

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Unkrautforschung, Messeweg 11/12, D-3300 Braunschweig

## Einfluß eines Fungizids und dessen Kombination mit einem Phospholipid auf bodenbiologische Aktivitäten unter Labor- und Gewächshausbedingungen

Effect of a fungicide and its combination with a phospholipid on biological activities in soil under laboratory and greenhouse conditions

Von H.-P. Malkomes

### Zusammenfassung

In einem Laborversuch wurden das Phospholipid „Glycerid E“, das Fungizid „Bayleton Spritzpulver“ (25 % Triadimefon) sowie deren Kombination bei 2 Böden durch Einmischen appliziert. Die praxisübliche (bezogen auf 5 cm Bodentiefe) und 10fache Dosierung beider Mittel verursachten im lehmigen Sandboden z. T. leichte Stimulationen der Stickstoff-Umsetzung ( $N_{\min}$ ) und der Kurzzeitatmung (12 h), während die Dehydrogenaseaktivität zeitweise leichte Hemmungen aufwies. Im sandigen Lehmboden waren die Wirkungen auf die Stickstoff-Umsetzung minimal, während bei der Kurzzeitatmung und der Dehydrogenaseaktivität z. T. geringe Hemmungen beobachtet wurden, die vor allem nach 16 Wochen deutlich waren.

In einem ergänzenden Gefäßversuch unter Gewächshausbedingungen wurden in praxisüblichen Dosierungen „Glycerid P“, dessen Kombination mit „Bayleton Spritzpulver“ und in einer zusätzlichen Variante deren weitere Kombination mit dem Herbizid „Aretit flüssig“ (492 g Dinoseb-acetat/l) auf lehmigen Sandboden mit und ohne Winterweizenpflanzen appliziert. In der oberen 0- bis 5-cm-Schicht des Bodens ohne Pflanzen verursachten nach 8 Wochen alle Behandlungsvarianten, besonders der Aretit-Zusatz, eine Hemmung der Kurzzeitatmung, die sich – mit Ausnahme der Kombination Glycerid P + Bayleton – auch bei der Dehydrogenaseaktivität zeigte. Vorher waren die Effekte z. T. weniger deutlich. Im Boden mit Pflanzen wies vor allem die Variante mit Aretit deutliche Hemmwirkungen auf. Die Weizenpflanzen reagierten auf den Aretit-Zusatz mit verringertem Wurzelwachstum.

### Abstract

In a laboratory trial the phospholipid Glycerid E, the fungicide Bayleton Spritzpulver (25 % Triadimefon) and their combination were applied to 2 soils by mixing. In a loamy sand soil the field dosage (as related to the upper 5 cm soil layer) and 10 times of this dosage of both products stimulated nitrogen transformation ( $N_{\min}$ ) and short-term respiration (12 hrs) in some cases, whereas dehydrogenase activity was slightly inhibited for some time. In a sandy loam soil only minimal effects on nitrogen transformation occurred, but short-term respiration and dehydrogenase activity were slightly inhibited in some cases, especially after 16 weeks.

Under greenhouse conditions field dosages of Glycerid P, its combination with Bayleton-Spritzpulver and additionally their combination

with the herbicide Aretit flüssig (492 g/l dinoseb acetate) were applied to a loamy sand soil with and without wheat plants. After 8 weeks all treatments, especially the combination with Aretit, were inhibitory to short-term respiration in the upper 5 cm soil layer without plants. With dehydrogenase activity similar reactions were found, except for the treatment Glycerid P + Bayleton. In the first few weeks, however, all effects were less marked. In the same soil, grown with plants particularly the treatment including Aretit caused distinct inhibitions. After application of the herbicide the wheat plants showed reduced root growth in the pots.

Der Einsatz von Fungiziden gehört heute zu den praxisüblichen Maßnahmen bei vielen landwirtschaftlichen Kulturen. Bayleton-Formulierungen werden unter mitteleuropäischen Anbaubedingungen derzeit verbreitet angewendet. Da jedoch beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln Nebenwirkungen auf „Non-target“-Organismen, speziell im Boden, nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können, sollte generell in entsprechenden Untersuchungen die potentielle Gefährdung von Bodenorganismen – besonders von den an der Bodenfruchtbarkeit beteiligten Mikroorganismen – geklärt werden. Leider liegen in der Literatur kaum entsprechende Untersuchungen über Bayleton-Formulierungen vor. Anhand früherer Spritzfolgeversuche (MALKOMES & PESTEMER, 1981 a/b) konnten indessen die Nebenwirkungen von Bayleton-Spritzpulver nicht eindeutig beurteilt werden, so daß mit den nachfolgenden Versuchen eine weitere Klärung angestrebt wurde.

