

Diese Tendenzen und die rasch ansteigenden Kosten sowie die langen Entwicklungszeiten für ein neues Pflanzenschutzmittel können aber vielleicht eine gefährliche Entwicklung einläuten, über die wir nachdenken müssen.

Folgende Fragen stehen in den nächsten Jahren zur Diskussion: Führen Rechtsvorschriften, die das Prinzip der Verhältnismäßigkeit im biologischen Geschehen nicht hinreichend beachten, dazu, daß nur wenige Breitbandmittel für die Kulturen mit großem Anbauumfang an die Stelle von vielen spezifisch wirkenden Pflanzenschutzmitteln auch für Kulturen mit kleinem Anbauumfang treten?

Führt eine immer kleinere Zahl von Pflanzenschutzmitteln dazu, daß die Anwendung der Pflanzenschutzmittel immer öfter und mit immer größeren Aufwandmengen durchgeführt werden muß, um die Ernten zu sichern?

Da die Entwicklung eines neuen Pflanzenschutzmittels heute im Durchschnitt ca. zehn Jahre dauert, ist eine sehr langfristige Betrachtungsweise notwendig. Mit anderen Worten: Pflanzenschutzpolitik erfordert Augenmaß, biologisches Augenmaß!

Ich eröffne hiermit die 47. Deutsche Pflanzenschutztagung und wünsche der Tagung einen erfolgreichen Verlauf.

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzdz., 42 (12), S. 179–187, 1990, ISSN 0027-7479.
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Technische Universität Braunschweig, Institut für Ökologische Chemie und Abfallanalytik, Braunschweig
*) GSF München, Institut für ökologische Chemie, München

Controlled Release: Möglichkeiten zum wenig belastenden Pflanzenschutzmittel-Einsatz**)

Controlled Release: Possibilities for low polluting pesticide applications

Von M. Bahadir und G. Pfister*)

Zusammenfassung

Controlled-release-Formulierungen von Pestiziden sind retardierende Depotpräparate, die ihre biologisch wirksamen Bestandteile über einen definierten Zeitraum in ihre Umgebung freisetzen. Die Wirkstoffe sind bei diesen Formulierungen durch unterschiedliche Techniken in einer polymeren Matrix chemisch gebunden oder physikalisch fixiert. Der Migration der Wirkstoffe sind daher chemische Reaktionen zur Bindungsspaltung bzw. physikalische Transportprozesse in und durch Polymere vorgelagert. Neben der Reduzierung der Toxizität der Wirkstoffe und deren unerwünschten Nebeneffekte auf Non-target-Organismen sind die Verhinderung eines vorzeitigen Verschwindens der Wirkstoffe vom Applikationsort durch Abbau- und Transportprozesse unter Umweltbedingungen die herausragenden Merkmale dieser Formulierungen. Diesen stehen einige Nachteile wie vermehrte Resistenzbildung gegenüber. Einige dieser Formulierungen haben bereits den kommerziellen Status erreicht.

Abstract

Controlled release formulations of pesticides are retarding repositories, which release their biologically active constituents into their environment over a defined period of time. In these formulations, the substances are chemically bound or physically incorporated in a polymer matrix by means of different techniques. The migration of the

substances is, therefore, preceded by chemical reactions for bond cleavage or physical transport processes in and through polymers. The reduction of the toxicity of the substances and undesirable side effects on non-target organisms as well as the prevention of premature disappearance of the active substances from the place of application as a result of degradation and transport processes under environmental conditions are the prominent characteristics of these formulations. Opposed to these, there are several disadvantages, such as the increased build-up of resistance. Several of these formulations have already achieved commercial status.

Controlled-release-Formulierungen von Pestiziden werden definiert als Depotsysteme, die ihre toxischen Bestandteile über einen definierten Zeitraum (zumeist Monate bis Jahre) in ihre Umgebung kontinuierlich freisetzen (1). Gemäß dieser Definition können solche Formulierungen überall dort erfolgreich eingesetzt werden, wo eine chronische Exposition von biologisch aktiven Verbindungen über einen längeren Zeitraum erforderlich ist. Erste Arbeiten beschäftigten sich in den 60er Jahren mit der Herstellung von Schutzüberzügen für Sonarsysteme in marinen Ökosystemen. Mit Hilfe von Tri-n-butyl-zinnoxid (TBTO) enthaltenden Schutzanstrichen bzw. Gummibeschichtungen konnte das Wachstum mariner Organismen auf Sonarkuppeln, Bojen und Schiffskörpern im Wasser wirksam verhindert werden (2, 3).

In der Abbildung 1 wird in einem hypothetischen Beispiel (4) die Wirkungsdauer eines nichtpersistierenden Pestizids mit einer Verlustrate unter Umweltbedingungen von $t_{1/2} = 15$ d graphisch dargestellt. Hierbei wird angenommen, daß eine Mindestkonzentration von 1 mg Wirkstoff zu jedem Zeitpunkt

**) Herrn Direktor und Professor Dr. W. Ebing, BBA Berlin, zum 60. Geburtstag gewidmet

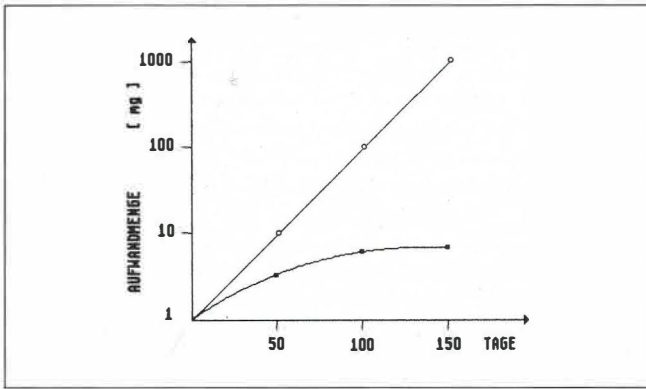


Abb. 1. Abhängigkeiten der Wirkungsdauer von der Aufwandmenge eines konventionell (A) und controlled release (B) formulierten Pestizids (Abbaurrate: $t_{1/2} = 15$ d).

für die erwünschten Effekte erforderlich sind. Um mit Hilfe einer konventionellen Formulierung des Wirkstoffs, die ihren Wirkstoffanteil rasch freisetzt (z. B. Spritzmittel), eine Wirkungsdauer von 50 Tagen zu erreichen, muß die Aufwandmenge zehnmal höher gewählt werden als der Wirkungsschwelle von 1 mg entspricht (Gerade A). Unter diesen Bedingungen trägt lediglich $\frac{1}{3}$ der applizierten Wirkstoffmenge zur erwünschten Wirkung bei, während der Hauptanteil zum Aufbau eines (unvollkommenen) Wirkstoffdepots benötigt wird. Für eine weitere Wirkungsverlängerung auf 100 bzw. 150 Tage sind die erforderlichen Aufwandmengen 10^2 bzw. 10^3 mg. Appliziert man dagegen eine optimierte Depotformulierung desselben Pestizids, die den Wirkstoffabbau durch Umwelteinflüsse verhindert, solange sich der Wirkstoff noch im Depot befindet, und die Wirkstoffabgabe aus diesem Depot einer Migration erster Ordnung entspricht, so werden für die gleiche Wirkungsdauer von 50, 100 und 150 Tagen lediglich 3,3, 5,6 und 7,9 mg Wirkstoff benötigt (Kurve B). Die Fläche zwischen der Geraden (A) und der Kurve (B) repräsentiert im logarithmischen Maßstab den nicht benötigten Überschuß einer konventionellen Applikation und zeigt zugleich den Spielraum für eine Optimierung der Formulierungs- und Applikationstechnik auf.

