©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Die Auswirkungen eines Pflanzenschutzsystems auf bodenmikrobiologische Eigenschaften im Ackerbau

Evi Schuster

1. Einleitung

Im Zuge der Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion kamen in der Vergangenheit immer mehr Agrochemikalien zum Einsatz. Einen Teil von ihnen bilden die chemischen Pflanzenschutzmittel mit Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden als die wichtigsten Vertreter. Ihre anteilmäßige Anwendung in der Bundesrepublik Deutschland zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1

Zugelassene Pflanzenschutzmittel in der BRD 1983: 1800	
Wirkstoffmengen in Tonnen:	31350
davon Herbizide	19339
Fungizide	7572
Insektizide	2152

Quelle: Stat. Jahrb. über Ernährung, Landw. und Forsten, 1984

Bei nahezu allen Pflanzenschutzmaßnahmen wird bewußt, wie z. B. bei der Anwendung von Vorauflaufherbiziden, oder unbewußt bzw. unabsichtlich auch der Boden kontaminiert. Man kann davon ausgehen, daß mehr als 50% der aufgebrachten Wirkstoffmengen in oder auf den Boden gelangen (DOMSCH 1972). Dort kann es zu unkontrollierten und unerwünschten Nebenwirkungen kommen. Eine davon ist die Störung des Bodenlebens, wobei sich mein Referat speziell mit der Beeinflussung der Bodenmikroflora befaßt.

Es ist heute wohl unumstritten, daß eine funktionierende Bodenmikroflora, die ja schließlich für eine Vielzahl von Umsetzungsreaktionen im Boden verantwortlich ist, einen ganz wichtigen Aspekt der natürlichen Bodenfruchtbarkeit ausmacht. Sowohl Puffer- als auch Transformationsvermögen eines Bodens ist jedoch je nach seiner stofflichen Zusammensetzung begrenzt. Belastungen sind folglich nur solange kompensierbar, wie Puffer- und Filtervermögen nicht überschritten werden und andererseits die biotische Aktivität nicht nachhaltig gestört ist. Umso erstaunlicher, daß die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln durch die Biologische Bundesanstalt noch keinen Nachweis der Unbedenklichkeit der Wirkstoffe in Bezug auf ihre Nebenwirkungen auf Bodenmikroorganismen und ihre Leistungen vorsieht.

Gelangt ein Pflanzenschutzmittel auf oder in den Boden, kann es

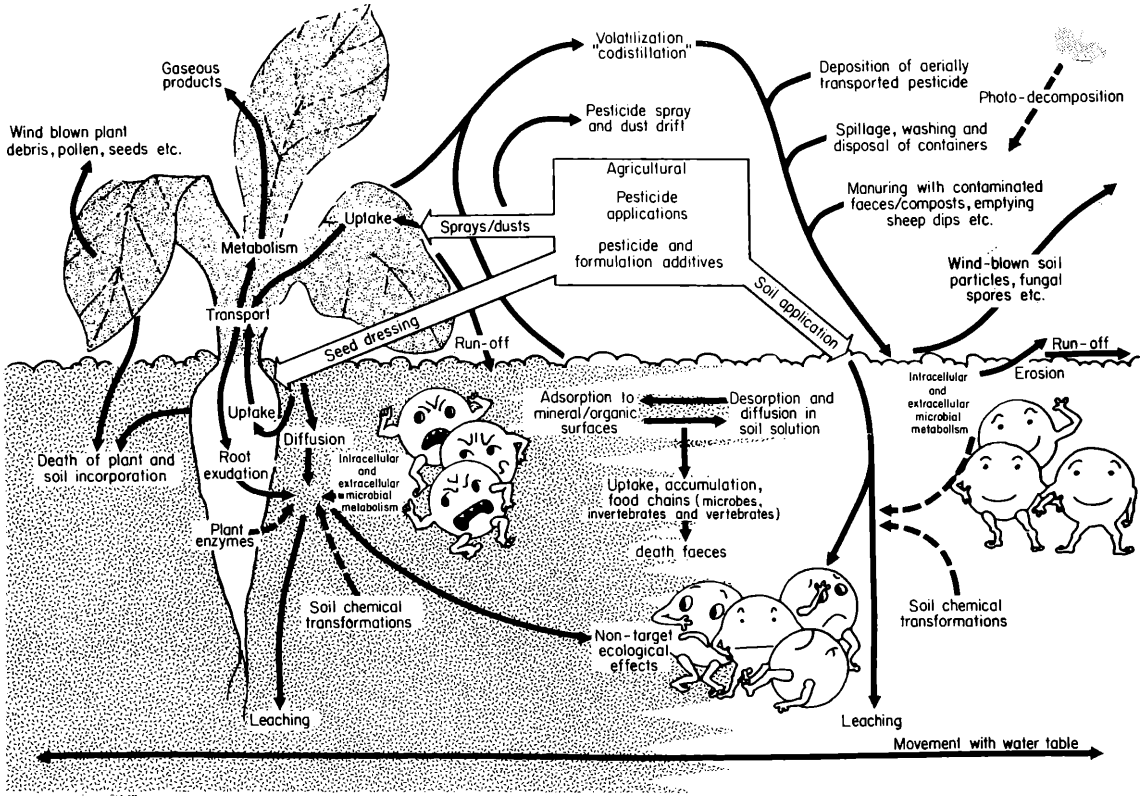


Abbildung 1

Pestizide im Boden
→ Bewegungsvorgänge der Pestizide und ihrer Umwandlungsprodukte
– – → Wirkungseinflüsse auf die Pestizide und ihre Umwandlungsprodukte
Quelle: HILL & WRIGHT 1978

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

- in tiefere Bodenzonen verlagert oder sogar aus dem Profil ausgewaschen werden
- von Bodentieren oder Pflanzenwurzeln aufgenommen und damit zumindest vorübergehend dem Boden entzogen werden
- an Bodenkolloide sorbiert werden.

Für Verlagerung und Adsorption sind wiederum bestimmte Faktoren maßgeblich:

- physiko-chemische Eigenschaften des Wirkstoffs (in seiner Formulierung) wie z. B. Wasserlöslichkeit, Dampfdruck etc.
- Klimatische Verhältnisse wie z. B. Temperatur, Niederschlagsmenge und -verteilung etc.
- Bodeneigenschaften wie z. B. Gehalt an organischer Substanz, Art- und Menge an Tonmineralen, pH-Wert

Aus dieser knappen Kennzeichnung des Verhaltens von Pflanzenschutzmitteln im Boden folgt, daß die zu einer bestimmten Zeit nach Applikation noch vorhandene Menge an Rückständen abhängt von

- der Applikationsmenge
- den beschriebenen Transportfaktoren
- den abbauenden bzw. umwandelnden Kräften der Atmosphäre und der Mikroorganismen.