Im Zuge eines gesteigerten Umweltbewußtseins wurde in den letzten Jahren versucht, die Wirksamkeit von Fungiziden (MÜLLER, 1983; HEIL, 1984), von Herbiziden (MAAS, 1982; GIMESI, 1983) und von Insektiziden (HEIL, 1984) durch den Zusatz von Phospholipiden zu verbessern, so daß u. U. mit verringerten Aufwandmengen gearbeitet werden kann; praktische Bedeutung haben diese Verfahren bisher noch nicht erlangt. Bisher gibt es nur wenige Angaben über die Wirkung dieser Zusatzstoffe und ihrer Kombination mit Pflanzenschutzmitteln auf „Non-target“-Bodenorganismen. In die nachfolgenden Versuche wurde diese Fragestellung daher mit einbezogen. Die Kombination von Bayleton-Formulierungen mit einem Phospholipid hat indessen nach unserer Kenntnis in dieser Zusammensetzung bisher ebenfalls noch keine praktische Bedeutung erlangt. In den nachfolgend dargestellten Versuchen wurde Bayleton-Spritzpulver nach Gebrauchsanleitung eingesetzt.

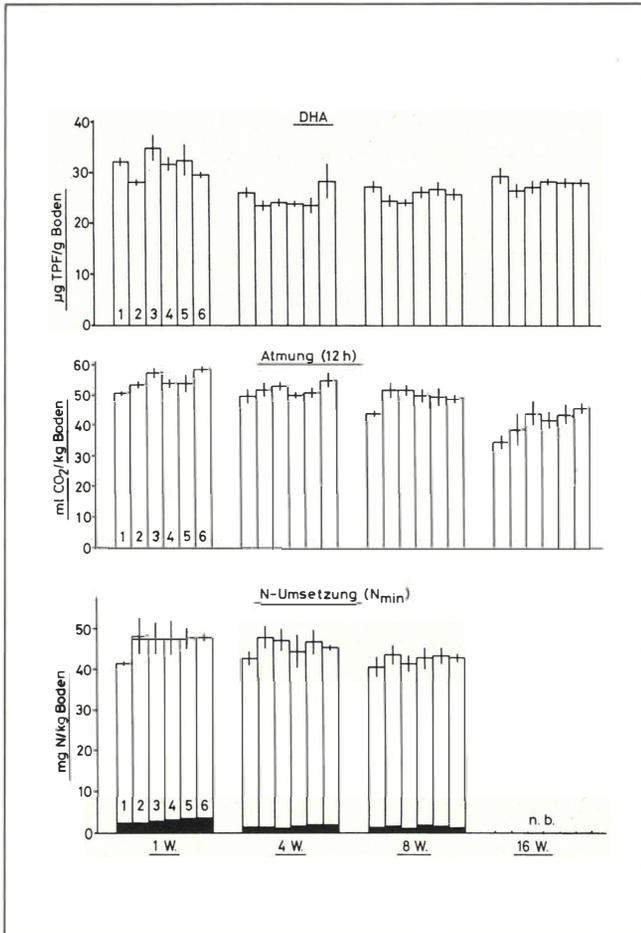


Abb. 1. Bodenbiologische Aktivitäten im lehmigen Sandboden (BBA-1) unter Laborbedingungen nach der Anwendung von Bayleton und Glycerid E.

- 1 = Kontrolle
- 2 = Glycerid E (1×)
- 3 = Glycerid E (10×)
- 4 = Bayleton (1×)
- 5 = Bayleton (10×)
- 6 = Bayleton (1×) + Glycerid E (1×)

TPF = Triphenylformazan  
 DHA = Dehydrogenaseaktivität  
 n. b. = nicht bestimmt  
 W = Wochen  
 bei Stickstoff: ■ = NH<sub>4</sub><sup>+</sup>  
 □ = NO<sub>2</sub> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

**Material und Methoden**

Im Laborversuch wurden die nachfolgend genannten Böden 1 und 3 eingesetzt, im Gewächshausversuch nur der Boden 2.

- 1) „BBA-1“: schwach humoser, lehmiger Sandboden; 0,9 % C<sub>org</sub>; 51,1 % Sand; pH 7,1 (0,1 n KCl);
- 2) „BBA-2“: lehmiger Sandboden; 0,7 % C<sub>org</sub>; 62,7 % Sand; pH 6,7;
- 3) „Sicke“: sandiger Lehmboden; 2,6 % C<sub>org</sub>; 23,8 % Sand; pH 7,3

Die drei Böden wurden mindestens 2 Wochen vor Versuchsbeginn aus der oberen 20-cm-Schicht von drei ackerbaulich genutzten Flächen entnommen und anschließend zur Adaptation der Bodenorganismen bei den späteren Versuchsbedingungen gelagert.