Das mathematische Modell geht hierbei von der Annahme aus, daß die Wirkstoffverluste nach Applikation durch Versickerung, Evaporation und Wirkstoffabbau in den meisten Fällen einer Kinetik 1. Ordnung folgt (Gerade A). Die effektive Mindestdosis (M_e) wird demgegenüber dadurch aufrechterhalten, daß aus einem vorhandenen Depotsystem die Wirkstoffverluste kontinuierlich ausgeglichen werden (sustained release). Die Wirkungsdauer (t_e) einer solchen Pestizidapplikation ergibt sich damit aus der rechten Gleichung (1), die zur Berechnung der Kurve B verwendet wurde, wobei k_d den Migrationskoeffizienten für Pestizidfreisetzung aus einer Controlled-release-Formulierung, und M_o die applizierte Gesamtmenge des Wirkstoffs darstellen (5):

$$\frac{dM}{dt} = -k_r \cdot M_e + k_d \cdot M_o = 0 \text{ und } \frac{M_o - M_e}{M_e} = k_d \cdot t_e \quad (1)$$

Aus mathematischen Modellbetrachtungen und kinetischen Experimenten wurden drei unterschiedliche Freisetzungarten für inkorporierte Wirkstoffe in einer frühen Applikationsphase von Controlled-release-Formulierungen von biologisch aktiven Verbindungen ermittelt (6):

0. Ordnung:
 $dM_t/dt = K$ für $M_o \gg M_t$ (stationäre Migration) (2)

1. Ordnung:
 $dM_t/dt = K \cdot (M_o - M_t)$ für $M_o \geq M_t$ (nicht-station. Migr.) (3)

\sqrt{t} - Diffusion:
 $M_t/M_o = K \cdot \sqrt{t}$ für $0 \leq M_t/M_o \leq 0,6$ (4)

In der Literatur werden Controlled-release-Systeme in zwei Hauptgruppen unterteilt, die in sich eine weitere Untergliederung erfahren (Tab. 1) (7).

Diesem Aufbauprinzip folgend weisen die Controlled-release-Formulierungen eine Reihe von Vorzügen auf:

Reduzierung der Warmblüttoxizität der Formulierungen; Reduzierung der Phytotoxizität; Verminderung der Wirkstoffverluste durch Evaporation und Versickerung; Verhinderung des Wirkstoffabbaus (in der Matrix); Verminderung einer Umweltkontamination mit Pestiziden; Verbesserung der Anwendbarkeit in Gewässern; Verlängerung der Wirkungsdauer,

welchen einige prinzipielle Nachteile dieser Formulierungen gegenüberstehen. Eine bisher weitgehend unbekannte Größe stellen die folgenden Punkte dar:

Verhalten der polymeren Matrix in der Umwelt; Verhalten von Polymeradditiven wie z. B. Weichmacher, Stabilisatoren; Antioxidantien u. a. in der Umwelt; sowie Langzeitverhalten der Abbauprodukte der Matrix und der Additive am Anwendungsort und deren Transfer in andere Umweltmedien.

1 Beispiele für Controlled-release-Formulierungen von Pestiziden

Ein kurzer Überblick über die in der Literatur bekanntgewordenen Controlled-release-Systeme wurde in Tabelle 1 bereits wiedergegeben. Im folgenden werden einige besondere Merkmale dieser Formulierungen exemplarisch dargestellt.

1.1 Physikalische Wechselwirkung zwischen Wirkstoff und Matrix

Zur Herstellung von *Mikro- und Makrokapsel*formulierungen wurden in der Literatur verschiedene Verfahren wie Coacervation-Phasentrenntechnik (8), In-situ-Polymerisation bzw. Polykondensation an Grenzflächen (9), Spraybeschichtung wie Wurster-Prozeß (10) u. a. beschrieben. Als Wandmaterialien kommen sowohl vorgeformte lösliche Polymere, wie

Tab. 1. Struktureller Aufbau von Controlled-release-Formulierungen

Physikalische Systeme

Migrationskontrolle durch Membranen

Mikro- und Makrokapseln

andere Membransysteme

Migrationskontrolle ohne Membranen

Kapillarsysteme (Hohlfasern)

poröse polymere Substrate und Schäume

polymere Gele

Osmotische Pumpen

Laminatsysteme

Monolithische Systeme

Lösungen und Dispersionen in nicht-porösen polymeren Matrices

Migration mit oder ohne Matrixerosion

Chemische Systeme

Ionisch gebundene Wirkstoffe

Kovalent gebundene Wirkstoffe (Copolymerisation bzw. polymeranaloge Reaktion)

Wachse, Schellack, Polyvinylalkohol, Nitrocellulose und andere Cellulosederivate, als auch duroplastische Polyamide, Polyester, Polyurethane, Polycarbonate und Polysulfonamide zum Einsatz. Für die Applikation in der Landwirtschaft wurden neben Pheromonen verschiedener Insekten (*Porthetria dispar*, *Argyrotaenia velutiana*, *Ceratitis capitata* u. a.) auch Insektizide wie Methyl- bzw. Ethylparathion und Diazinon entwickelt und in den USA zugelassen (11).

Bei membranlosen Systemen kamen neben *Hohlfasern* (12) poröse organische Polymere, wie imprägnierte, gesinterte PVC, Polypropylen, ultramikroporöses Cellulosetriacetat (13), geschäumte Polymere und einige Hydrogele, wie Erdalkali-Alginat und Stärke-Xanthogenate, zur Formulierung vorwiegend von Pheromonen bis jetzt zum Einsatz (z. B. für die Sexuallockstoffe der *Pectinophora gossypiella*, *Paralobesia viteana*, *Choristoneura fumiferana*). Eine interessante Variante der Wirkstoffformulierung in einem physikalischen System stellt die *Osmotische Pumpe* dar, die jedoch bisher nur in der Galenik eine gewisse Rolle spielen konnte (14, 15).

In dreilagigen *Laminatformulierungen* bildet die mittlere Schicht ein Reservoir für eine biologisch aktive Verbindung, während die beiden äußeren Schichten die Migration kontrollierende Barrieren darstellen (16). Die Migrationsfolge von Captan, Malathion und Zineb aus den Barrierefolien sind Weich-PVC \gg Hart-PVC \gg Polypropylen $>$ Polyamid $>$ Polyester. Bei gleicher chemischer Struktur der migrierenden Substanzen verhalten sich deren Molekulargewichte umgekehrt proportional zur Migrationsrate, wie bei Estern der Essigsäure mit unterschiedlichen linearen Alkylresten gezeigt werden konnte (17): Decyl- $>$ Dodecyl- $>$ Tetradecenyl- $>$ Hexadecyl- $>$ Octadecenylacetat. Auf der Basis von Laminatstrukturen wurden verschiedene biologisch aktive Verbindungen wie Insektizide, Fungizide, antibakterielle Wirkstoffe, Pheromone und Repellents formuliert (18, 19). Insbesondere Pheromone für eine Vielzahl von Insekten aus der Familie der *Coleopteren*, *Dipteren*, *Homopteren*, *Hymenopteren* und *Lepidopteren* wurden nach dieser Technologie formuliert und erfolgreich getestet (13).

Eine verfahrenstechnisch einfache Methode der Herstellung von Controlled-release-Formulierungen biologisch aktiver Verbindungen ist deren homogene Lösung bzw. Dispersion in polymeren Matrices, die als *monolithische Systeme* bezeichnet werden. Als polymere Matrix können sowohl Elastomere (natürlicher und synthetischer Kautschuk) als auch Thermoplaste (Homo- und Copolymerisate von α -Olefinen, Polycondensate u. a.) eingesetzt werden. Während im Fall der elastomeren Formulierungen Mischungen aus Kautschukvorpolymerisaten, pestiziden Wirkstoffen und weiteren Additiven dreidimensional vernetzt werden (Vulkanisation), werden bei thermoplastischen Formulierungen Mischungen aus Kunststoffgranulaten bzw. -pulver und Wirkstoffen, ggf. unter Zugabe weiterer Additive, thermisch plastifiziert.

