



KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH

Arbeitsgruppe Radioagronomie

**Adsorptions- und Desorptionsverhalten
von Methabenzthiazuron im Boden**

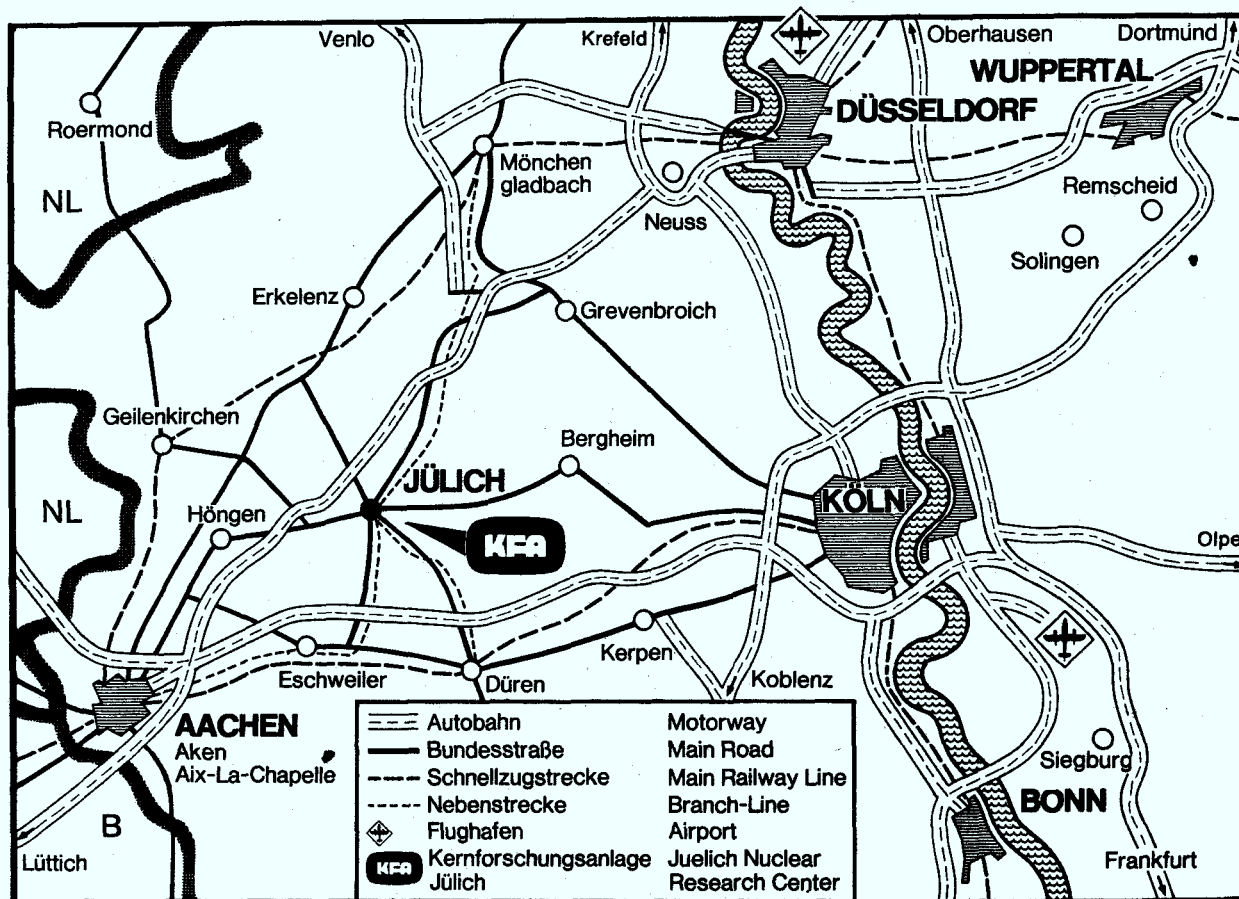
A: Analytische Methodik

von

W. Kerpen

**JüI - 1263
Dezember 1975**

Als Manuskript gedruckt



Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 1263

Arbeitsgruppe Radioagronomie Jülich – 1263

Im Tausch zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH,
Jülich, Bundesrepublik Deutschland