**1. Laborversuch**

Die Böden „BBA-1“ und „Sicke“ wurden auf 2 mm gesiebt. Folgende Präparate wurden eingesetzt:

- 1 – Das Phospholipid „Glycerid E“ (75 % Phosphatidylcholin mod.) der Firma Nattermann (Köln), ein Zusatzstoff aus natürlichem Lecithin, mit 1,6 kg/ha
- 2 – das Fungizid „Bayleton Spritzpulver“ (25 % Triadimefon) mit 0,5 kg/ha
- 3 – die Kombination von Bayleton Spritzpulver (0,5 kg/ha) mit Glycerid E (1,6 kg/ha).

Diese praxisüblichen Aufwandmengen wurden einmal auf die obere 5-cm-Bodenschicht bezogen (≙ einfache Dosierung = 1×), zum anderen auf die oberste 0,5-cm-Bodenschicht (≙ 10fache Dosierung = 10×). Die Applikation der Mittel in den Boden erfolgte in wäßriger Lösung bzw. Suspension unter Verwendung eines Handmixgerätes. Anschließend wurden die Böden auf 60 % ihrer maximalen Wasserkapazität (WK<sub>max</sub>) eingestellt und während des Versuchs konstant gehalten. Die Böden wurden nunmehr in 1-Liter-Plastik-Gefrierschalen, die zur Gewährung eines geringen Luftaustauschs mit einem Deckel nur lose verschlossen waren, gefüllt. Es standen 3 Wiederholungen pro Behandlung zur Verfügung. Die Bebrütung erfolgte bei 20 °C im Brutschrank. Nach einer, vier, acht und sechzehn Wochen wurden Proben gezogen, an denen die Dehydrogenaseaktivität, die Kurzzeitatmung und die Stickstoffumsetzung ermittelt wurden.

**2. Gewächshausversuch**

Hier wurde nur der Boden „BBA-2“ verwendet, der allerdings gegenüber dem BBA-1-Boden des Laborversuchs eine geringere mikrobielle Biomasse und Umsetzungsrate aufwies. Der Boden wurde auf 5 mm gesiebt und hiervon 6,5 kg in 5-Liter-Plastikeimer (oberer Ø 20 cm) gefüllt, die anschließend bei etwa 20 °C (tagsüber) bzw. 15 °C (nachts) im Gewächshaus aufgestellt wurden. Zusätzlich zur Variante ohne Pflanzen wurde eine Variante mit Pflanzen eingesetzt: Pro Eimer wurden am 25. 9. in 2 Reihen (10 cm Abstand) je 15 Körner der Winterweizensorte ‘Selpek’ ausgesät. Bis zum 30. 9. war das Getreide gleichmäßig aufgelaufen. Folgende an den Laborversuch angelehnte Behandlungen wurden durchgeführt, wobei zusätzlich in eine Variante ein Herbizid einbezogen wurde:

- 1 – „Glycerid P“ (100 % Phosphatidylcholin mod.) der Firma Nattermann (Köln), ein Zusatzstoff aus natürlichem Lecithin, mit 1,6 kg/ha
- 2 – Glycerid P mit 1,6 kg/ha + Bayleton-Spritzpulver (25 % Triadimefon) mit 0,5 kg/ha in einer Tankmischung
- 3 – Glycerid P (1,6 kg/ha) + Bayleton Spritzpulver (0,5 kg/ha) in einer Tankmischung + „Aretit flüssig“ (492 g/l Dinoseb-acetat) mit 4 l/ha.

Das Herbizid „Aretit flüssig“ wurde am 27. 10., Glycerid P bzw. die Tankmischung am 28. 10. 1981 unter Verwendung eines Parzellenspritzgerätes mit 400 l Wasser pro Hektar appliziert. Pro Behandlung standen 4 Wiederholungen zur Verfügung. Nach einer, vier und acht Wochen wurden mittels eines Tulpenpflanzgerätes pro Gefäß 2 Bodenproben aus 0–5 cm Tiefe entnommen und hieran die Dehydrogenaseaktivität sowie die Kurzzeitatmung bestimmt.

**3. Analysenmethoden**

Alle Bodenproben aus Labor und Gewächshaus wurden jeweils maximal einige Tage bei 4 °C bis zur Verarbeitung gelagert; die für die Stickstoff-Untersuchung vorgesehenen