Zu diesem schon äußerst komplexen Wirkungsgefüge kommt in der landwirtschaftlichen Praxis noch das Problem des Auftretens von Kombinationseffekten. Diese resultieren zum einen aus der inzwischen weit verbreiteten Verwendung von Tankmischungen, zum anderen aber daraus, daß im intensiven Ackerbau ganze Spritzfolgen, d. h. Applikation von verschiedenen Wirkstoffen in relativ kurzen, zeitlichen Abständen zur Anwendung kommen. Neben den rein physikalisch-chemischen Wechselwirkungen wie z. B. einem veränderten Adsorptionsverhalten (NEARPASS 1971; BEST et al., 1972) oder einer direkten chemischen Reaktion der Wirkstoffe oder ihrer Metaboliten untereinander (BROWN et al., 1977) können sich Pflanzenschutzmittel auch in ihren Auswirkungen auf die Mikroflora des Bodens gegenseitig beeinflussen. Dabei können sie sich in ihrer Wirkung addieren, potenzieren oder abschwächen (Abbildung 2), wobei Kombinationseffekte grundsätzlich von denen der einzelnen Mischungspartner abweichen können.
So zeigten z. B. DDT, Parathion und Zineb bei alleiniger Anwendung keine Beeinflussung der Mikroflora, während ihre gleichzeitige Applikation einen Anstieg der Pilzpopulation bewirkte (HUBBELL et al., 1973). In einem weiteren Versuch

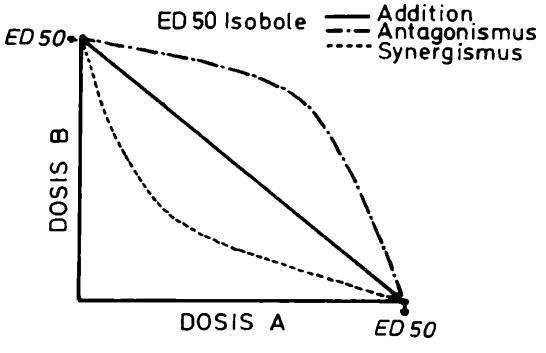


Abbildung 2

Kombinationseffekte von Pflanzenschutzmitteln
Quelle: AKOBUNDU, I. O. et al., 1975

verursachte die Kombination von Paraquat, welches bei alleiniger Anwendung so gut wie keine Nebenwirkungen zeigte, zusammen mit Linuron, das bei Einzelapplikation fördernd wirkte, eine Hemmung der Atmung (ROSZLYCKY 1977). Auch bei der Kombination des Insektizids Permethrin mit dem Herbizid Atrazin traten je nach untersuchtem Organismus sowohl antagonistische, synergistische als auch additive Effekte auf (STRATTON, 1983). In letzter Zeit rückten vor allem funktionelle Untersuchungen, d. h. die Erfassung mikrobieller Aktivitäten, stärker in den Vordergrund (MALKOMES et al., 1983). PESTEMER & MALKOMES (1983) stellten fest, daß Chloridazon kaum Wirkungen auf die Dehydrogenaseaktivität (DHA) besitzt, während die Kombination mit weiteren Pflanzenschutzmitteln zu verstärkten Hemmungen führte. Auch AMREIN (1982) und VAAGT (1980) stellten fest, daß bei Kombination des Herbizids Chlortoluron mit weiteren Präparaten, besonders Fungiziden, zu verstärkten Hemmungen führten, so z. B. zur Beeinträchtigung der mikrobiellen Biomasse und verschiedener Enzyme. Zu ähnlichen Ergebnissen, d. h. sowohl zu Verstärkungen als auch zu Abschwächungen aufgetretener Beeinflussungen kamen auch MALKOMES & PESTEMER (1981) bei Freilandversuchen mit Spritzfolgen.
In der Mehrzahl der Fälle sind die Ursachen der aufgetretenen Kombinationswirkungen ungeklärt. Da in der Regel keine echten Wechselwirkungen herausgearbeitet wurden, können echte Interaktionen, d. h. gegenseitige Beeinflussung der Mittel in ihrer Wirkung auf die Bodenmikroflora, nicht festgestellt werden.
In den meisten Arbeiten scheint es sich um eine erhöhte Hemmung mikrobieller Leistungen zu handeln, bedingt durch eine mit zunehmender Pflanzenschutzintensität ansteigende Belastung der Mikroflora. Die zusätzliche Anwendung der Spritzfolgepräparate wirkt sich also vermutlich wie eine Konzentrationserhöhung aus, so daß unter Umständen, wie bereits geschildert, Förderungen in Hemmungen umschlagen können (AUSPURG 1985).
Im folgenden möchte ich meine eigene Arbeit, in der ich die Auswirkungen einer typischen Spritzfolge im Getreidebau untersucht habe, vorstellen.

2. Methode

Die Versuchsfläche liegt ca. 25 km in nordöstlicher Richtung von Trier entfernt. Es handelt sich um eine pseudovergleyte Parabraunerde aus Löß, die schon langjährig unter Ackernutzung steht. Das Profil läßt sich folgendermaßen kennzeichnen (Tabelle 2).
Die Versuchsanlage beinhaltet die beiden Varianten Nullkontrolle und mit einer Spritzfolge belastete Parzelle jeweils in vierfacher Wiederholung. Jede einzelne Parzelle mißt 20 m^2. Die Proben wurden aus der obersten Bodenzone von 0 - 5 cm entnommen, wobei jeweils 40 Einstiche pro Fläche zu einer Mischprobe vereinigt wurden.
Die Probenahme erfolgte jeweils einen Tag vor einer Pflanzenbehandlungsmaßnahme und 3 - 4 Tage danach. Die Beprobung *vor* der Behandlung soll Aufschluß darüber geben, ob noch Nachwirkungen von der zuvor erfolgten Pflanzenschutzmaßnahme nachweisbar sind. Streng genommen müssen, um

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 2

Kennzeichnung des Bodenprofils der Versuchsfläche

Horzt.	Tiefe (cm)	Korngrößenvert. S	U	T (%)	Bo.art	d_B (g/cm³)	GPV (%)	pH	%org.C	%N	C/N
Ap	0-30	17	67	16	tU	1.4	48.3	5.7	1.7	2.2	8
SwAl	31-45	14	64	22	uL	1.6	44.4				
SdBt	46-90	9	60	31	utL	1.6	44.2				
BvSd	91	10	61	29	uL	1.6	45.1				

echte Wechselwirkungen zu erfassen, die verschiedenen Mischungspartner auch einzeln in ihrem Verhalten untersucht werden. Für praktische Belange ist aber nicht so sehr von Bedeutung inwieweit die einzelnen Kombinationspartner zu einer Beeinflussung beitragen sondern vielmehr, ob bereits festgestellte Nebenwirkungen eines Mittels durch die Applikation zusätzlicher Substanzen verstärkt, abgeschwächt oder gar nicht beeinflußt werden. Für diesen Zweck genügt die Kenntnis der summarischen Effekte; die genaue Aufschlüsselung der aufgetretenen Beeinflussungen ist in dieser ersten Versuchsanordnung noch nicht möglich.