Adsorptions- und Desorptionsverhalten von Methabenzthiazuron im Boden

A: Analytische Methodik

von

W. Kerpen

Adsorptions- und Desorptionsverhalten von Methabenzthiazuron
im Boden

A: Analytische Methodik

W. KERPEN¹

	<u>Seite:</u>
INHALTSVERZEICHNIS	1
1 Wirkstoff und Begriffe	2
11 Wirkstoff und radioaktiver Tracer	2
12 Adsorption, Desorption und Wirkstoffäquivalente	3
2 Methodische Voruntersuchungen	4
21 Adsorption von Filterpapieren	5
22 Adsorption von Untersuchungsgefäßen	6
23 Schütteldauer	7
3 Analytisches Verfahren	10
4 Auswertung und Darstellung der Meßergebnisse	13
Zusammenfassung	13
LITERATURNACHWEIS	15

¹ Arbeitsgruppe Radioagronomie der Kernforschungsanlage Jülich GmbH,
 Postfach 1913, 5170 Jülich

1 Wirkstoff und Begriffe

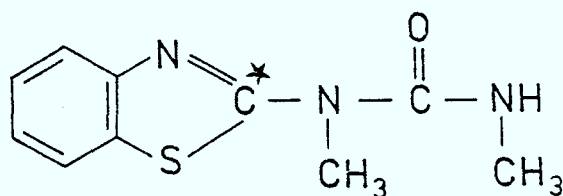
11 Wirkstoff und radioaktiver Tracer

Methabenzthiazuron (MBT; 1,3 Dimethyl-3-(2-benzthiazolyl)-Harnstoff) ist als herbizider Wirkstoff mit 70 % Anteil im ^RTribunil¹, einem Breitbandherbizid für Getreide, enthalten. Es wurde bereits von mehreren Autoren auf Verlagerung, Abbau und Metabolite untersucht. Adsorptionsuntersuchungen mit Methabenzthiazuron sind bisher nur wenige bekannt (JARCZYK, 1972 a; SCHMIDT, 1972).

Die vorliegenden Untersuchungen befassen sich mit dem Adsorptions- und Desorptionsverhalten von Methabenzthiazuron in 7 Böden mit verschiedenen Bodeneigenschaften. Dabei wird, um den Verhältnissen im Freiland möglichst nahe zu kommen, ausschließlich Wasser als Bodenflüssigkeit verwendet.

Als radioaktiver Tracer stand [benzthiazolyl-2-¹⁴C]Methabenzthiazuron mit einer spezifischen Aktivität von 39,2 μ Ci/mg Methabenzthiazuron zur Verfügung (Abb. 1).

Abb. 1: [benzthiazolyl-2-¹⁴C]Methabenzthiazuron



Die wichtigsten chemischen und physikalischen Eigenschaften des Methabenzthiazurons sind nach JARCZYK (1972 b):

Molekulargewicht:	221,29
Dampfdruck:	10^{-6} mm Hg bei 20 °C
Löslichkeit in H ₂ O:	5,9 mg in 100 ml bei 20 °C 4,5 mg in 100 ml bei 5 °C
Schmelzpunkt:	ca. 119 - 120 °C.

¹ eingetragenes Warenzeichen der Bayer AG, Leverkusen

12 Adsorption, Desorption und Wirkstoffäquivalente

Da die Bindungsmechanismen zwischen Methabenzthiazuron und Bodenteilchen nicht bekannt sind, müßte streng genommen der Begriff Sorption verwendet werden. Von den möglichen Sonderformen der Sorption - Adsorption, Chemisorption und Absorption - dürfte jedoch die Adsorption für die Wechselbeziehungen zwischen Wirkstoff und Boden vorwiegend verantwortlich sein. Wenn im folgenden nur der Begriff Adsorption verwendet wird, soll damit eine untergeordnete Beteiligung von Absorption und Chemisorption nicht ausgeschlossen werden. Die hier verstandene Adsorption im weiteren Sinne umfaßt das Verhalten an den Oberflächen, Grenzflächen und Grenzflächenschichten von Wirkstoff und Boden (z. B. Ton- und Humusteilchen) mit den vielfachen zwischenmolekularen Wechselbeziehungen, von denen HAMAKER und THOMPSON (1972) hauptsächlich 9 für die Adsorption von Pestiziden durch den Boden verantwortlich machen:

1. Van der Waals-London-Wechselbeziehungen
2. Hydrophobe Bindungen
3. Wasserstoff-Bindungen
4. Ladungsübertragungen
5. Liganden-Austausch
6. Ionen-Austausch
7. Direkte und induzierte Ion-Dipol und Dipol-Dipol-Wechselwirkungen
8. Magnetische Wechselwirkungen
9. Chemisorption

Unter Desorption werden in den vorliegenden Untersuchungen diejenigen Methabenzthiazuron-Anteile verstanden, die von dem am Boden zunächst adsorbierten Methabenzthiazuron durch definierte Mengen Wasser wieder vom Boden in die Flüssigkeit freigegeben werden.

Als adsorbierte Wirkstoffrückstände werden jene Methabenzthiazuron-Anteile bezeichnet, die durch definierte Mengen Wasser beim Desorptionsvorgang vom Boden nicht freigesetzt werden.

SCHMIDT (1972) erzielte eine Desorption des fest gebundenen Methabenzthiazuron-Rückstands durch Zugaben von Na-Ionen im

Überschuß. Daraus schließt SCHMIDT auf eine ionogene Bindung des Methabenzthiazurons, in diesem Fall an einen Kationen-austauscher.

Die bei den Adsorptions- und Desorptionsvorgängen ermittelten Aktivitätswerte müßten streng genommen als Methabenzthiazuron-Äquivalente bezeichnet werden, weil im Szintillationsspektrometer nur die ^{14}C -Aktivität gemessen wird und diese zum Teil auch von Zerfallprodukten des Methabenzthiazurons herrühren könnte.

Nach CHENG et al. wurde in Incubationsversuchen in unbewachsenem Boden während einer Versuchszeit von 4 Monaten nur ein verhältnismäßig geringer Abbau des ^{14}C -Methabenzthiazurons zu $^{14}\text{CO}_2$ ermittelt. Die Autoren fanden bei dem in den Adsorptionsversuchen verwendeten [benzthiazolyl-2- ^{14}C]Methabenzthiazuron eine $^{14}\text{CO}_2$ -Entwicklung von nur 0,3 bis 0,4 %, beim [1-Methyl- ^{14}C]-Methabenzthiazuron von 3 % und beim [3-Methyl- ^{14}C] Methabenzthiazuron von 5 bis 10 %. Demnach ist bei einem nur 8 bis 10 Tage dauernden Adsorptions-Desorptionsversuch nicht mit einem ins Gewicht fallenden Abbau des Methabenzthiazurons zu rechnen, zumal die Proben zwischenzeitlich bei 4 bis 6 °C kühl und dunkel gelagert werden. Wegen des geringen zu erwartenden Methabenzthiazuron-Abbaues während einer kurzen Untersuchungsperiode erscheint es gerechtfertigt, im folgenden die Bezeichnungen Methabenzthiazuron oder Wirkstoff anstatt ^{14}C -Aktivität oder Methabenzthiazuron-Äquivalente zu verwenden.

2 Methodische Voruntersuchungen

Zur Bestimmung des Adsorptions- und Desorptions-Verhaltens eines Bodens bieten sich 2 Verfahren an: Entweder werden nach jedem Adsorptions- bzw. Desorptionsvorgang die Medien Boden und Bodenflüssigkeit vollkommen voneinander getrennt, unter Zuhilfenahme von Filterpapieren und/oder anderen Hilfsmitteln, oder es wird jeweils ein Teil der wirkstoffhaltigen Bodenflüssigkeit beim Boden belassen und rechnerisch berücksichtigt. Bei letzterem Verfahren kann die Meßflüssigkeit unmittelbar abpipettiert werden.