Proben wurden bei Bedarf auch eingefroren ( $-18^{\circ}\text{C}$ ). Dehydrogenaseaktivität sowie Kurzzeitatmung wurden bei allen Proben untersucht, weil sich diese mikrobiellen Aktivitäten in früheren Versuchen (MALKOMES & WÖHLER, 1983a) als empfindlich herausgestellt hatten. Die Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität mittels TTC (Triphenyltetrazoliumchlorid) erfolgte nach THALMANN (1968). Die Kurzzeitatmung des Bodens nach Zugabe von 0,2 g (BBA-1 und -2) bzw. 1,0 g (Sicke) Glucose pro 100 g Boden wurde mittels eines UNORGASANALYSATORS der Firma Maihak (Hamburg) entsprechend den Angaben bei MALKOMES (1982) bis zu 48 Stunden erfaßt. Allerdings wird nachfolgend nur die  $\text{CO}_2$ -Produktion für die ersten 12 Stunden dargestellt, die einen groben Vergleich mit Biomassemessungen nach der Methode von ANDERSON & DOMSCH (1978) gestattet. Die Stickstoff-Umsetzung im Boden erfolgte über die Erfassung des  $\text{NH}_4^+$ - sowie des  $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ -Gehaltes mittels Dampfdestillation (BREMNER, 1965). In den Abbildungen ist jeweils die Standardabweichung angegeben.

## Ergebnisse

### 1. Laborversuch

Der unbehandelte lehmige Sandboden (BBA-1) ist charakterisiert durch eine Dehydrogenaseaktivität, die nach einer leichten Abnahme nach einer Woche für die restliche Versuchszeit auf einem annähernd gleichen Niveau blieb (Abb. 1). Die Kurzzeitatmung zeigte indessen mit der Zeit eine leichte kontinuierliche Abnahme. Der Gehalt an mineralischem Stickstoff blieb etwa gleich, wobei der weitaus größte Teil als Nitrat vorlag.

Glycerid E verursachte eine leichte Erhöhung der Kurzzeitatmung über die gesamte Versuchszeit. Der  $\text{N}_{\text{min}}$ -Gehalt zeigte nur für die ersten 4 Wochen ein ähnliches Verhalten, während die Dehydrogenaseaktivität nach einer Woche ständig etwas verringert war. Bayleton stimulierte – mit Ausnahme bei 4 Wochen – unabhängig von der Dosierung die Kurzzeitatmung geringfügig. Die Stimulation des  $\text{N}_{\text{min}}$ -Gehaltes war nur nach einer Woche ähnlich deutlich wie bei Glycerid E. Die Dehydrogenaseaktivität wurde indessen kaum beeinflusst. Die Kombination der einfachen Dosierungen beider Präparate stimulierte die Kurzzeitatmung meistens mindestens so stark wie Glycerid E. Der Stickstoffumsatz wurde hier ähnlich wie durch die einzelnen Mittel beeinflusst. Die Dehydrogenaseaktivität war nur nach einer Woche leicht verringert. Keins der eingesetzten Präparate scheint die Nitrifikation merklich zu beeinflussen, da die Ammonium-Gehalte weitgehend ähnlich waren.

Der unbehandelte sandige Lehm Boden (Sicke) weist eine mit der Zeit leicht ansteigende Dehydrogenaseaktivität auf, während die Kurzzeitatmung bei leichten Schwankungen eine leicht abnehmende Tendenz zeigt (Abb. 2). Die  $\text{N}_{\text{min}}$ -Gehalte lagen während der Versuchszeit auf einem nahezu konstanten Niveau, wobei auch hier der weitaus überwiegende Teil als Nitrat vorlag. Alle biologischen Aktivitäten waren in diesem Boden höher als im lehmigen Sandboden (BBA-1).

Glycerid E bewirkte in diesem Boden – unabhängig von der Dosis – nach 4 Wochen meistens leicht verringerte Atmungswerte; die Dehydrogenaseaktivität wies erst nach acht Wochen ein ähnliches Verhalten auf. Die  $\text{N}_{\text{min}}$ -Werte wurden nicht beeinflusst. Bayleton verursachte – ebenfalls unabhängig von der Dosierung – eine leichte Hemmung der Atmung bzw. zeitweise nur eine entsprechende Tendenz. Die  $\text{N}_{\text{min}}$ -Werte waren die ersten 4 Wochen leicht erhöht. Die Dehydrogenaseaktivität war nach einer Woche durch die einfache Dosis verringert, während die höhere Dosierung nur zum 4-Wochen-