Das untersuchte Pflanzenschutzsystem ist typisch für den intensiv betriebenen Winterweizenbau. Es sieht folgendermaßen aus (Tabelle 3).

Neben diesem Freilandversuch wurde die gleiche Spritzfolge in einer zweiten Untersuchung in einem Gefäßversuch ohne Kulturpflanzen wiederholt. Auf 2 mm gesiebter Boden des Ap-Horizontes wurde in kleine Gefrierdosen gefüllt, auf 55% mWK eingestellt und bei 16°C (± 2°C) gelagert. Die Applikation der PSM erfolgte mittels einer Präzisionsspritzdüse auf die Bodenoberfläche, sie wurden also nicht wie in den meisten Laborversuchen in den Boden eingearbeitet.

Die Konzentration der Pflanzenschutzmittel entsprach in beiden Fällen den praxisüblichen Mengen, die hier in jedem Fall unter der zugelassenen Maximalkonzentration lag.

Diese Versuchswiederholung soll zeigen, ob und wie Gefäßversuche auf Freilandbedingungen übertragbar sind. Dies ist nicht zuletzt auch für die künftigen Anforderungen für die Zulassung von Präparaten von Bedeutung.

Zur Beurteilung der Frage, ob das vorgestellte Pflanzenschutzsystem negative Einflüsse auf den mikrobiellen Teil der Bodenfruchtbarkeit besitzt, wurden die folgenden Testmethoden angewandt:

1. Untersuchung der mikrobiellen Biomasse: physiologische Methode nach ANDERSON & DOMSCH
2. Messung der Dehydrogenaseaktivität nach THALMANN
3. Messung des Zelluloseabbaus mit dem Filterpapiertest von KOSZOVA

Die Signifikanz der ermittelten Unterschiede zwischen den beiden Varianten wurde mit dem T-Test überprüft. Dabei bedeutet

* Signifikanz auf dem 95%-Niveau

** Signifikanz auf dem 99%-Niveau

3. Ergebnisse

3.1 Dehydrogenaseaktivität (DHA) (Freilandversuch) (Abbildung 3a)

Man erkennt deutlich, daß alle Herbizid- und Fungizidspritzungen zu einem Abfall der Dehydrogenaseaktivität geführt haben. Die Insektizidspritzung mit Pirimor zeigt keine Wirkung. Wichtig ist, daß zwischen den einzelnen Applikationsterminen von Anfang März bis Ende Mai keine völlige Wiedererholung eintritt. Auch nach der erstmaligen Erholung, zu erkennen an der DHA vor dem Aufbringen des dritten Fungizids, tritt nochmals eine Depression ein; erst danach kann sich die DHA für einen längeren Zeitraum normalisieren, bevor die letzte Spritzung ein abermaliges Absacken bewirkt. Etwa 40 Tage nach der letzten PSM-Applikation haben die behandelten Flächen wieder das Niveau der Kontrollflächen erreicht.

3.2 Mikrobielle Biomasse (Freilandversuch) (Abbildung 4a)

Die Ergebnisse der mikrobiellen Biomassebestimmung zeigen im großen und ganzen den gleichen