Die Diffusion von monomeren Additiven aus polymeren Wirkstoffen ist ein bekannter Vorgang. Ausgedehnte Untersuchungen zur Übertragung dieser Erkenntnisse auf insektizide Wirkstoffe wurden Mitte der 60er Jahre durchgeführt (20). Die ersten Temophos- (Abate) und Malathion-Formulierungen waren gesinterte Tabletten (Péllets) aus Polyamid (PA), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE) und Polyurethan (PUR), die diese organischen Phosphorsäurederivate (und später auch Chlorpyrifos) enthielten und als larvizide Formulierungen erfolgreich getestet wurden (*Aedes aegypti* und *Culex pipiens*, *C. quinquefasciatus*) (21). 10% Chlorpyrifos in PE bzw. PVC waren 21–24 Wochen gegen Moskitolarven in künstlichen Teichen wirksam (22). Eine Übertragung

auf molluskizide Wirkstoffe führte zur Herstellung von ECO-PRO 1330 (Wirkstoff: Tributylzinnfluorid), die bei der Bekämpfung von Wasserschnecken (*Biomphalaria glabrata*) als Wirtspezie von *Schistosoma mansoni* als Überträger der Bilharziose eine gewisse Wirksamkeit zeigt (23).

In jüngeren Untersuchungen wurde das Prinzip der monolithischen Formulierung von Pestiziden in thermoplastischen Kunststoffen auf neue Anwendungsgebiete, wie den Unterfolienanbau von Gemüse, übertragen (24). Ein besonderes Problem des Pflanzenbaus unter Folien ist die starke Unkrautentwicklung mit erhöhten Temperatur- und Feuchtigkeitswerten. Hierdurch steigt einerseits die Gefahr der Infektion mit Krankheiten und andererseits das Kulturrisiko (25). Herbizid-ausgerüstete EVA-Folien wurden über drei Vegetationsperioden zur Bedeckung bzw. Mulchung im Frühgemüseanbau eingesetzt (Weißkohl, Zuckermais, Sellerie). Diese Formulierungen erlaubten bei einer hohen Selektivität die Aufwandsmengen gegenüber konventioneller Voraufspritzung teilweise um den Faktor 2–4 zu reduzieren (26).

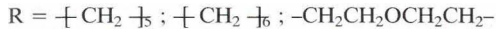
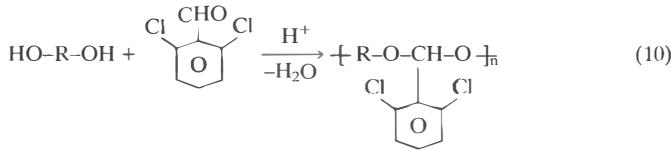
Herbizide Strangformulierungen wurden in einem Labor-durchflußsystem erfolgreich gegen Wasserlinsen (*Lemna minor*) als Testspezies erprobt (27). Insektizide und fungizide Formulierungen waren in entomologischen und mikrobiologischen Laborprüfungen gleichfalls wirksam. Auch im Freiland zeigten diese Formulierungen gute Wirksamkeiten, die durch Einsatz von ^{14}C -markierten Pestiziden verifiziert wurden (Baumwolle, Reis, aquatische Pflanzen (28)).

Verglichen mit monolithischen Systemen auf thermoplastischer Grundlage sind solche auf der Basis von Elastomeren recht zahlreich. Als Kautschukprodukte kommen neben dem Naturkautschuk auch häufig cis-1,4-Polybutadien (BR), Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), Isopren-Isobutylen-Copolymerisate (Butylkautschuk), Neopren, Nitrilkautschuk in Controlled-release-Formulierungen von pestiziden Wirkstoffen zum Einsatz (1). Neben molluskiziden und larviziden Wirkstoffen wurden auch Herbizide aus der Klasse der Phenoxycarbonsäurederivate als elastomere Formulierungen ausgedehnten Labor- und Freilandtests untersucht. 2,4-D, 2,4-D BEE und Fenoprop [2-(2,4,5-Trichlorphenoxy)-propionsäure] enthaltende Kautschukformulierungen erwiesen sich gegenüber einer größeren Zahl von Wasserpflanzen phytotoxisch wirksam (z. B. *Eichornia crassipes*, *Salvinia molesta*, *Hydrilla verticillata*, *Myriophyllum spicatum*) (29).

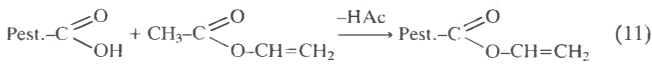
Die oben beschriebenen monolithischen Systeme sind in der Lage, den Wirkstofftransport aus dem Matrixinneren an die Oberfläche durch Diffusion, Co-Migration mit Hilfe eines Carriers oder Extraktion mit eindringendem Wasser zu vollziehen. Daneben gibt es auch Formulierungen, die ihr Wirkstoffinventar aufgrund eines *Matrixabbaus* freisetzen. Sie bestehen aus Milchsäure- bzw. Glykolsäure-Polymerisaten mit mittleren Molmassen ($M_n = 45\,000\text{--}70\,000$) (30). Obwohl die Verwendung dieser bioabbaubaren monolithischen Systeme in erster Linie der Arzneimittelherstellung von langzeitwirksamen Implantaten und weiteren Depotpräparaten in Frage kommt (z. B. Krebstherapie, Fertilitätskontrolle) (31), wurde deren Einsatz zur Herstellung von Pestizidformulierungen am Beispiel von 2,4-D untersucht und als ein Depotsystem mit einer hohen ökologischen Akzeptanz empfohlen (32).

1.2 Chemische Wechselwirkungen zwischen Wirkstoff und Matrix

Die zuvor behandelten Controlled-release-Formulierungen hatten alle das gemeinsame Herstellungsprinzip des chemisch unveränderten Einschlusses von biologisch aktiven Substan-



Ebenso möglich ist es, pestizide Wirkstoffe mit reaktiven funktionellen Gruppen wie -COOH, -OH, -SH und -NH₂ zunächst in Vinyl- bzw. Acrylester zu überführen (11) und anschließend zu polymerisieren (12). Diese Polymerisationsreaktionen wurden bisher vorwiegend bei Phenoxy-carbonsäurederivaten durchgeführt (39, 40):



Die Homopolymerisate der Vinylester (12) von 2,4-D, 2,4,5-T und 2,4,5-TB zeigten allerdings keine phytotoxischen Wirkungen bei der Keimung von Kopfsalat, wogegen Copolymerisate aus 75 Gew.-% 2,4-D Vinylester und 25 Gew.-% Acrylsäure keimungshemmende Wirkungen aufwiesen (41).

2 Biologische Wirkungstests und Freilandapplikationen

Aus der Vielzahl der biologischen Wirkungstests mit Controlled-release-Formulierungen werden im folgenden einige exemplarisch dargestellt.

Endosulfan enthaltende, mit einem Phthalocyanin-Pigment als optischer Attractant blau eingefärbte Folienstreifen wurden in entomologischen Labortests gegenüber Tsetse-Fliegen (*Glossina morsitans*) eingesetzt. In einem typischen Test wurden die Fliegen von der Attractant-Kapazität der blauen Farbe (42) angelockt und flogen während der Expositionsphase wiederholt die Folienoberfläche an. Eine hohe Mortalität während der nächsten 2-3 Tage wurde detektiert (Tab. 2). Nach 9 Wochen Freilandexposition enthielten die Folien nur noch wenig Endosulfan (C < 0,01% AI), so daß sie nicht mehr wirksam waren (43).