21 Adsorption von Filterpapieren

Zur Überprüfung des geeignetsten Verfahrens wurden Filterpapiere, Acetat-Membranfilter und Glasfritten (G_o) auf ihr Adsorptionsverhalten gegenüber Methabenzthiazuron untersucht. Aus 40 ml einer 28 ppm [benzthiazolyl-2- ^{14}C]Methabenzthiazuron-Lösung adsorbierten Filterpapiere mit 9 bzw. 5,5 cm Durchmesser einschließlich der darunterliegenden Glasfritte G_o 20,2 bzw. 8,4 % des in Lösung befindlichen Wirkstoffs (Tab. 1). Durch zweimaliges Nachwaschen mit 10 ml Wasser konnten aus dem 5,5 cm Filter einschließlich Glasfritte 77,4 % des zunächst adsorbierten Wirkstoffs wieder in Lösung gebracht werden (Tab. 1).

Tab. 1: Methabenzthiazuron-Adsorption durch Papierfilter und Glasfritten aus einer [benzthiazolyl-2- ^{14}C]MBT-Lösung

Schleicher & Schüll-Papierfilter und Nutsche mit Glasfritte G_o	Adsorption in % des applizierten Wirkstoffs	Wiederholungen
Papierfilter 589 ³ , 9 cm $\emptyset$ + Glasfritte G_o : insgesamt	20,2	5
Papierfilter 589 ¹ , 5,5 cm $\emptyset$ + Glasfritte G_o : insgesamt	8,4	2
Papierfilter 589 ¹ , 1. Nach- waschen mit 10 ml aqua bidest.	3,9	2
Papierfilter 589 ¹ , 2. Nach- waschen mit 10 ml aqua bidest.	2,6	2

Acetat-Membranfilter vermochten aus der gleichen Herbizid-Lösung sogar ein Vielfaches, nämlich 80,4 % des Wirkstoffs zu adsorbieren (Tab. 2). Davon konnten durch zweimaliges Nachwaschen aus dem Filter 35,3 % und aus der Glasfritte rund 8 %, also insgesamt 43,3 % des adsorbierten Wirkstoffs wieder in Lösung gebracht werden (Tab. 2).

Tab. 2: Methabenzthiazuron-Adsorption durch Acetat-Membranfilter und Glasfritte aus einer [benzthiazolyl-2- ^{14}C] MBT-Lösung

Sartorius Membranfilter 11358 und Nutsche mit Glasfritte	Adsorption in % des applizierten Wirkstoffs	Wiederholungen
Acetatfilter 11358 + Glasfritte G_0 , insgesamt	80,4	5
Acetatfilter: 1. Nachwaschen mit 10 ml Aqua bidestillata	17,1	4
Acetatfilter: 2. Nachwaschen mit 10 ml Aqua bidestillata	11,3	2
Glasfritte G_0 : 1. Nachwaschen	4,8	2
Glasfritte G_0 : 2. Nachwaschen	1,6	2

Diese Versuche zeigen, daß Papierfilter, Acetatfilter und Glasfritten in Adsorptions- und Desorptionsversuchen mit stark adsorbierenden Wirkstoffen ungeeignet sind.

22 Adsorption von Untersuchungsgefäßen

Die starke adsorptive Bindung zwischen Methabenzthiazuron und Filtern ließ es ratsam erscheinen, auch das Adsorptionsverhalten der in Frage kommenden Versuchsgefäße zu überprüfen.