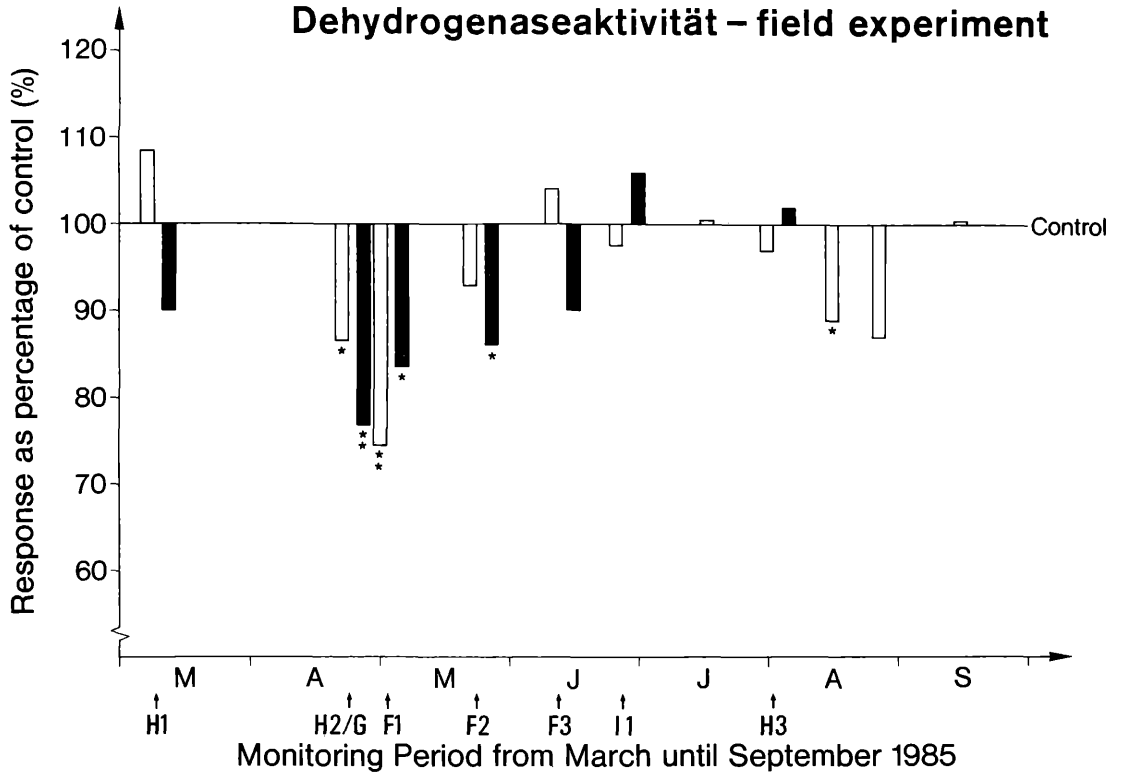
Tabelle 3

Das Pflanzenschutzsystem einer intensiv betriebenen Winterweizen-Anbaufläche

Termin		Handelsname	Wirkstoffname	Menge
8.3.1985	H1	Arelon + Aretit	Isoproturon + Dinosebacetat	2.5 + 3.0 l/ha
23.4.1985	H2/W	2,4-DP + Cycocel	Dichlorprop + Chlormequat	4.0 + 0.5 l/ha
3.5.1985	F1	Sportak Alpha	Prochloraz + Carbendazim	1.5 l/ha
23.5.1985	F2	Corbel	Fenpropimorph	1.0 l/ha
12.6.1985	F3	Bayleton DF	Triadimefon	4.0 kg/ha
27.6.1985	I1	Pirimor	Pirimicarb	0.3 kg/ha
2.8.1985	H3	Roundup	Glyphosat	4.0 l/ha

H: Herbizid F: Fungizid I: Insektizid

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)



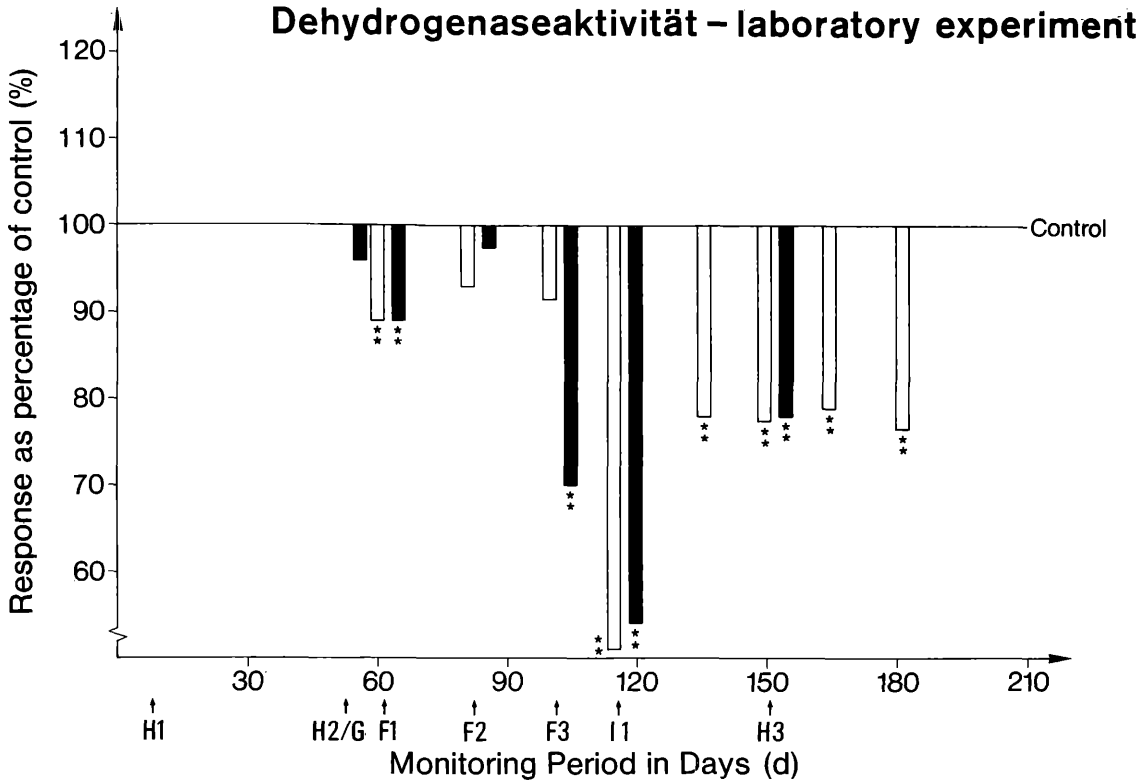
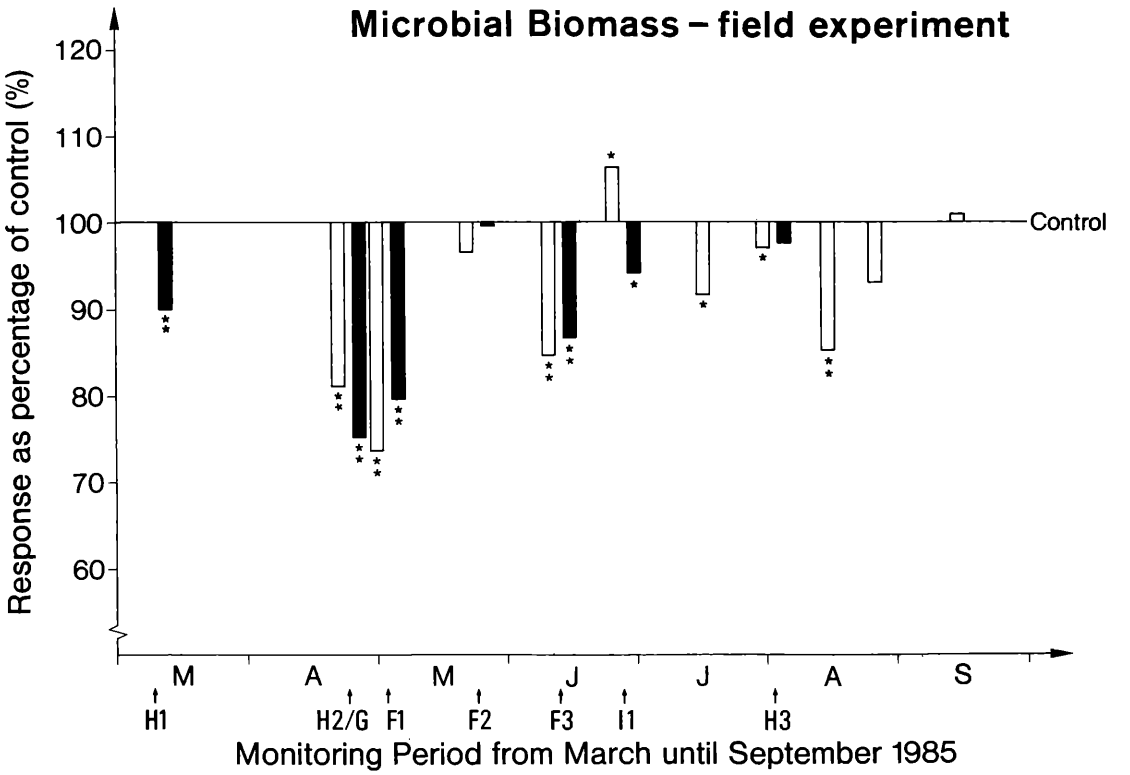