Zur Durchführung von Bioassays in aquatischen Systemen werden z.T. komplexe Mikroökosysteme (44) oder Steady-state-Fließsysteme (45) eingesetzt (Abb. 2).

In diesem Durchflußsystem stellten sich in den einzelnen Testgefäßen bereits nach wenigen Tagen Gleichgewichtskon-

Tab. 2. Mortalität von *Glossina morsitans* (♂ + ♀) exponiert gegenüber blau eingefärbten EVA-Folien (70 µm) mit 3% Endosulfan

Freiland Bewitterung	Expositionszeit	Mortalität [%] innerhalb von			
		1	2	3	4-5 Tagen
0	10 min	29	72	92	
0	1 h	73	100		
1 Woche	15 min	1	8	34	
1 Woche	1 d	100			
9 Wochen	1 d	0	0	4	
Kontrollen	5 d	0	0	0	25-50

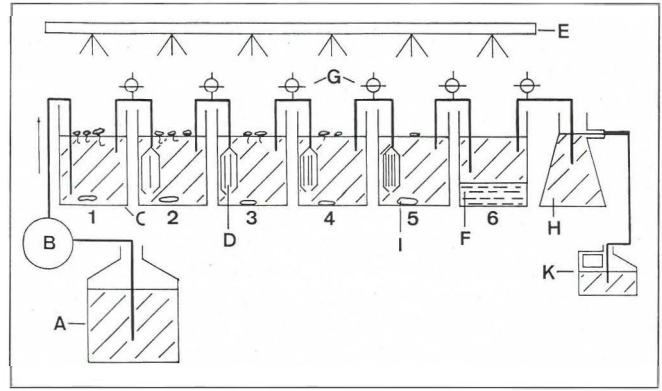


Abb. 2. Labordurchflußsystem zur Prüfung von Controlled-release-Herbizidformulierungen an Wasserlinsen (*Lemna minor*). (A) Nährlösung, (B) Schlauchpumpe, (C) Bechergläser mit Testpflanzen, (D) Formulierungskammer, (E) Belichtung, (F) Sedimentphase, (G) Entlüftungsventil, (H) Überlaufgefäß, (I) Magnetrührer, (K) Abfallkanister.

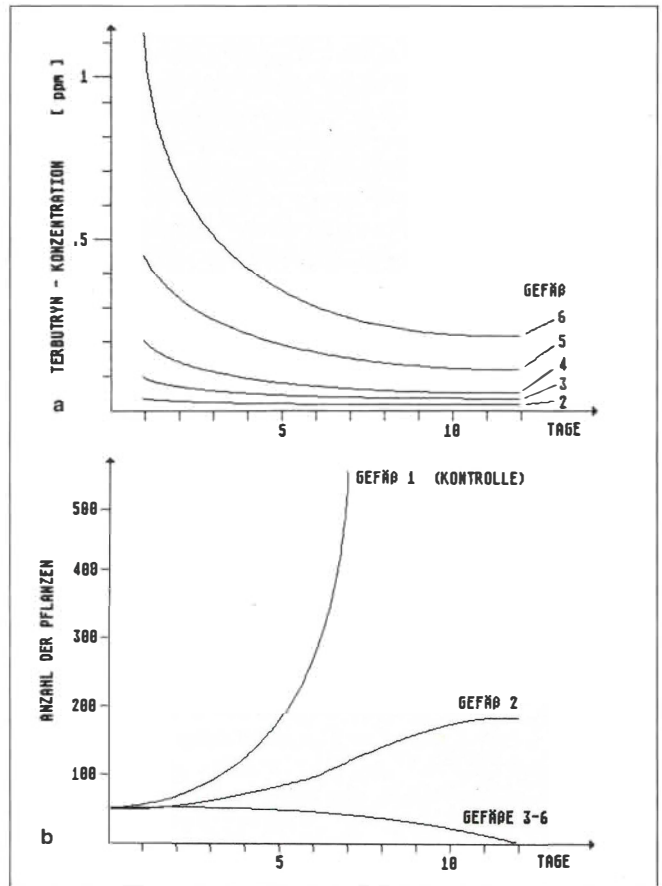


Abb. 3a und b. Kontrollierte Freisetzung von Terbutryn (a) und herbizide Effekte auf Wasserlinsen (*Lemna minor*) im Durchflußsystem.

zentrationen des Herbizids Terbutryn ein (Abb. 3a), die sich additiv zusammensetzten aus dem Zufluß herbizidhaltiger Nährlösung vom vorherigen Gefäß und der Herbizidmigration aus der EVA-Formulierung im Verbindungsrohr. Das Wachstum der Wasserlinsen (*Lemna minor*) im herbizidfreien Kontrollgefäß 1 zeigte einen exponentiellen Anstieg, war dagegen bereits im Gefäß 2 mit 7 ppb Terbutryn im steady state stark vermindert (Abb. 3b). Ab dem Gefäß 3 (C_{AI} ≥ 20 ppb) star-

ben alle Pflanzen ab, ebenso die neu zugesetzten Pflanzen. Die mit einem weniger wirksamen Triazinderivat (¹⁴C-Simetryn) ermittelten Biokonzentrationsfaktoren des Herbizids in den noch nicht geschädigten Wasserlinsen betragen BCF ≤ 112 (46).

Über die besonders stabilisierenden Einflüsse von bestimmten Sägemehlen für Pyrethroide im Boden wurde berichtet (47). Mit Hilfe dieser Formulierungen konnten Pyrethroide erstmalig als Bodeninsektizide eingesetzt werden. 8 Wochen alte Blumenkohlpflanzen in Töpfen wurden in einem Phytotron mit den in Tabelle 3 aufgeführten Präparaten durch Streuen am Wurzelhals behandelt und 4 Tage später mit 20 Eiern der Kleinen Kohlfliege (*Phorbia brassicae*) je Pflanze infiziert. 2 Monate später wurden Pflanzen und Topferde ausgewaschen und die Zahl der Larven und Puppen ermittelt sowie die Entwicklungsrate berechnet. Als konventionelle Kontrolle wurde Birlane in üblicher Aufwandmenge eingesetzt. Die Formulierungen der Pyrethroide Cypermethrin und Deltamethrin waren bis zu 100mal stärker wirksam als Chlorfenvinfos (26).

Die in Phytotronexperimenten besonders wirksamen Pyrethroidformulierungen wurden im Freiland gegen Kohlfliegen beim Rettich und Möhrenfliegen (*Psila rosae*) bei Möhren vergleichend mit Birlane Granulat getestet. Bei 40 mg AI/m ins Saatbeet gegeben, hatte Birlane bei diesen Versuchen eine Wirksamkeit (vermarktungsfähige Pflanzen) von 90,4–98,2%. Bei Pyrethroidgaben von 50 mg AI/m auf die Reihen 3–5 Wochen nach der Saat wurden 79,2–88,8% Wirksamkeit erzielt. Bei 5 mg AI/m ging diese auf 61,6–68,4% zurück (Kontrollen: 52,8%). Wurden die pyrethroiden Formulierungen, wie Birlane auch, bei der Saat ins Saatbeet gegeben, so zeigten sie keine Wirksamkeit (48).

Die Controlled-release-Formulierungen von Cypermethrin und Fenvalerat als EVA-Granulate (2% AI) wurden bei Cocoyam-Anbau (*Xanthosoma sagittifolium*) in Nigeria als Bodeninsektizide gegen Schildläuse (*Aspidiella hartii*) und Schmierläuse (*Planococcus citri*) getestet. Als Kontrolle wurde ein Carbofurangranulat eingesetzt (0,3, 0,6 und 1,2 kg AI/ha). Den niedrigsten Befall und die höchsten Ernteerträge ergaben die Behandlungsvarianten mit 0,16 kg Fenvalerat/ha und 1,2 kg Carbofuran/ha. Obwohl die Cypermethrin-Formulierung bei einer Aufwandmenge von 0,08 kg AI/ha ebenfalls eine vergleichbare insektizide Wirkung aufwies, hatte dies auf die Ernteerträge keinen positiven Einfluß (49).