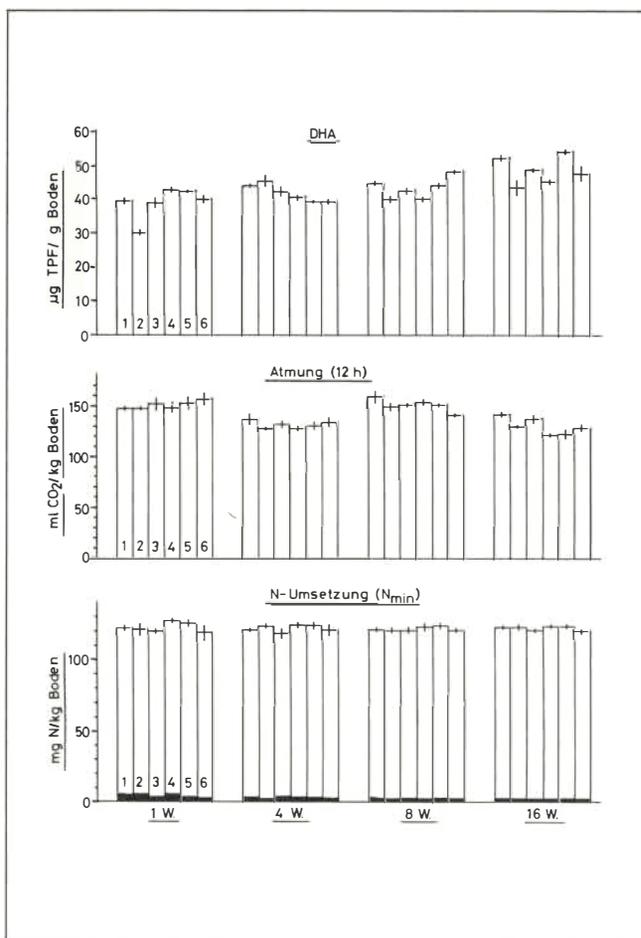


Abb. 2. Bodenbiologische Aktivitäten im sandigen Lehm Boden (Sicke) unter Laborbedingungen nach der Anwendung von Bayleton und Glycerid E (Erklärungen siehe Abb. 1).

Termin hemmte. Die Kombination beider Präparate ( $1\times$ ) hemmte die Atmung nach anfänglicher Stimulation vor allem an den beiden letzten Terminen. Die Stickstoff-Umsetzung wurde nicht merklich beeinflusst. Die Dehydrogenaseaktivität wurde zum 4- und 8-Wochen-Termin gehemmt, dazwischen leicht stimuliert. Alle Behandlungen hatten keine deutliche Wirkung auf die Nitrifikation.

### 2. Gewächshausversuch

Die Pflanzen der nicht behandelten Kontrolle hatten 4 Wochen nach dem Einsatz der Mittel pro Eimer 12,78 g Grünmasse (Frischsubstanz = FS) gebildet, nach 8 Wochen 14,27 g. Die Behandlung mit Glycerid P bzw. dessen Tankmischung mit Bayleton verursachte keine signifikanten Effekte auf die Pflanzen. Die zusätzlich zur Tankmischung noch mit Aretit behandelten Pflanzen hatten mit 95,1% (nach 4 Wochen) bzw. 90,8% (nach 8 Wochen) der Kontrollpflanzen tendenziell weniger Grünmasse gebildet. Auch die – allerdings nicht quantitativ erfaßte – Wurzelmasse war in diesem Versuch deutlich verringert.

Alle gemessenen mikrobiologischen Aktivitäten des hier verwendeten Bodens (BBA-2) waren deutlich geringer als im vergleichbaren Boden (BBA-1) des Laborversuchs. Die Atmung der Kontrollvariante ohne Pflanzen stieg während der

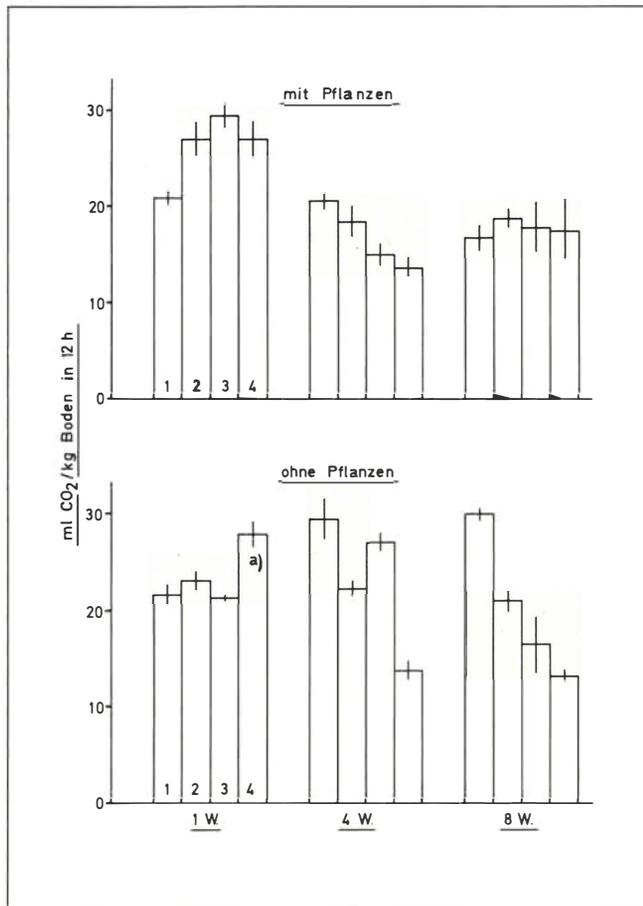


Abb. 3. Kurzzeitatmung (12 h) im lehmigen Sandboden (BBA-2) mit und ohne Pflanzen unter Gewächshausbedingungen.

