglichkeiten, Probleme und Aussichten der Auswilderung von Birkwild (*Tetrao tetrix*)

Expertengespräch an der NNA in Zusammenarbeit mit der Inselstation Helgoland des Instituts für Vogelforschung, »Vogelwarte Helgoland« vom 3.-5. September 1985

H.-H. Hatlapa, Probleme und Methoden bei der Auswilderung von Birkwild (*Lyrurus tetrix*)

T. Clemens/G. Vauk, Vorbereitende Arbeiten und Beobachtungen zur Auswilderung von Birkwild mittels einer Flugvoliere

G. Sodeikat, Zur Auswilderung von Birkwild im NSG »Großes Moor« bei Gifhorn – Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt »Telemetrie am Birkwild«

J. Heymann/H. H. Bergmann, Zur Verhaltensentwicklung bei Birk- und Auerhuhn (*Tetrao tetrix* und *T. urogallus*)

U. Beichle, Die Bedeutung der Birke für das Birkhuhn

H.-D. Gremmels, Das Verdauungssystem der Rauhfußhühner – Grundlage zum Verständnis der Ernährungssituation des auszuwildernden und freilebenden Birkwildes

U. Glänzer, Die Bedeutung der Vegetationsstruktur für die Qualität der Lebensräume des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*)

F. Müller, Über die Rückgangsursachen beim Birkhuhn und zur Frage der Wiedereinbürgerung in der Hochrhön

W. Scherzinger, Vom Kulturfolger zum Kulturflüchter – Das Birkhuhn im inneren Bayerischen Wald

C. Marti, Das Birkhuhn in den Alpen – ein ökologischer Vergleich mit fennoskandischen und norddeutschen Populationen

E. Haase, Zur Problematik der Wiedereinbürgerung gefährdeter Tierarten aus der Sicht der Domestikationsforschung

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Band 1 (1988), Heft 2:

2. Teil: **Schutz und Status der Rauhußhühner in Niedersachsen**

Seminar an der NNA am 27. Oktober 1988

- H. Heckenroth*, Birkhuhn-Bestandsentwicklung in Niedersachsen 1976–1988
K. H. Haarstick, Auerwald im Harz?
G. Sodeikat, Zum aktuellen Stand der Birkwildsituation im Naturschutzgebiet »Großes Moor« bei Gifhorn
K. Ziemer, Birkwildvorkommen in Liegenschaften des Bundesforstamtes Munster-Heide
K. Menzel, Zur Situation des Birkwildes auf dem Truppenübungsplatz Bergen (Bundesforstamt Siebensteinhäuser)
M. Lütkepohl, Birkhuhn-Bestandsentwicklung im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide
T. Clemens, Verbreitung und Bestandsentwicklung des Birkhuhns (*Tetrao tetrix* L.) im Landkreis Cuxhaven 1910–1982
D. Pannenberg, Birkwildschutzgebiet Armstorf, Langes Moor. Landesjägerschaft Niedersachsen e. V.
K. Augustin, Aussetzungsgebiet Hahnenknoop
R. Löhmer/F. Niemeier, Situationsbericht der Faunistischen Arbeitsgemeinschaft Moore (FAM)
H.-H. Bergmann/W. Elstrodt/H. J. Kühne, Wiederansiedlung des Haselhuhns im Harz – ein Projektbericht

Band 2 (1989), Heft 1:

Eutrophierung – das gravierendste Problem im Naturschutz?

70 Seiten, Preis 9,- DM zuzüglich Versandkosten

Situation

- H. Ellenberg*, Zur Einführung
H. Ellenberg, Ein Dutzend illustrierte Informationen
T. Höpner, Eutrophierung der Nordsee und des Wattenmeeres
Ch. Krambeck, Wirkung diffuser Stoffeinträge auf limnische Lebensgemeinschaften
K. Dierßen, Eutrophierungsbedingte Veränderungen der Vegetationszusammensetzung (Fallstudien aus Schleswig-Holstein)
B. Ruthsatz, Anthropogen verursachte Eutrophierung bedroht die schutzwürdigen Lebensgemeinschaften und ihre Biotope in der Agrarlandschaft unserer Mittelgebirge
F. H. Meyer, Eutrophierung und Mykorrhizen
J. G. M. Roelofs/A. W. Boxman/H. F. G. van Dijk, Effects of airborne ammonium on natural vegetation and forests

Folgen für den Naturschutz

- J. Blab*, Die Roten Listen werden länger – warum?
A. Kratochwil, Biozönotische Umschichtungen im Grünland durch Düngung
G. Vauk/J. Prüter/E. Hartwig, Die aktuelle Bestandszunahme der Seevögel – Ausdruck verbesserter Lebensbedingungen in der Deutschen Bucht?
A. Rüger, Welche Strategien kann die Naturschutzverwaltung auf Landesebene verfolgen?
G. Büttner, Zum chemischen Bodenzustand von Waldökosystemen
Ch. Leuschner, »Eutrophierung« durch Erhöhung der Lufttemperatur und atmosphärische CO₂-Konzentration

Band 2 (1989), Heft 2:

1. Adventskolloquium der Norddeutschen Naturschutzakademie

Berichte und Vorträge – 2.–4. 12. 1988

56 Seiten, Preis 11,- DM zuzüglich Versandkosten

Einladung/Programm

Stiftung des Förderpreises »Forschung für Naturschutz«

Grußwort des niedersächsischen Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Dr. Burkhard Ritz