Mit Hilfe von ¹⁴C-markiertem Carbofuran (Ring-3-¹⁴C) wurde die Kinetik der Wirkstoffaufnahme und Distribution in Reispflanzen bei Applikation von EVA-Granulaten (2% AI) in Freilandversuchen untersucht. Diese Granulate wie auch eine radiomarkierte WP-Formulierung wurden im Wurzelbe-

reich der Pflanzen im 3- bis 4-Blatt-Stadium appliziert. Während die Wirkstoffkonzentration in den Blättern beim Einsatz der Controlled-release-Formulierung über die gesamte Vegetationsperiode mit 70–10 ppm vergleichsweise konstant war, unterlag diese bei den konventionellen Vergleichsparzellen mit 500–10 ppm mit Zwischenmaxima bis zu 300 ppm deutlichen Schwankungen (Abb. 4). Die Ernteprodukte wiesen in beiden Fällen etwa die gleiche Rückstandshöhe auf (Tab. 4), während das Paddy-Wasser (Abb. 5) und der Boden (Tab. 4) der EVA-Parzellen während der gesamten Testdauer bzw. nach Testende um 30–40% greinger kontaminiert waren als die konventionell behandelten Vergleichsparzellen (28). Hierdurch scheint selbst eine praxisübliche Fischzucht im Paddy-Wasser noch möglich zu sein.

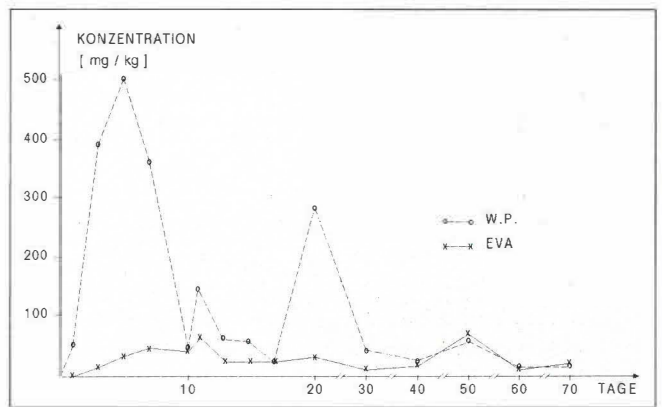


Abb. 4. ¹⁴C-Kontamination des Paddy-Wassers auf Reisfeld, nach Wurzelraumapplikation von Carbofuran als WP und EVA-Formulierungen (berechnet als unveränderter Wirkstoff).

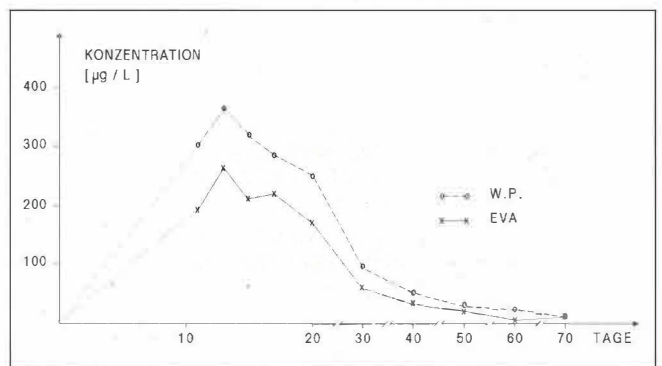


Abb. 5. ¹⁴C-Radioaktivität in Reispflanzen nach Wurzelraumapplikation von Carbofuran (berechnet als unveränderter Wirkstoff).

Tab. 3. Insektizide Wirkungen von Sägemehlformulierungen von Pyrethroiden vs. Kleine Kohlfliege (*Phorbia brassicae*) auf Blumenkohl im Phytotron

Behandlung	Dosis [µg AI/Pfl.]	Entwicklungsrate [%]
Deltamethrin	50	21,31 a
	500	2,04 b
	5.000	7,15 b
Cypermethrin	50	41,90 a
	500	1,90 b
	5.000	0,00 b
Birlane	50.000	0,43 b
Kontrollen	00	34,88 a

Tab. 4. ¹⁴C-Rückstände in Reispflanzen und Boden nach Wurzelraumapplikation als WP und EVA-Strangformulierungen, berechnet als Carbofuran

Probe	Rückstände	
	3,9 kg AI in EVA/ha	3,6 kg AI in WP/ha
Körner	1,79 ppm	1,26 ppm
Stroh	15,96 ppm	16,11 ppm
Boden	0–5 cm	400 ppb
	5–15 cm	148 ppb
	15–25 cm	50 ppb
	25–40 cm	15 ppb
		772 ppb
		432 ppb
		78 ppb
		77 ppb

Tab. 5. Weißkohlanbau unter Desmetyrn-inkorporierten Bedeckungsfolien, 1986; Entwicklung von Indikatorpflanzen (nach 8,5 Wochen) und Kohlerträge (51), (a) Summe aus 4 Tests (max. 80 Pfl.), (b) Frischgewicht [kg/m²]

Behandlung	Indikatorpflanzen [g Frischgew./m ²]					Weißkohlerträge	
	Kresse	Salat	Weißkohl	Kohlrabi	Mischunkräuter	Pfl.-Anzahl ^{a)}	marktfähige Kohlerträge ^{b)}
Folie, blank	439	5	435	245	3372	78	5,74
Folienformulierungen							
0,1 % (0,8 kg/ha)	0	5	925	448	2430	79	7,86
0,2 % (1,6 kg/ha)	0	12	375	245	1306	78	8,52
0,5 % (4 kg/ha)	0	0	65	6	154	79	8,14
1,0 % (8 kg/ha)	0	0	0	0	53	79	8,39
Vorauflaufspritzen (konventionelle Kontrolle)							
0,38 kg AI/ha	510	0	790	519	2316	79	8,05
0,75 kg AI/ha	268	27	890	655	2263	79	9,67
1,5 kg AI/ha	29	1	1173	551	1484	79	9,24

Herbizidausgerüstete EVA-Folien wurden über drei Vegetationsperioden zur Bedeckung bzw. Mulchung im Frühgemüseanbau in Deutschland eingesetzt. In Kleinparzellenversuchen wurden die herbiziden Wirkungen der Wirkstoffe Desmetyrn beim Weißkohl, *Brassica oleracea* var. *capitata* L. f. *alba* (24) und Atrazin beim Mais, *Zea mays* convar. *saccharata* (50) sowohl auf standorttypische Unkräuter als auch auf gesäte Indikatorpflanzen untersucht und Ertragsbestimmungen vorgenommen (Tab. 5). Die Freisetzung des im Weißkohlanbau verwendeten Triazinderivates Desmetyrn erfolgte aus den 70 µm dicken Folien innerhalb von ca. 22 Tagen (Abb. 6).

Die herbiziden Effekte bei diesen Kleinparzellen-Freilandversuchen waren häufig von der Gesamtaufwandhöhe, jedoch weniger von der Art der Herbizidapplikation abhängig. Allerdings reagierten einzelne Spezies auf die EVA-Formulierungen empfindlicher als auf die EC-Formulierungen (z. B. Gartenkresse). Bei gleichen Aufwandmengen waren die Rückstände im Boden im Fall der Controlled-release-Formulierungen im allgemeinen geringer, was für einen aktiven Bodenschutz erhebliche Vorteile bedeutet.