- 1 = Kontrolle  
 2 = Glycerid P (1×)  
 3 = Glycerid P + Bayleton (1×)  
 4 = Glycerid P + Bayleton + Aretit (1×)

W = Wochen

a) Die CO<sub>2</sub>-Produktion stieg bereits in den ersten 12 h stark an, während die Atmung hier sonst nahezu konstant war.

Versuchszeit an, mit Pflanzen fiel sie leicht ab (Abb. 3). Im Boden ohne Pflanzen wirkte Glycerid P (außer am ersten Termin) hemmend. Die Kombination mit Bayleton verursachte nach 4 Wochen keine so starken Hemmungen wie Glycerid P, nach 8 Wochen jedoch stärkere. Die zusätzliche Applikation von Aretit verursachte an beiden letzten Terminen starke Hemmungen, während die Stimulation nach einer Woche durch einen von Aretit verursachten, vergleichsweise früheren Anstieg der CO<sub>2</sub>-Produktion zur Peak-Phase bewirkt wurde. Im Boden mit Pflanzen stimulierten alle Behandlungen nach einer Woche die Atmung deutlich. Nach vier Wochen traten ähnliche Hemmungen wie im Boden ohne Pflanzen auf, während am letzten Termin – möglicherweise infolge des sehr niedrigen Atmungsniveaus – keine Unterschiede beobachtet wurden.

Die Dehydrogenaseaktivität der Kontrollvariante ohne Pflanzen stieg ebenso wie die Atmung während der Versuchszeit an; im Boden mit Pflanzen lag sie nur am letzten Termin höher als zu Beginn (Abb. 4). Im Boden ohne Pflanzen verursachte Glycerid P nur nach 8 Wochen eine leichte Hemmung, während der Zusatz von Bayleton nach einer und 8 Wochen zu mehr oder weniger deutlichen Stimulationen führte. Wurde außerdem noch Aretit appliziert, so war eine ständige Hemmung der Enzymaktivität zu beobachten. Im Boden mit Pflanzen verursachte Glycerid P keine deutlichen Effekte. Der weitere Zusatz von Bayleton sowie von Aretit führte zu ähnlichen Wirkungen wie im Boden ohne Pflanzen.

## Diskussion

Eine Gegenüberstellung der verschiedenen bodenbiologischen Aktivitäten zeigt, daß die eingesetzten Präparate unter Laborbedingungen vor allem die Dehydrogenaseaktivität und die Kurzzeitatmung beeinflussen, die beide auch auf andere Mittel empfindlich reagierten (MALKOMES & WÖHLER, 1983b). Im lehmigen Sandboden (BBA-1) ist in den ersten 4 Wochen ein Anstieg der Stickstoff-Gehalte nach allen Behandlungen zu erkennen. Ähnliche Effekte, wie sie SCHRÖDER (1984) nach stark biozider Wirkung gefunden hat, dürften hier weniger die Ursache sein, als vielmehr ein Abbau der Wirkstoffe, da auch die Kurzzeitatmung stimuliert war. Dies deutet auf eine Erhöhung der mikrobiellen Biomasse hin. Die Dehydrogenaseaktivität zeigte meist nur geringfügige – häufig hemmende – Einflüsse, was die Reaktion der nicht am Abbau beteiligten Mikroflora widerspiegeln könnte. Im nährstoffreichen, biologisch aktiveren sandigen Lehm Boden (Sickte) hat sich der Abbau der Präparate offensichtlich kaum auf den