Abbildung 3

Dehydrogenaseaktivität (DHA) im Freilandversuch (a = oben) **im Vergleich zum Gefäßversuch** (b = unten).
Abszisse: Beobachtungszeitraum vom März bis September 1985
Ordinate: Abweichung in Prozent zur Nullkontrolle

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)



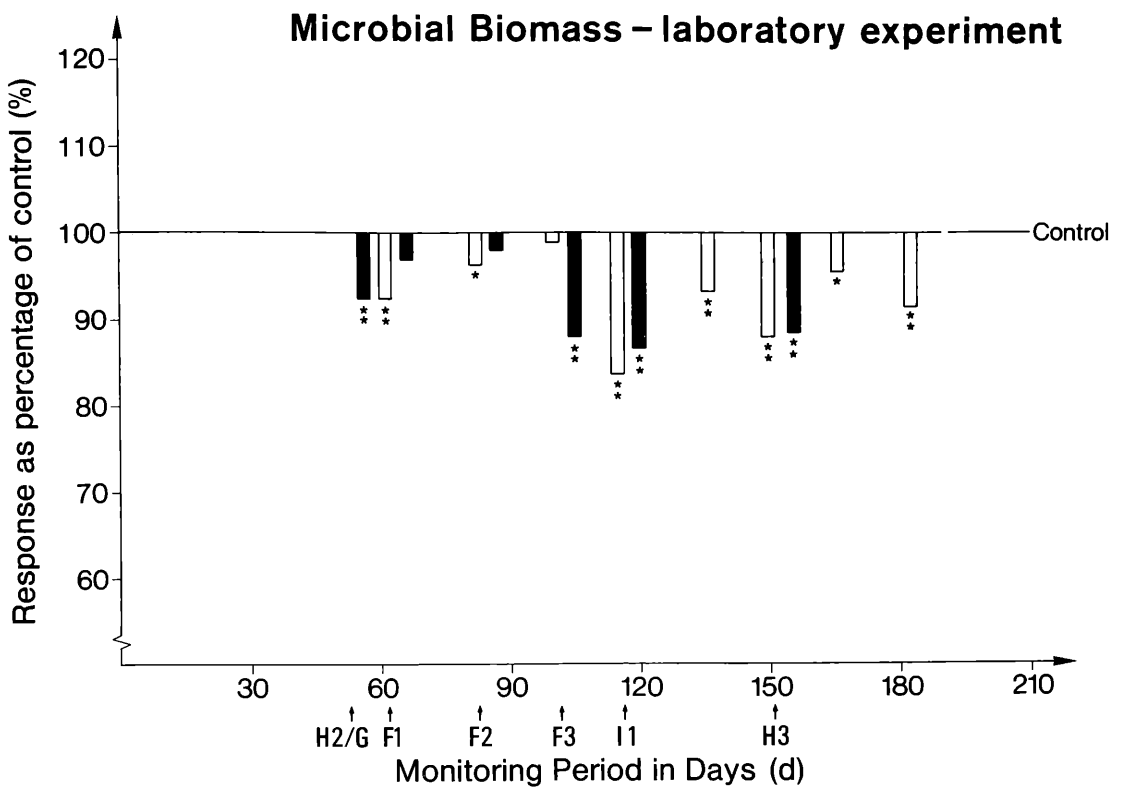
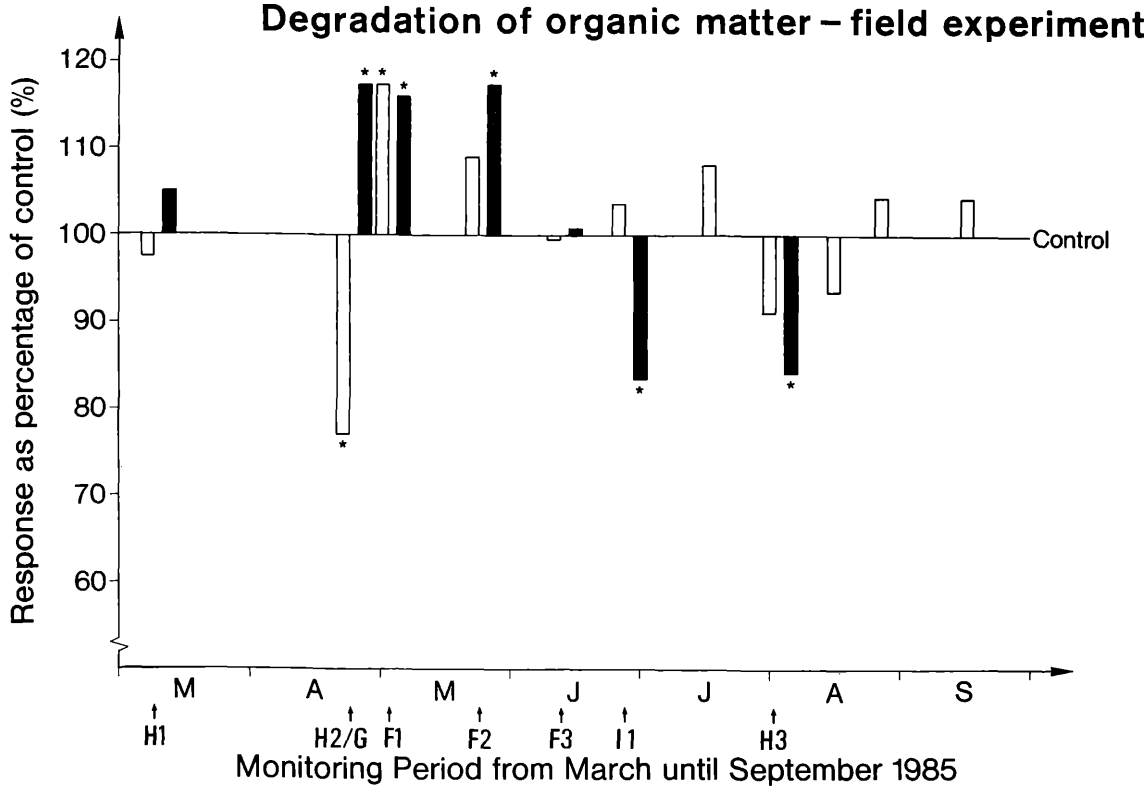