Dazu wurden 250 ml Glas-Erlenmeyerkolben mit Schliffstopfen aus Glas, 100 ml V4A-Stahlzentrifugenbecher mit V4A-Stahlkappen sowie 250 ml Plastikbecher mit 50 ml einer 28 ppm [benzthiazolyl-2- ^{14}C] Methabenzthiazuron-Lösung 70 Stunden intensiv geschüttelt. Die anschließend in der Lösung verbliebene Radioaktivität wurde szintillationsspektrometrisch bestimmt. Während die Glas-Erlenmeyerkolben nur 0,2 % und die V4A-Zentrifugenbecher nur 1,0 % der Radioaktivität absorbierten, Werte, die innerhalb der Fehlergrenze liegen dürften, vermochten die Plastikgefäße 13,7 % des Wirkstoffs adsorptiv zu binden (Tab. 3). Plastikgefäße scheiden damit für solche Versuche aus. Für einfache Adsorptionsversuche mit Scheidung von Boden und Lösung durch Absetzen ohne Zentrifugieren sind

von Boden und Lösung durch Absetzen ohne Zentrifugieren sind Glas-Erlenmeyer besonders geeignet. Plastikstopfen oder Gummistopfen sollten allerdings vermieden werden oder zumindest, wenn keine Glasstopfen zur Verfügung stehen, mit Aluminiumfolie umkleidet werden. Für kombinierte Adsorptions- und Desorptionsversuche sind Stahlzentrifugenbecher einzusetzen.

Tab. 3: Methabenzthiazuron-Adsorption durch verschiedene Untersuchungsgefäße aus einer [benzthiazolyl-2-¹⁴C]-MBT-Lösung

Untersuchungsgefäße	Adsorption in % des applizierten Wirkstoffs	Wiederholungen
250 ml Glas-Erlenmeyerkolben	0,2	4
100 ml V4A-Stahlzentrifugenbecher	1,0	2
250 ml Plastikzentrifugenbecher	13,7	4

23 Schütteldauer

Zur Feststellung der Schüttelzeit, in der das Adsorptions-Sättigungsmaximum erreicht oder nahezu erreicht wird, wurden 2 mittelhumose (La, Wa) und 2 fast humusfreie Böden (Mü, MeC) mit 50 ml einer 28 ppm [benzthiazolyl-2-¹⁴C]Methabenzthiazuron-Lösung 1, 6, 18 und 54 Stunden in Erlenmeyerkolben geschüttelt. Alle Böden erzielten bei der Schüttelzeit von 54 Stunden die höchsten Adsorptionswerte (Tab. 4).

Tab. 4: Methabenzthiazuron-Adsorption in 4 Böden in den Schüttelzeiten 1, 6, 18 und 54 Stunden

Schüttelzeit		Adsorption in % des applizierten Wirkstoffs			
Stunden		Mü	MeC	La	Wa
1	MW ⁺	12,9	22,8	45,1	50,6
	STA ⁺⁺	5,9	1,4	1,1	1,1
6	MW	20,0	22,4	51,6	50,7
	STA	0,1	0,6	0,1	0,6
18	MW	23,2	23,4	51,2	53,8
	STA	0,4	0,7	0,5	0,7
54	MW	29,7	24,7	55,3	57,5
	STA	0,9	0,2	0,6	1,5