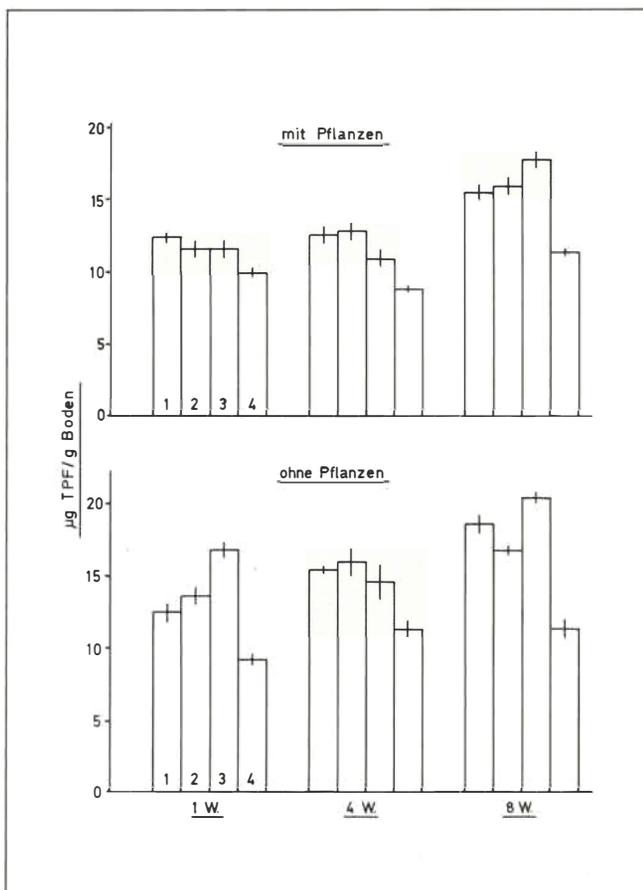


Abb. 4. Dehydrogenaseaktivität im lehmigen Sandboden (BBA-2) mit und ohne Pflanzen unter Gewächshausbedingungen (TPF = Tripfenylformazan; alle weiteren Erklärungen siehe Abb. 3).

Stickstoff-Gehalt ausgewirkt. Die Kurzzeitatmung wurde durch die eingesetzten Mittel – vor allem mit fortschreitender Versuchsdauer – gehemmt, was sich nur bedingt bei der Dehydrogenaseaktivität zeigte.

Die Höhe der Dosierung wirkte sich nur bei der Kurzzeitatmung im lehmigen Sandboden (BBA-1) eindeutig aus, wo die höhere Glycerid-Menge – wahrscheinlich über den Abbau – zu verstärkter Atmung führte. Bei der Dehydrogenaseaktivität verursachten die höheren Dosierungen beider Präparate zeitweise geringere Hemmungen als die niedrigeren Dosierungen. Möglicherweise ist dies begründet durch die Überlagerung leichter Hemmwirkungen durch die am Abbau beteiligten Organismen, denn auch in anderen Untersuchungen hatten ein Phospholipid (BAKER et al., 1941; DE WAARD & VAN NISTELROOY, 1982; MÜLLER, 1983; MALKOMES & HALSTRICK, 1985) bzw. Bayleton-Formulierungen (VAAGT, 1980; GLEIM, 1983) kaum Hemmwirkungen bei verschiedenen bodenbiologischen Aktivitäten bzw. Mikroorganismen verursacht.

Die Kombination von Glycerid E mit Bayleton führte zu weitgehend ähnlichen Wirkungen wie die Einzelpräparate. In der bereits früher untersuchten Kombination mit Ro-Neet (Cycloa) hatte Glycerid P die Wirkung des Herbizids auf entsprechende bodenbiologische Aktivitäten ebenfalls kaum verändert (MALKOMES & HALSTRICK, 1985).

Unter Gewächshausbedingungen sowie bei anderer Applikationsart wirkte das hier eingesetzte wirkstoffhaltigere Glycerid P im noch nährstoffärmeren lehmigen Sandboden (BBA-2) ohne Pflanzen kaum auf die Dehydrogenaseaktivität, während die Kurzzeitatmung ab 4 Wochen um über 20 % gehemmt wurde. Die Kombination mit Bayleton modifizierte diese Wirkung z. T. zu einer Stimulation. Die zusätzliche Kombination dieser beiden Präparate mit dem wegen seiner Nebenwirkungen bekannten Herbizid Aretit flüssig (Dinoseb-acetat) (MALKOMES, 1980) zeigte weitgehend die bereits für das Herbizid selbst erwarteten deutlichen Hemmwirkungen. Die bei der Kurzzeitatmung nach einer Woche erkennbare Stimulation dieser Dreifach-Kombination dürfte auf einer Überlagerung einer gehemmten Atmungskurve durch eine infolge des Abbaus leicht verwertbaren Glycerids stimulierten Kurve mit früherem Maximum beruhen.

Die Pflanzen haben die Wirkung der eingesetzten Mittel auf bodenbiologische Aktivitäten abgeschwächt (Abb. 3). Dieser Einfluß könnte einmal darauf beruhen, daß weniger Wirkstoffe auf den Boden gelangen oder daß durch die Pflanzen günstigere Bedingungen für die Bodenorganismen geschaffen wurden. Die andererseits im Boden mit Pflanzenbestand allgemein niedrigeren Aktivitäten dürften auf Nährstoffkonkurrenz der Pflanzen und stärkere Bodenaustrocknung zurückzuführen sein.