Die Ernteprodukte waren bis auf einzelne Ausnahmen frei von Rückständen. Die erzielten Ernteerträge lagen für die meisten herbiziden Behandlungsvarianten in derselben Größe, wenn nicht durch Überdosierung Kulturschäden aufgetreten waren. Diese Gefahr ist bei herbiziden Mulchfolien größer als bei Bedeckungsfolien, da bei den ersteren eine Wirkstoffabwa-

schung von der Folienoberfläche durch Regenwasser unmittelbar in die Pflanzöffnungen und damit in den Wurzelbereich der Kohlpflanzen gelangt. Bei Atrazin enthaltenden EVA-Folien erwies sich ein Wirkstoffgehalt von etwa 0,025 % AI (= 0,18 kg/ha) gegen Unkräuter und Indikatorpflanzen bereits als ausreichend wirksam. Die Erträge an Maiskolben waren unabhängig von der Art der Herbizidbehandlung einheitlich, jedoch stets signifikant höher als in den ungemulchten Kontrollen. Atrazinrückstände wurden in den Maisproben nicht, jedoch in Bodenproben in Abhängigkeit von der Aufwandmenge im Bereich von 5–175 ppb gefunden (50).

Bei diesen Betrachtungen sollte nicht unerwähnt bleiben, daß bei *Upscaling*-Versuchen mit EVA-Terbutyryn-Formulierungen, die in Laborbioassays bereits bei niedrigen Konzentrationen ($C_{AI} \sim 20$ ppb) gegenüber Wasserlinsen (*L. minor*) sehr wirksam waren, in einem 10 ha großen Süßwassersee in Indonesien gegen Wasserhyazinthen (*Eichornia crassipes*) und Schwimmpflanzen (*Salvinia molesta*) erst bei sehr großen Aufwandmengen (12–24 kg AI/ha entsprechend 400–800 kg Formulierung/ha) hinreichende Wirkungen erzielt wurden (26). Bereits früher hatten andere Autoren bei Larvizidapplikationen in Freilandpools gegen Moskitolarven (*Culex* Spp.) ähnlich hohe Aufwandmengen benötigt und daraus den Schluß gezogen, daß „The large amount of each formulation required on a hectare basis may make them impractical for a large-scale field use, even though each was effective for at least 18 months“ (52). In diesen Fällen stehen die Migrations- und Verdünnungseffekte einander entgegen.

Es wurde auch berichtet, daß insektizide Mikrokapseln von Bienen gemeinsam mit Pollen gesammelt und in Pollenballen in den Stöcken gespeichert werden, was eine langsame Vergiftung der Bienen zur Folge hat. Die rückstandsanalytischen Untersuchungen ergaben, daß Methylparathion-Rückstände sowohl in den toten Bienen als auch in den gespeicherten Pollenballen stark variierten (0,05–41 ppm) (53, 54). Ein Bienenstock enthielt nach 7 Monaten noch 1,17 ppm Wirkstoff in den Ballen, die noch nach 10 Monaten 94% der exponierten Bienen töteten. Eine solche Kombination aus Akkumulation und Persistenz durch Mikroverkapselung hat offensichtlich eine verlängerte Toxizität des Wirkstoffs für Bienenkolonien zur Folge.

3 Schlußfolgerungen

Den Notwendigkeiten des Einsatzes von biologisch aktiven, chemischen Substanzen in offenen Umweltsystemen steht die

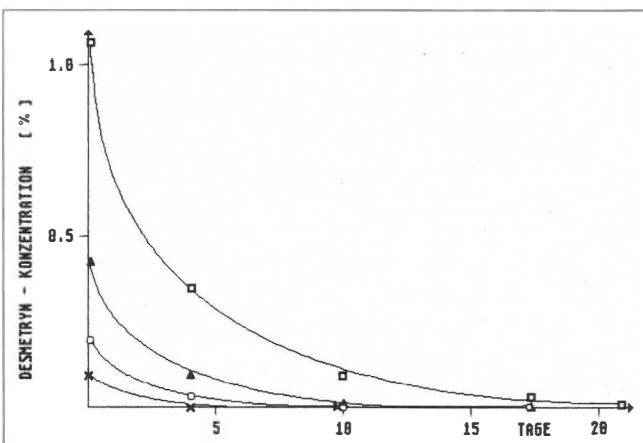


Abb. 6. Zeitliche Konzentrationsänderung von Desmetyrn in EVA-Folien (70 µm) beim Freiland Einsatz

Tatsache gegenüber, daß der steigende Verbrauch dieser Mittel auch zu einer zunehmenden Kontamination des Ökosystems führen kann, wie rückstandanalytische Untersuchungen es weltweit zeigen.

Der Forderung nach einer ökologischen Akzeptanz von Pestiziden steht der Wunsch nach einer ausreichenden Langzeitwirkung dieser Substanzen gegenüber, um eine häufige Wiederholungsapplikation zu vermeiden. Diese gegenläufigen Anforderungen an die Stoffeigenschaften und Applikationstechniken können zum Teil mit Hilfe der Controlled-release-Formulierungen von nichtpersistenten, biologisch aktiven Verbindungen erfüllt werden.

Die Forschungen auf diesem Gebiet der letzten zwei Jahrzehnte machten es deutlich, daß der wissenschaftliche Ansatz zur Lösung der ökologischen wie auch der ökonomischen Probleme der Pestizidapplikation mit Hilfe solcher Formulierungen für viele Anwendungsgebiete seine Berechtigung hat. Insbesondere der Schutz der in polymerer Matrix inkorporierten Wirkstoffe vor vorzeitigem Verschwinden vom Ort der Applikation aufgrund von Abbaureaktionen oder räumlichen Transportprozessen ist das herausragende Merkmal dieser Formulierungen.

Es wurde jedoch auch deutlich, daß diese Technologie auch ihre Grenzen hat, die besonders berücksichtigt werden müssen. Die akute Toxizität der Wirkstoffe wird zwar durch diese Formulierungsart reduziert, jedoch bei ungeeigneter Applikation steigt die Gefahr der chronischen Intoxikation von Nontarget-Organismen wie Bienenkolonien. Der slow release der Wirkstoffe verlangt in einigen Anwendungsbereichen (z. B. Moskitobekämpfung in Süßwasserteichen) exorbitante Aufwandsmengen, in anderen Fällen ist er die mögliche Ursache für rasche Resistenzbildungen (z. B. bei Ektoparasiten im Viehbestand). Bei Co-Migration von pestiziden Wirkstoffen aus Carriersystemen wie PVC werden zugleich Weichmacher freigesetzt, deren einzelne Vertreter (z. B. Diethylhexylphthalat) im Verdacht stehen, schwere Krankheiten wie Lebertumore zu verursachen (55).

Die gegenüber konventionellen Präparaten (EC oder WP) relativ höheren Herstellungskosten der Controlled-release-Pestizidformulierungen machen es deutlich, daß diese Langzeitpräparate nicht auf allen Gebieten wirtschaftlich konkurrenzfähig sind. Die Controlled-release-Technologie kann vielmehr in wohl definierten Anwendungsfeldern hochentwickelte und problemadaptierte Spezialitäten zur Verfügung stellen (56). Daher kommt auch in Zukunft der Forschung und Entwicklung von Controlled-release-Pestizidformulierungen eine große Bedeutung zu.