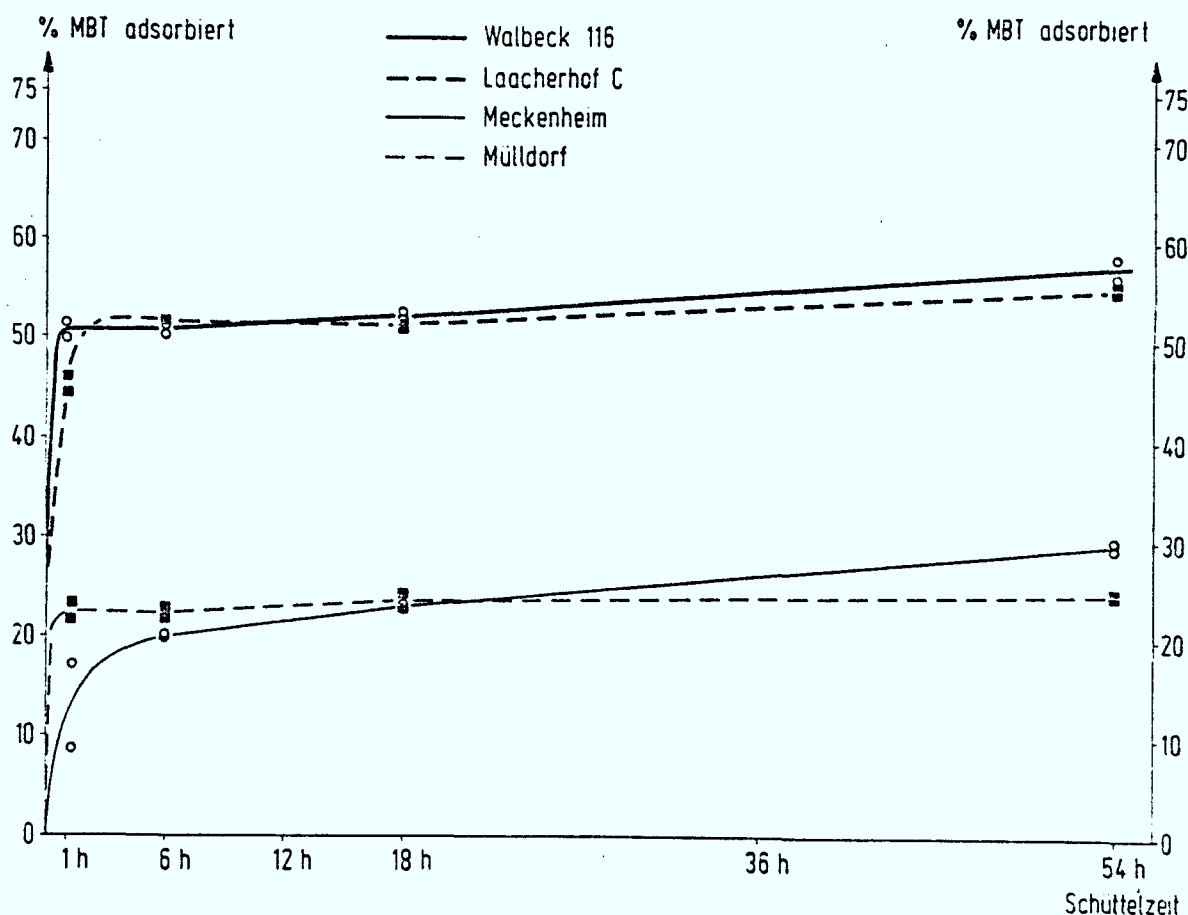
⁺ MW = Mittelwert von 4 Parallelen

⁺⁺ STA = Standardabweichung

Auch nach 54 Stunden Schüttelzeit wurde in den unterschiedlich adsorbierenden Böden das Sättigungsmaximum der Adsorption noch nicht erreicht. In Abb. 2 ist jedoch zu erkennen, daß die Böden MeC und Wa bereits nach 1 Stunde mit rund 23 % bzw. 51 % und die Böden Mü und La zwischen 1 und 6 Stunden mit rund 20 % bzw. 52 % das "Adsorptionsplateau" erreichten. Als Adsorptionsplateau wird der fast linear verlaufende und nur schwach steigende Kurvenabschnitt bezeichnet, in dem die Adsorption bis zum Sättigungsmaximum nur noch sehr langsam und geringfügig zunimmt. Der Kurvenverlauf läßt erkennen, daß bei einigen Böden zur Erreichung des Sättigungsmaximums eine noch längere Schüttelzeit als 54 Stunden erforderlich wäre. Solch lange Schüttelzeiten würden jedoch, besonders bei schnell abbauenden Wirkstoffen, die Möglichkeit einer Metabolisierung während

des Versuchs und damit eine Verfälschung der Ergebnisse zur Folge haben. Aus diesem Grunde erscheint für Adsorptions- und Desorptionsversuche allgemein jene Schüttelzeit als die geeignetste, in der maximale Adsorptionswerte erreicht oder angenähert erreicht werden und noch kein Abbau des Wirkstoffs erfolgt. Nach den vorliegenden Untersuchungen wird eine Schüttelzeit von 15 bis 18 Stunden für angemessen erachtet. Nach dieser Zeit verläuft mit genügender Sicherheit die Adsorption der Böden im Adsorptionsplateau.