- H. Makowski*, Die Lüneburger Heide: Ein Stück deutscher Naturschutzgeschichte
K. O. Meyer, Forschungs- und Öffentlichkeitsarbeit für den Naturschutz in einem Landesmuseum
W. E. Krumbain, Ökologie und Ökonomie – Naturwirtschaft und Volkswirtschaft für einen neuen Umgang zwischen Mensch und Natur
K. Hübner, Umwelterziehung – Chance oder Feigenblatt
W. d'Oleire-Oltmanns, Gedanken zur Wiederansiedlung ehemaliger heimischer Tierarten
H. A. Bruns, Zur Brutbiologie der Graugans (*Anser anser*) in Nordwest-Deutschland
U. Neumann, Immunsystem und Immundefekte beim Vogel
W. Böckeler/A. Weber, Wahrscheinlichkeit und Gefahren von durch Nahrungsmittel auf den Menschen übertragenen Parasiten
M. Janaus, Vogelschutz und Vogelforschung in Lettland
V. Piláts, Seal distribution and seal-fishery interactions in the East Baltic
J. Lugert, Probleme der ökologischen Forschung und des Naturschutzes in Amazonien (am Beispiel des biologischen Studiengebietes Panguana in Ostperu)
G. Thomas/W. Böckeler, Epoche kultureller und landwirtschaftlicher Blüte Paraguays während der Zeit des Jesuitenstaates
S. Schwenk, Reflexionen über Jagd, Kunst und Kultur

Band 2 (1989), Heft 3:

Naturgemäße Waldwirtschaft und Naturschutz Wald und Naturschutz

51 Seiten, Preis 10,- DM zuzüglich Versandkosten

Zur Situation

- H. Kleinschmidt*, Funktionenharmonie oder Funktionentrennung im Niedersächsischen Staatswald?
H. Dierschke, Natürlichkeitsgrade von Wäldern und Forsten
Ch. Weigel, Aufgaben und Ziele des Naturschutzes im Wald
K. Sturm, Was bringt die naturgemäße Waldwirtschaft für den Naturschutz?
U. Hanstein, Naturgemäße Waldwirtschaft im NSG »Lüneburger Heide«
K.-O. Lindemann, Ursachen der Veränderung von Heidegesellschaften – Folgerungen für Pflegemaßnahmen
E.-W. Rabius, Naturschutz und Wald in Schleswig-Holstein

Möglichkeiten

- W.-E. Barth*, Biotoppflege im Wald: Anlage und Unterhaltung von Feuchtgebieten
F. Griese, Naturwaldparzellen: Gedanken, Bedeutung und Ergebnisse
E. Schmatzler, Zur Renaturierung von Kleinmooren

Stellungnahmen zum Thema

Exkursionsbeschreibung

1. Ehrhorner Dünen
2. Truppenübungsplätze Munster Nord und Süd

Band 3 (1990), Heft 1:

Obstbäume in der Landschaft Alte Haustierrassen im norddeutschen Raum

50 Seiten, Preis 10,- DM zuzüglich Versandkosten

- K. Hermann*, Obstbäume sind Lebensräume – Die neue Obstwiese in Wasbüttel
W. Guhl, Kartierung von Streuobstbeständen
U. Tack, Obstbaumprogramm Landkreis Schaumburg
Ch. Kottrup, Alte Obstsorten in der Lüneburger Heide und ihre Erhaltung an der Norddeutschen Naturschutzakademie
Ch. Kottrup, Obstsortenempfehlungen für Pflanzungen in der Landschaft
J.-H. Cordes/Ch. Kottrup, Anzucht und Qualitätsmerkmale von Hochstammobstbäumen
E.-A. Wigger, Virosen auch bei alten Kern- und Steinobstsorten
H. H. Sambraus, Alte Haustierrassen in Norddeutschland – Merkmale und Zuchtgeschichte
P. Oehmichen, Spezialisten im Naturschutz und in der Landschaftspflege
B. Sacher/H. Niemann/D. Smidt, Erhaltung tierischer Genressourcen mit Hilfe biotechnologischer Verfahren am Beispiel des Deutschen Schwarzbunten Rindes
H. Schmidt, Einsatzmöglichkeiten alter Haustierrassen in der Landwirtschaft
J. Teerling, Erfahrungen im Einsatz von Moorschnucken in der Landschaftspflege
E. Jüttner, Heidepflege mit der grauen gehörten Heidschnucken

Neben den NNA-Berichten, die Seminare zu besonderen Themenkomplexen enthalten, erscheinen ab 1990 die

Mitteilungen aus der NNA

Diese enthalten Seminarbeiträge, die von besonderer Aktualität sind, schnell publiziert werden sollen und für die verschiedensten Bereiche von Bedeutung sind.

Bisher sind erschienen:

1. Jahrgang / 1990, Heft 1

Seminarbeiträge zu den Themen

- Naturnahe Gestaltung von Weg- und Feldrainen
 - Dorfökologie in der Dorferneuerung
 - Baufträge für Naturschutz in Niedersachsen
 - Anspruch und Wirklichkeit
 - Bodenabbau – fachliche und rechtliche Grundlagen
- Tätigkeitsbericht von FÖJ 1988/89

1. Jahrgang / 1990, Heft 2

Beiträge aus dem Seminar

- Der Landschaftsrahmenplan – Leitbild und Zielkonzept 14./15. März 1989 in Hannover

Die »NNA-Berichte« und die »Mitteilungen aus der NNA« sind gegen Rechnung direkt über die Akademie zu beziehen. Wünsche nach fortlaufendem Bezug (»Abonnement«) werden gerne entgegengenommen.