Literatur

- CARDARELLI, N., 1979: Controlled Release Pesticides Formulations, Boca Raton, CRC a) p. 29; b) p. 54.
- MILLER, S., 1961: Report 59-6182-C. Institute of Marine Science, Univ. Miami.
- WUERZER, D. R., R. L. SENDERLING, and N. F. CARDARELLI, 1967: Rubber World **157**, 77.
- ALLAN, G. G., C. S. CHOPRA, J. F. FRIEDHOFF, R. I. GARA, M. W. MAGGI, A. N. NEOGI, S. R. ROBERTS, and R. M. WILKINS, 1973: Chemtech, **3**, 171.
- LEWIS, D. H. and D. R. COWSAR, 1977: Principles of Controlled Release Pesticides. In: H. B. SCHER (ed.) Controlled Release Pesticides. Am. Chem. Soc., ACS Symp. Ser. **53**, 1.
- COLLINS, R. L., 1983: Design Parameters. In: K. G. DAS (ed.) Controlled Release Technologies: Bioengineering Aspects. John Wiley, New York, p. 18.
- KYDONIEUS, A. F., 1980: Fundamental Concepts of Controlled Release. In: A. F. KYDONIEUS (ed.) Controlled Release Techniques, Vol. I. Boca Raton, CRC, p. 1.

- BAKAN, J. A., 1975: Microencapsulation of Pesticides and other Agricultural Materials. In: F. W. HARRIS (ed.) Proceed. Intern. Control. Rel. Pest. Symp. Dayton, Wright State Univ., p. 6.
- KOESTLER, R. C., 1980: Microencapsulation by Interfacial Polymerization Techniques - Agricultural Applications. In: A. F. KYDONIEUS (ed.) Controlled Release Technologies, Vol. II. Boca Raton, CRC, p. 117.
- WURSTER, D. E., 1966: U.S. Patent 3253944.
- IVY, E. E., 1972: PennCap-M: J. Econ. Entomol. **65**, 473.
- BROOKS, T. W., E. ASHARE, and D. W. SWENSON, 1977: Hollow fibers as controlled vapor release devices. In: J. C. ARTHUR (ed.) Textile and Paper Chemistry and Technology. Am. Chem. Soc., ACS Symp. Ser. **49**, 111.
- ZEOLI, L. T. and A. F. KYDONIEUS, 1983: Physical Methods of Controlled Release. In: K. G. DAS (ed.) Controlled Release Technologies: Bioengineering Aspects. John Wiley, New York, p. 61.
- THEEUWES, F., 1975: J. Pharm. Sci. **64**, 1987.
- THEEUWES, F., 1977: Delivery of active agents by osmosis. In: R. C. GOULDING (ed.) Proceed. Intern. Control. Rel. Pest. Symp. Corvallis, Oregon State Univ., p. 364.
- HYMAN, S., B. S. BERNSTEIN, and R. KAPOOR, 1972: U.S. Patent 3705938.
- KYDONIEUS, A. F., 1977: The Effect of Some Variables on the Controlled Release of Chemicals from Polymeric Membranes. In: H. B. SCHER (ed.) Controlled Release Pesticides. Am. Chem. Soc., ACS Symp. Ser. **53**, 152.
- KYDONIEUS, A. F., I. K. SMITH, and M. BEROZA, 1976: Controlled release of pheromones through multilayered polymeric dispensers. In: D. R. PAUL and F. W. HARRIS (eds.) Controlled Release Polymeric Formulations. Am. Chem. Soc., ACS Symp. Ser. **33**, 283.
- KYDONIEUS, A. F. and A. R. QUISUMBING, 1980: Multilayered Laminated Structures. In: A. F. KYDONIEUS (ed.) Controlled Release Technologies, Vol. I. Boca Raton, CRC, p. 183.
- BARNES, W. W., A. B. WEBB, and L. B. SAVAGE, 1967: Mosq. News **27**, 488.
- WHITLAW, J. T. and E. S. EVANS, 1968: J. Econ. Entomol. **61**, 889.
- ROBERTS, L. W., D. R. ROBERTS, T. A. MILLER, L. L. NELSON, and W. W. YOUNG, 1973: Mosq. News **33**, 155.
- ROSEMAN, T. J. and N. F. CARDARELLI, 1980: Monolithic Polymer Devices. In: A. F. KYDONIEUS (ed.) Controlled Release Technologies, Vol. I. Boca Raton, CRC, p. 21.
- BAHADIR, M., G. PFISTER, W. LORENZ, R. HERRMANN, and F. KORTE, 1987: Z. PflKrankh. PflSchutz **94**, 34.
- SKOUDRIDAKIS, M., 1983: Dissertation, Univ. Hamburg.
- BAHADIR, M., 1988: Habilitationsschrift, Techn. Univ. München.
- PFISTER, G., M. BAHADIR and F. KORTE, 1987: Controlled release pesticides by formulation with thermoplastic polymers. In: FAO/IAEA (ed.) IAEA-TECDOC-404. IAEA, Vienna, p. 22.
- BAHADIR, M., G. PFISTER, and F. KORTE, 1987: Chemosphere **16**, 1273.
- JANES, G. A., 1974: Chronicity Phenomenon. In: Proceed. Control. Rel. Pest. Symp. Univ. Akron (zitiert aus 4).
- SCHINDLER, A., J. F. COAT, G. KIMBLE, C. G. PITT, M. E. WALL, and R. ZWEIDINGER, 1977: Biodegradable polymers for sustained drug delivery. In: E. M. PEARCE and J. R. SCHAEFFGEN (eds.) Contemporary Topics in Polymer Science, Vol. 2. Plenum, New York, p. 264.
- YOLLES, S. and M. F. SATRORI, 1980: Erodible Matrices. In: A. F. KYDONIEUS (ed.) Controlled Release Technologies, Vol. II. Boca Raton, CRC, p. 1.
- SINCLAIR, R. G., 1973: Environ. Sci. Technol. **7**, 955.
- ALLAN, G. G., J. W. BEER, M. J. COUSIN, and R. A. MIKELS, 1980: The biodegradable controlled release of pesticides from polymeric substrates. In: A. F. KYDONIEUS (ed.) Controlled Release Technologies, Vol. II. Boca Raton, CRC, p. 7.
- ALLAN, G. G., C. S. CHOPRA, A. N. NEOGI, and R. M. WILKINS, 1971: Tappi **54**, 1293.
- BITTNER, S., I. PERRY, and Y. KNOBLER, 1977: Phytochemistry **16**, 305.
- MAIR, P., 1986: Dissertation, Techn. Univ. München.
- SCHACHT, E. H., G. DESMARETS, E. GOETHALS, and T. ST. PIERRE, 1983: Macromolecules **16**, 291.
- SCHACHT, E. H., G. DESMARETS, and T. ST. PIERRE, 1978: Makromol. Chem. **179**, 543.
- HARRIS, F. W. and L. K. POST, 1975: J. Polym. Sci. Polym. Lett. Ed. **13**, 225.
- HARRIS, F. W. and L. K. POST, 1975: Am. Chem. Soc. Polym. Prep. **16**, 622.
- WILKINS, R. M., 1969: M.S. Thesis, Univ. Washington.