Abbildung 4

Gehalte an mikrobieller Biomasse im Gefolge von Pflanzenbehandlungsmaßnahmen
a = oben: Freilandversuch
b = unten: Gefäßversuch

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)



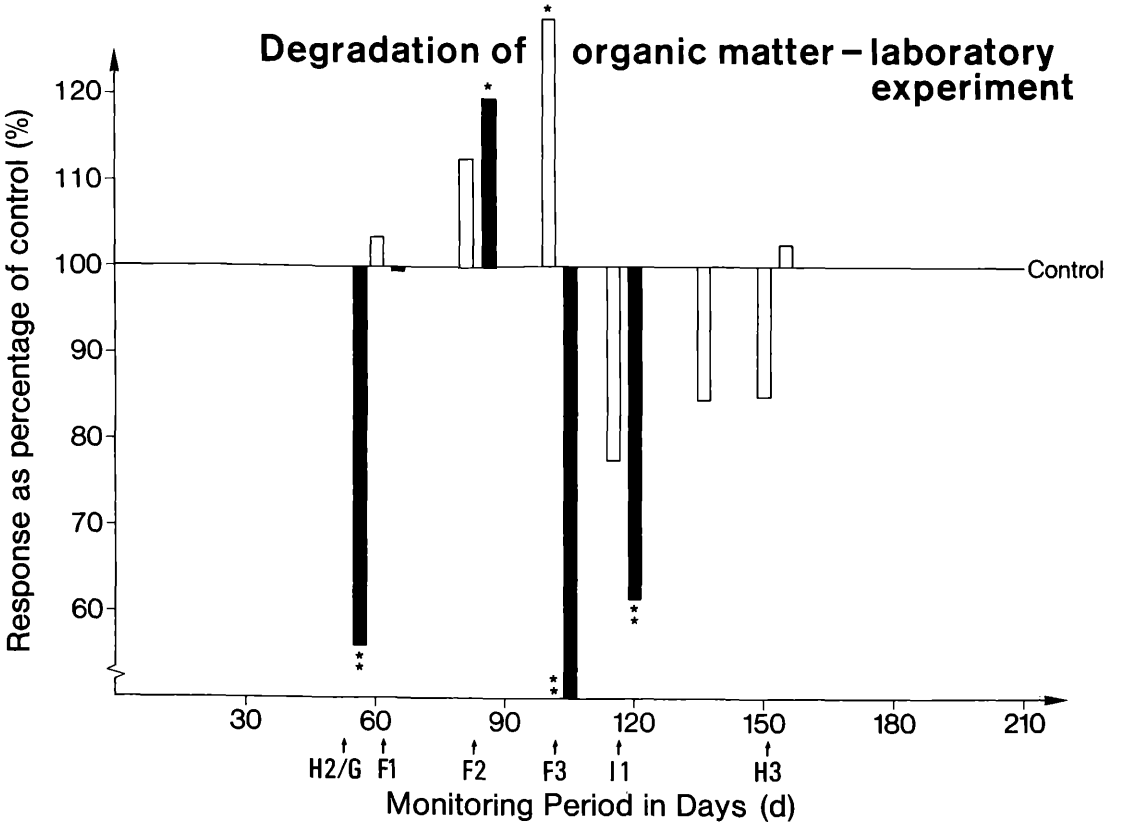


Abbildung 5

Wirkung von Pflanzenschutzmittel - Spritzfolgen auf den Zellulose-Abbau im Boden
a = oben: Freilandversuch
b = unten: Gefäßversuch

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Verlauf wie die DHA. Auch hier zeigen sich als Nebenwirkung der Pflanzenbehandlungsmaßnahmen eine Abnahme am Gehalt an metabolisch aktiven Mikroorganismen im Boden. Auch der relative Schädigungsgrad stimmt gut mit den Dehydrogenasewerten überein. So ergibt sich eine statistisch absicherbare Korrelation zwischen dem Gehalt an mikrobieller Biomasse und DHA wie sie auch von anderen Autoren schon festgestellt wurde.

3.3 Zelluloseabbau
(Freilandversuch) (Abbildung 5a)

Ein abweichendes Bild zeigt die Untersuchung des Zelluloseabbaues. Wo DHA und mikrobielle Biomasse mit deutlicher Depression reagieren, wird der Zelluloseabbau im Boden gefördert oder gar nicht beeinflußt (Spritzung 3). Im Gegensatz dazu wirken sich die letzte Herbizid- und die Insektizidspritzung in einer Hemmung des Zelluloseabbaus aus. Die hier auftretenden, relativ abrupten Schwankungen zwischen Depression und Stimulation lassen vermuten, daß es sich bei den zelluloseabbauenden Organismen im Boden um eine zwar sensible Flora handelt, die äußerst schnell auf eine Veränderung der Umwelt reagiert und damit auch ein guter Indikator für die Ökotoxizität von Umweltgiften ist, die aber andererseits auch über ein ganz erstaunliches Wiedererholungsvermögen verfügt und nicht unbedingt zu nachhaltiger Schädigung neigt.

Das gegensätzliche Verhalten von DHA und mikrobieller Biomasse einerseits und dem Zelluloseabbau andererseits läßt sich wohl dadurch erklären, daß die zellulosezersetzende Spezialflora direkt einen Konkurrenzvorteil wahrnehmen kann, der dadurch entstanden ist, daß ein Teil der Mikroflora durch die Pflanzenschutzmittel geschädigt worden ist und diese abgestorbene Biomasse jetzt als leicht verfügbare Nahrung genutzt werden kann.
Im Gefäßversuch stellen sich die Ergebnisse etwas anders dar: Vorab muß erwähnt werden, daß die erste Spritzung mit Arelon + Aretit im Gefäßversuch nicht durchgeführt wurde (mit dem Ziel, die Versuchsdauer dadurch zu verkürzen und befürchtete Biomasseverluste und Populationsverschiebungen mit zunehmender Lagerungsdauer zu verringern).