Die hier wie bereits früher (MALKOMES, 1980) beobachtete verringerte Wurzelmasse nach Aretit-Anwendung sowie eventuell der Abbau abgestorbener Wurzeln dürften ebenfalls zu einer Modifizierung beigetragen haben. Ein Grund für die im Boden mit Pflanzen – im Gegensatz zur Dehydrogenaseaktivität – nicht mehr so deutlichen Einflüsse des Aretits auf die

CO<sub>2</sub>-Bildung dürfte die sehr niedrige Atmungsaktivität sein, die bereits Meßprobleme verursachte.

## Literatur

- ANDERSON, J. P. E., K. H. DOMSCH, 1978: A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. – *Soil Biol. Biochem.* **10**, 215–221.
- BAKER, Z., R. W. HARRISON, B. F. MILLER 1941: Inhibition by phospholipids of the action of synthetic detergents on bacteria. – *J. Exp. Med.* **74**, 621–637.
- BREMNER, J. M., 1965: Inorganic forms of nitrogen. – In „Methods of soil analysis, part 2“ (C. A. BLACK, ed.), Amer. Soc. Agron., Madison, 1179–1237.
- GIMESI, A., 1983: (Increasing the herbicidal effect by phospholipids). – *Növénytermeles* **32**, 299–305 (in Ung.)
- GLEIM, D., 1983: Beeinflussung von mikrobiellen Aktivitäten im Boden durch ein Pflanzenschutzsystem für den Wintergerstenanbau. – Diss. Univ. Kiel, 114 S.
- HEIL, M., 1984: Reduzierung von Pflanzenschutzmittel-Aufwandmengen durch Zusatz von Phospholipiden. – *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem*, Heft **223**, 335.
- MAAS, G., 1982: Verringerung der Wirkstoffmenge bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln durch Phospholipide pflanzlichen Ursprungs (erste Mitt.). – *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig)* **34**, 113–114.
- MALKOMES, H.-P., 1980: Verhalten von bodenbiologischen Aktivitäten und Pflanzenwuchs bei Nachauflauf-Applikation einer Herbizid-Tankmischung zu Wintergetreide. – *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* **87**, 621–630.
- MALKOMES, H.-P., 1982: Einfluß eines Zuckerrüben-Herbizids auf die Mikroflora verschiedener Böden im Laborversuch. II. Bodenatmung. – *Zentralbl. Mikrobiol.* **137**, 97–105.
- MALKOMES, H.-P., S. HALSTRICK, 1985: Einfluß des Herbizids Ro-Neet und dessen Kombination mit einem Phospholipid auf bodenbiologische Aktivitäten unter Laborbedingungen. – *Zentralbl. Mikrobiol. (im Druck)*.
- MALKOMES, H.-P., W. PESTEMER, 1981a: Einfluß von Pflanzenschutzmitteln in Wintergetreide auf biologische Aktivitäten im Boden. I. Dehydrogenaseaktivität und Strohabbau. – *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.*, Sonderh. **IX**, 301–311.
- MALKOMES, H.-P., W. PESTEMER, 1981b: Einfluß von Pflanzenschutzmitteln in Wintergetreide auf die Dehydrogenaseaktivität, den Strohabbau und die Abbaubarkeit von Dinoseb im Boden. – *Proc. EWRS Symp. „Theory and practice of the use of soil applied herbicides“*, 91–102.
- MALKOMES, H.-P., B. WÖHLER, 1983a: Testing and evaluating some methods to investigate side effects of environmental chemicals on soil microorganisms. – *Ecotoxicol. Environ. Safety* **7**, 284–294.
- MALKOMES, H.-P., B. WÖHLER, 1983b: Vergleich von Testverfahren zur Erfassung einiger Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Bodenmikroorganismen am Beispiel eines Herbizids. – *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig)*, **35**, 86–92.
- MÜLLER, F. M., 1983: Untersuchungen über die Beeinflussung der Sekundärverteilung von Botrytiziden durch Phospholipide. – *Dipl.-Arb. Inst. f. Phytomedizin u. Pflanzenschutz, Forschungsanst. f. Weinbau, Gartenbau, Getränke-technologie u. Landespflege, Geisenheim*, 146 S.
- SCHRÖDER, M., 1984: Stickstoff-, Phosphor- und Kalium-Freisetzung im Boden nach Schädigung der mikrobiellen Biomasse durch biozide Chemikalien. – Diss. Univ. Hannover, 163 S.
- THALMANN, A., 1968: Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). – *Landwirtsch. Forsch.* **21**, 249–258.
- VAAGT, V., 1980: Abbau und Nebenwirkungen von Chlortoluron unter dem Einfluß von Zweitkomponenten. – Diss. Univ. Kiel, 101 S.
- DE WAARD, M. A., J. G. M. VAN NISTELROOY, 1982: Antagonistic and synergistic activities of various chemicals on the toxicity of fenarimol to *Aspergillus nidulans*. – *Pesticide Sci.* **13**, 279–286.