42. OLADUNMADE, M. A., W. TAKKEN, L. DENGWAT, and I. NDAMS, 1985: Bull. Ent. Res. 75, 275.
43. BAHADIR, M. and G. PFISTER, 1987: Proceed. Intern. Symp. Control. Rel. Bioact. Mater. 14, 203.
44. PASCUCCI, C. and A. ISENSEE, 1985: FAO/IAEA Seminar on Research and Development of Controlled Release Technology for Agrochemicals Using Isotops, Vienna.
45. BAHADIR, M. and G. PFISTER, 1985: Ecotox. Environ. Safety 10, 197.
46. KAMAL, M., G. PFISTER, M. BAHADIR, and J. P. LAY, 1988: J. Control. Rel. 7, 39.
47. BAHADIR, M., W. LORENZ, and F. KORTE, 1987: Chemosphere 16, 1311.
48. HOMMES, M., G. PFISTER, and M. BAHADIR, 1987: unveröffentlicht.
49. ATU, U. G., 1987: Privatmitteilung.
50. PFISTER, G. and M. BAHADIR, 1989: Z. PflKrankh. PflSchutz 96, 317.
51. Anonymus, 1987: Controlled Release Formulations of Pesticides. Broschüre, GSF München.
52. MILLER, T. A., L. L. NELSON, and W. W. YOUNG, 1973: Mosq. News 33, 172.
53. ATKINS, E. L., D. KELLUM, and K. W. ATKINS, 1978: Amer. Bee J. 118, 483.
54. BARKER, R. J., Y. LEHNER, and M. R. KUNZMANN, 1979: Z. Naturforsch. 34c, 153.
55. Anonymus: Bis-(2-ethylhexyl)phthalate. In: Joint FAO/WHO Expert Committee (ed.) Toxicological evaluation of certain food additives and food contaminants. Intern. Program Chem. Safety (IPCS), WHO Food Add. Ser. 19, Geneva, WHO 1984.
56. BAHADIR, M. and G. PFISTER, 1990: CONTROLLED RELEASE FORMULATIONS OF PESTICIDES. IN: W. S. BOWERS, W. EBING, D. MARTIN, and R. WEGLER (eds.) Chemistry of Plant Protection, Vol. 6. Springer, Berlin, Heidelberg, N.Y., p. 1.

Mitteilungen

4. Internationaler Mykologischer Kongreß in Regensburg

Vom 28. August bis zum 3. September 1990 fand in Regensburg der 4. Internationale Mykologische Kongreß statt, an dem sich 1664 Personen aus 59 Ländern beteiligten. Tagungsort war die Universität von Regensburg, die sich wegen der zahlreichen Hörsäle, der weiten Flure und der naheliegenden Parkplätze für die Abhaltung eines solchen Weltkongresses als besonders geeignet erwies. Im Angebot der Vorträge und Poster spannte sich der Bogen von molekularen Vorgängen bis hin zu einfacheren Fragen der Eßbarkeit von Pilzen. Bei der Darstellung komplizierter biochemischer Vorgänge konnte man leicht vergessen, daß es sich bei den Untersuchungsobjekten um Pilze handelte.

Angeboten wurden insgesamt 70 Symposien, die sich auf 7 Sektionen verteilten. Im einzelnen handelte es sich um folgende Themen-

- Systematik und Evolution
- Morphologie und Ultrastruktur
- Ökologie
- Genetik und Physiologie
- Biotechnologie und Angewandte Mykologie
- Pathologie und Pflanzenschutz
- Spezielle Themen.

Ergänzt wurden die Vorträge durch „general lectures“, durch abendliche Arbeitssitzungen, durch Filmvorführungen und Posterdemonstrationen. Schließlich wurde die Möglichkeit geboten, an wissenschaftlichen Exkursionen teilzunehmen.

Wegen der Fülle der Beiträge (die als Abstrakts in Buchform vorliegen) kann auf die zahlreichen neuen Erkenntnisse und Forschungsergebnisse hier nicht näher eingegangen werden. Aus fachlichen Gründen soll nur die Pathologie detaillierter berücksichtigt werden. In dieser Sektion wurden insgesamt 9 Symposien mit folgender Thematik abgehalten:

- Pilzliche Pathogene an Getreide
- Bodenbürtige phytopathogene Pilze
- Forstpathologie: Mykologische Aspekte

- Forstpathologie: Ökologische und epidemiologische Aspekte
- Verwendung von Pilzen zur biologischen Bekämpfung
- Epidemiologie pilzlicher Pflanzenpathogene
- Mechanismen und Wirkungsweise von Fungiziden
- Fungizidresistenz
- Biochemische und genetische Aspekte der Pflanzen-Pathogen-Beziehung.

Neben der Vorstellung neuer Forschungsergebnisse waren zahlreiche Beiträge als Übersichtsreferate gedacht, die neue Trends bei der Erforschung der Pilz-Wirt-Beziehungen aufzeigen sollten. Auf einen Komplex soll hier besonders hingewiesen werden, zumal er neue Wege bei der biologischen Schädlingsbekämpfung aufzeigt. Es handelt sich um die sogenannten Endophyten, also Pilze oder andere Organismen, die symptomlos längere Zeit in pflanzlichem Gewebe verweilen, um später als Schwächeparasiten oder Saprophyten ihre Entwicklung fortzusetzen. Endophyten sind heute in zahlreichen Pflanzenarten schon nachgewiesen, wobei jede Wirtspflanze ihre eigene Pilzflora besitzt. In Einzelfällen konnte bereits gezeigt werden, daß Endophyten eine wichtige Rolle im Abwehrsystem der Pflanze spielen können oder als Wuchsstofflieferanten an der Entwicklung der Pflanze beteiligt sind. Dieser Fragenkomplex wird zur Zeit auch von der Biologischen Bundesanstalt im Bereich des Forstschutzes untersucht.

Im landwirtschaftlichen Bereich hat sich gezeigt, daß die Endophyten z. B. in Weidegräsern in den USA einerseits wachstumsfördernd sein können, andererseits aber bereits zu Mykotoxikosen bei Rindern geführt haben. Untersuchungen auf diesem Gebiet wären auch in der Bundesrepublik dringend erforderlich.

Von besonderem Interesse waren auch die neuen Methoden zur Unterscheidung von Pilzarten und -rassen mit Hilfe der DNA-Sequenzierung. Mit dieser Methode kann z. B. die Verwandtschaft von Phytophthora-Arten klarer und eindeutiger als bisher geklärt werden. - In einer umfassenden Abendsitzung wurde auf die besondere Situation von Phytophthora infestans eingegangen, wobei die Verbreitung der verschiedenen Paarungstypen im Mittelpunkt standen. Hierbei konnten wichtige Anregungen für eigene Arbeiten gewonnen werden.

Eine eigene Sektion beschäftigte sich mit Mykotoxinen im weitesten Sinn, angefangen mit der Auswirkung bekannter Mykotoxine wie Aflatoxin, Zearalenon usw. bis hin zur Identifizierung der einzelnen Toxinkomponenten mit Hilfe der Dünnschichtchromatografie. Auf Grund der hohen Spezifität der Toxine läßt sich diese Methode sogar zur genaueren Unterscheidung von Fusarium- und Penicillium-Arten heranziehen.

Insgesamt hat der Kongreß eine Fülle neuer Erkenntnisse und Informationen auf dem Gesamtgebiet der Mykologie gebracht und neue Forschungsrichtungen aufgezeigt. Wertvoll war auch die einmalige Gelegenheit, mit Kollegen aus dem Ausland gemeinsame Probleme zu diskutieren, um neue Impulse für eigene Forschungsvorhaben zu erhalten. Besonders vermerkt werden sollte schließlich der enge Kontakt, der diesmal unbeschwert mit Kollegen aus der früheren DDR aufgenommen werden konnte.

H. BUTIN und BÄRBEL SCHÖBER (Braunschweig)

Anfälligkeit von Kartoffel-Neuzüchtungen aus der ehemaligen DDR gegenüber Pathotypen von *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

In der ehemaligen DDR wurden nur Kartoffelzuchtstämme mit Resistenz gegenüber dem Pathotyp D₁ (1) als Sorten zugelassen. Der Anbau D₁-anfälliger Sorten war verboten bzw. bei Importen nur im begrenzten Umfang mit Ausnahmegenehmigungen in Verbindung mit gesonderten Quarantänefestlegungen möglich.

Tab. 1. Vom D₁-Typ abweichende Krebspathotypen auf ehemaligem DDR-Gebiet

Pathotypenbezeichnung	Jahr der Identifizierung	erster Fundort
G ₁ (2)	1941	Gießübel
P ₁ (4)	1942	Pappenheim
R ₁ (9)	1950	Rudolstadt
K ₁ (5)	1951	Koppatz
E ₁ (10)	1956	Eulendorf
T ₁ (18)	1978	Trannroda