3.4 Mikrobielle Biomasse und DHA
(Gefäßversuch) (Abbildung 3b, 4b)

Übereinstimmend mit dem Freilandversuch reagieren auch hier Biomasse und DHA mit Depressionen auf die Einwirkung des Pflanzenschutzsystems. Die Applikation von 2,4-DP + CCC (Spritzung 2 im Freiland, Spritzung 1 im Laborversuch) bewirkte allerdings nur eine geringfügige Abnahme, die zudem schon nach einer Woche nicht mehr nachweisbar ist. Hier könnte also im Freiland ein Kombinationseffekt gemessen worden sein, der sich in einer verstärkten Depression ausdrückt. Im weiteren Verlauf bewirken die Pestizidbehandlungen eine deutlichere Abnahme an mikrobieller Biomasse und der Dehydrogenaseaktivität. Eine Wiedererholung ist weder zwischen den Einzelapplikationen noch am Schluß zu erkennen.

3.5 Zelluloseabbau
(Gefäßversuch) (Abbildung 5b)

Etwas schwieriger erweist sich die Interpretation der Ergebnisse des Zelluloseabbaus im Gefäßversuch. Auffälliger noch als im Freilandversuch ist der abrupte Wechsel zwischen Stimulation und Depression und das abweichende Verhalten zu DHA und Biomasse. Auch was das absolute Ausmaß der Effekte angeht, reagieren die Zelluloseabbauer im Gefäßversuch deutlich empfindlicher. Unerklärt bleiben vorerst das oftmals völlig unterschiedliche Verhalten im Freiland- und im Gefäßversuch (z. B. F3-, H2/W-Spritzung).
Insgesamt bleibt als Resumée zu sagen, daß eine direkte Übertragbarkeit zwischen Feld- und Laborversuch nicht gegeben ist.
Dies kann in verschiedenen Ursachen begründet liegen:
Es ist beispielsweise bekannt, daß Umweltfaktoren einen ganz erheblichen Einfluß auf die Bodenmikroflora ausüben. So können die dauerhaft optimalen Feuchtebedingungen im Laborversuch den Abbau von Wirkstoffen im Boden beschleunigen, andererseits ist aber auch die Gefahr der Schädigung der Mikroflora umso größer, je höher der wirksame, d. h. der gelöste Anteil des Wirkstoffs ist.
Ein regelmäßiger Wechsel von Austrocknung und Wiederbefeuchtung im Freiland stimuliert die allgemeine mikrobielle Tätigkeit im Boden und damit auch alle metabolischen oder cometabolischen Transformationen. Die deutlicheren und längerandauernden Nebenwirkungen im Gefäßversuch sind möglicherweise dadurch zu erklären.
Auch die Temperatur kann sich modifizierend auswirken: während im Laborversuch ständig 15 °C, eine Temperatur herrschte, bei der der überwiegende Teil der Bodenmikroflora noch gut, allerdings suboptimal arbeitet, sind die Mikroben im Laufe der Vegetationsperiode ganz erheblichen Temperaturschwankungen ausgesetzt. So ist beispielsweise die relativ lang nachweisbare Depression von DHA und Biomasse nach der 1. Spritzung im Freiland auch unter dem Aspekt zu sehen, daß der März 1985 noch sehr kalt und feucht war, also Bedingungen herrschten, die für einen mikrobiellen Abbau der Wirkstoffe nicht gerade förderlich sind.
Ein dritter, ganz wesentlicher Punkt ist das Fehlen von Pflanzen und damit bedingt auch von Pflanzenwurzeln und Wurzelausscheidungen im Gefäßversuch. Dies hat einen mit fortschreitender Versuchsdauer zunehmenden »Aushungerungseffekt« für die Mikroflora zur Folge, die ja auf leicht abbaubare organische Stoffe im Boden zur Aufrechterhaltung einer hohen Aktivität angewiesen ist. Dies ist wohl auch ein Grund für die schlechtere oder fehlende Wiedererholung nach einer ausgelösten Depression im Gefäßversuch. Insofern ist auch eine gewisse Verschiebung im Artenspektrum mit zunehmender Lagerung der Gefäße unter Laborbedingungen zu erwarten.
Das verzögerte Auftreten von Hemmeffekten im Gefäßversuch kann auch durch die Art der Applikation, nämlich dem bloßen Aufsprühen auf die Oberfläche verursacht sein. Es ist gut vorstellbar, daß erst durch die Zugabe von Wasser zur Konstanthaltung der Bodenfeuchte eine merkliche Verlagerung der Wirkstoffe eintritt und auch erst dann

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ein intensiver Kontakt zwischen Wirkstoffmolekülen und Mikroorganismen stattfindet.
Solche Erklärungsmöglichkeiten ließen sich noch weitere finden und es bleibt festzustellen, daß relevante Aussagen über das mögliche Gefährdungspotential momentan verläßlich nur über Freilandversuche möglich sind.
Es bleibt zum Schluß zu klären, wie die vorgestellten Effekte zu bewerten sind - ein ebenso wichtiges wie heikles Thema. Es ist meiner Meinung nach nicht damit getan, Schlußfolgerungen zu ziehen, die sich nur auf einen statistisch absicherbaren Unterschied zwischen behandelter und unbehandelter Probe stützen. Entscheidend ist vielmehr die praktische und das heißt die ökologische Signifikanz und Relevanz. Dafür ist es notwendig, sowohl das Ausmaß als auch die Dauer von Nebenwirkungen zu betrachten. Das einzige Bewertungsschema, das mir bekannt ist, stammt von Herrn Prof. DOMSCH aus Braunschweig. Er geht zunächst davon aus, daß anthropogen bedingte Streßsituationen, speziell Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln, den natürlichen Streßsituationen, hervorgerufen durch den natürlichen Wechsel von Umweltbedingungen wie z. B. Frost, Trockenheit, hohe Temperaturschwankungen etc. sehr ähnlich sind und setzt die dadurch bedingten Veränderungen der Mikroflora oder ihrer Leistungen als Bewertungsmaßstab. Dazu wertete er die vorhandene Literatur über die Auswirkung natürlicher Streßfaktoren aus und kam zum folgenden Modell zur Bewertung ökotoxilogischer Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln.

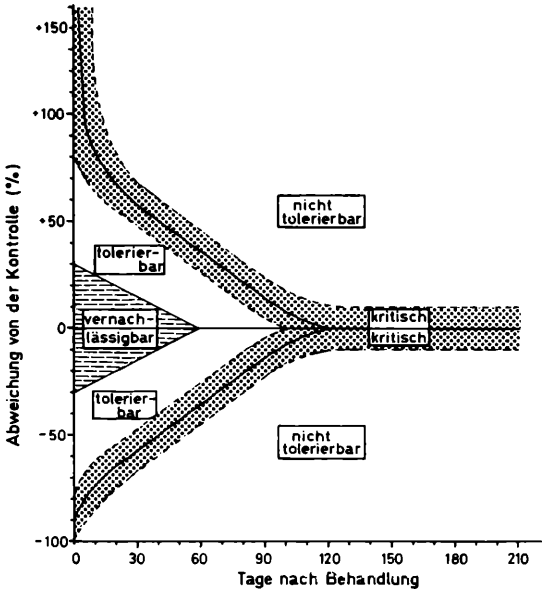


Abbildung 6

Modell zur Bewertung ökotoxilogischer Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Bodenmikroorganismen
Quelle: DOMSCH et al., 1983

Daraus geht zum einen hervor, daß sowohl positive als auch negative Abweichungen vom Normalzustand als kritisch zu betrachtende Effekte sind. Zum anderen werden alle irreversiblen Effekte in jedem Falle als nicht tolerierbar eingestuft - was wohl allgemeine Zustimmung finden wird.
Ob aber die Abgrenzung der Zonen »kritisch«, »tolerierbar« und »vernachlässigbare« Effekte nicht zu großzügig gehandhabt wird, möchte ich hier gerne zur Diskussion stellen. Persönlich meine ich, daß es nicht wünschenswert ist, die extremsten Bedingungen, also sog. Naturkatastrophen, als Bewertungsmaßstab zugrunde zu legen. Im Sinne eines Vorsorgeprinzips würde ich eher dafür plädieren, »normale« Schwankungen, d. h. in der Natur tatsächlich regelmäßig wiederkehrende Streßsituationen und deren Auswirkungen als Maßstab zu setzen. Es ist ja zu bedenken, daß anthropogen bedingte Streßsituationen keine alternativen Streßsituationen, sondern zusätzlichen Streß für die Bodenbiozönose bedeuten.
Bewerte ich die von mir gemessenen Resultate nach dem vorliegenden Schema, so wird deutlich, daß alle Einzeleffekte mindestens tolerierbar, zum großen Teil sogar vernachlässigbar sind. Einzig der Verlauf der Dehydrogenaseaktivität im Gefäßversuch wäre als kritisch zu bezeichnen, evtl. sogar als nicht tolerierbar, da noch nicht abzusehen ist, ob eine völlige Wiedererholung eintritt. Wie dagegen die Summe der Einzeleffekte einzuschätzen ist, kann aus dieser Darstellung nicht direkt abgeleitet werden, da ihre Anwendung auf die Bewertung von jeweils einer einzelnen Chemikalie beschränkt ist. Ein nächster Schritt wird meiner Meinung nach sein müssen, alle Einzeleffekte über einen bestimmten Zeitraum, z. B. einer Vegetationperiode zu integrieren und dafür ebenfalls ein Bewertungsschema aufzustellen. Aus diesem muß hervorgehen, wie lange eine *durchschnittliche* Veränderung der Mikroflora bzw. ihrer Leistungen zu tolerieren ist.

4. Zusammenfassung

So möchte ich abschließend meine Ergebnisse nochmals zusammenfassen:

1. Mikrobielle Biomasse und Dehydrogenaseaktivität zeigen im Verlauf einer Pflanzenschutzmittelspritzfolge im Freilandversuch Depressionen, die allerdings in den meisten Fällen eher kurzfristig sind. Sechs Wochen nach der letzten Applikation wird das Ausgangsniveau wieder erreicht.
DHA und mikrobielle Biomasse weisen eine sehr gute Korrelation auf.

2. Zelluloseabbauende Organismen zeigen ein sehr differenziertes Verhalten als Reaktion auf PSM. Es handelt sich hierbei um eine sehr spezialisierte Flora, die sehr spontan und sensibel auf Pflanzenschutzmittel reagiert. Der Zelluloseabbau sollte deshalb unbedingt für die Bewertung von PSM untersucht werden.

3. Im Gefäßversuch sind die Effekte größer und länger andauernd. Eine vollständige Wiedererholung tritt bei DHA und mikrobieller Biomasse nicht ein.

4. Eine direkte Übertragbarkeit von Laborversuch auf Feldbedingungen ist bei der vorgestellten Versuchsanordnung nicht möglich.

5. Die im Freiland gefundenen Nebenwirkungen von PSM auf Bodenmikroorganismen geben keinen Grund zu großer Beunruhigung.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

5. Literatur

AKOBUNDU, I. O., SWEET, R. D., DUKE, W. B. (1975): A method of evaluating herbicide combinations and determining herbicide synergism. Weed Science 23, 20 - 25.

AUSPURG, B. (1985): Kombinationseffekte von Pflanzenschutzmitteln im Boden; In: Berichte über Landwirtschaft 1985, 198. Sonderheft, S. 92 - 106.

BEST, J. A., WEBER, J. B., WEED, S. B. (1972): Competitive adsorption of diquat, paraquat and Ca^{2+} on organic matter and exchange resins. - Soil Science, 114, 444 - 450.

BROWN, C. B., RAHMAN, S. F. (1977): Chemical detoxification of atrazine by dexon. Soil Science Soc. Amer. J., 41, 141 - 142.

DOMSCH, K. H., JAGNOW, G., ANDERSON, T. H. (1983): An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. Residue Rev. 86, 66 - 105.

DOMSCH, K. H. (1972): Einfluß von Pestiziden auf mikrobielle Prozesse und ökologische Beziehungen im Boden. - Ber. Ldw. 50, 392 - 403.

HILL, I. R. & WRIGHT, S. J. L. (1978): Pesticide Microbiology; Academic Press London, N. Y., San Francisco.

HUBBELL, D. H. et al. (1973): Microbial effects and persistence of some pesticide combinations in soil. - J. Environ. Quality, 2, 96.

MALKOMES, H. P. et al. (1980): Recommended tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora. - Techn. Rept. Agric. Res. Council Weed Res. Organ., 59.

NEARPASS, D. C. (1971): Adsorption interactions in soil between amitrole and s-triazines. Soil Sci Soc. Am. Proc., 35, 64 - 68.

ROSZLICKY, E. B. (1977): Response of soil microbiota to selected herbicide treatment. - Can. J. Microbiology, 23, 426 - 433.

STRATTON, G. W. (1983): Interaction effects of permethryn and atrazine combinations towards several nontarget organisms. Bull. Enovron. Contam. Toxicol., 31, 297 - 303.

Anschrift der Verfasserin:
Dipl. Geoökologin Evi Schuster
Abteilung Bodenkunde
Universität Trier

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge (LSB)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 7_1986

Autor(en)/Author(s): Schuster Evi

Artikel/Article: Die Auswirkungen eines Pflanzenschutzsystems auf bodenmikrobiologische Eigenschaften im Ackerbau 64-72