Abb.2: Verlauf der Methabenzthiazuron-Adsorption in 4 Böden in Abhängigkeit von der Schüttelzeit

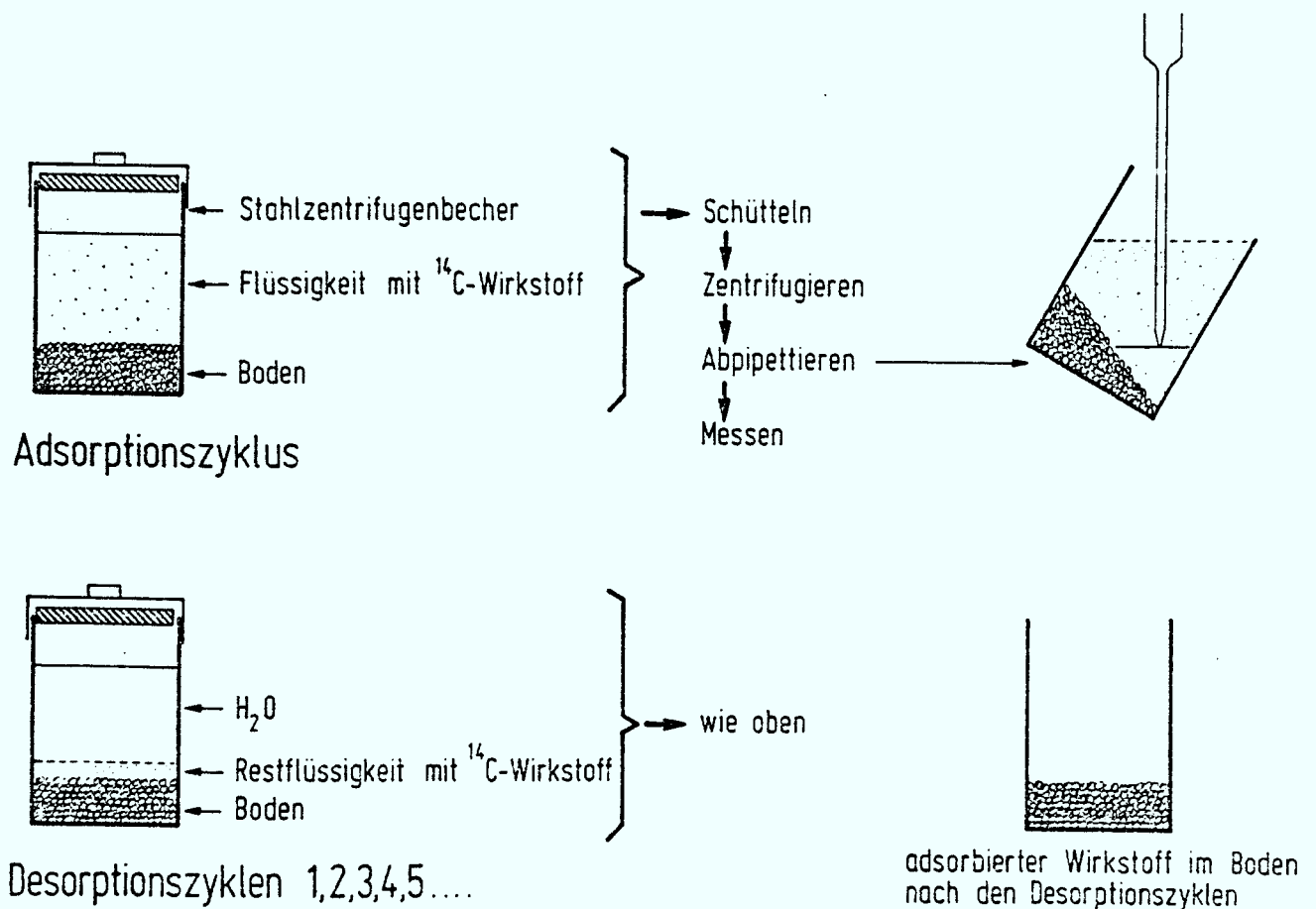


3 Analytisches Verfahren

Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse der Voruntersuchungen wird bei den Adsorptions- und Desorptionsuntersuchungen folgendermaßen verfahren:

Die kombinierten Adsorptions- und Desorptionsversuche werden in 100 ml oder 250 ml V4A-Stahlzentrifugenbechern durchgeführt. Der Boden verbleibt während des ganzen Untersuchungsablaufs in dem Untersuchungsgefäß. Er wird während des Versuchs nicht zur Trennung von Boden und Bodenflüssigkeit herausgenommen (Abb. 3).

Abb. 3: Methodischer Ablauf der Adsorptions- und Desorptionsuntersuchungen



Die Adsorptions- und Desorptionsuntersuchungen bestehen in der Regel aus 1 Adsorptionszyklus und 5 Desorptionszyklen. Der Adsorptionszyklus beginnt mit dem Zusammenführen von wirkstofffreiem Boden und wirkstoffhaltiger Lösung. Nach Einstellung des Sättigungsgleichgewichts endet er mit der Entnahme der Meßflüssigkeit. Die anschließenden Desorptionszyklen beginnen mit der Vereinigung des Bodens aus dem vorhergehenden Zyklus sowie der wirkstoffhaltigen Restflüssigkeit des entsprechenden Zyklus (siehe unten) mit wirkstofffreier Lösung. Nach erneuter Einstellung des Sättigungsgleichgewichts enden die Desorptionszyklen ebenfalls mit der Entnahme der Meßflüssigkeit.

Je 10 g lufttrockener Boden werden im 100 ml Stahlzentrifugenbecher mit 50 ml einer wässrigen Lösung aus [benzthiazolyl-2-¹⁴C]-Methabenzthiazuron und inaktivem Methabenzthiazuron mit definierten Konzentrationen 15 bis 18 Stunden geschüttelt und 8 min. bei 12.000 U/min ($g = 18.000$) zentrifugiert (Abb. 3). Bei Verwendung von 250 ml Stahlzentrifugenbechern erweist es sich als vorteilhaft, Boden- und Flüssigkeitsmenge zu verdoppeln. Alle Arbeiten werden bei 22 °C Raumtemperatur durchgeführt. Beim Schütteln erfolgt trotz Styroporunterlage eine Erhöhung der Temperatur auf rund 26 °C durch Motorwärme. Es ist deshalb zur Erhaltung der Temperaturkonstanz ratsam, beim Schütteln aus Isolationsgründen ein Aufbaugesstell zu verwenden, so daß die Zentrifugenbecher mit dem Antriebsteil nicht in unmittelbare Berührung kommen. Auch beim Zentrifugieren in der MSE-Zentrifuge erhöht sich die Temperatur kurzfristig auf maximal 36 °C. Deshalb wird neuerdings eine Kühlzentrifuge verwendet. Alle von der Standardtemperatur abweichenden Temperaturerhöhungen können eine geringfügige Erhöhung des Wirkstoffanteils in der Lösung, also eine Verringerung des Adsorptionsanteils, bewirken, was bei der Betrachtung der Versuchsergebnisse jeweils zu berücksichtigen ist.

Nach dem Zentrifugieren und Abkühlen der Stahlbecher auf 22 °C werden je Boden 40 ml Lösung abpipettiert und davon zweimal je 5 ml im Szintillations-Spektrometer gemessen. Um beim Pipettieren ein Aufwirbeln der Bodenteilchen zu vermeiden, wird eine Restlösung von 10 ml im Zentrifugenbecher zusammen

mit dem Boden für den anschließenden Desorptionszyklus belassen. Dieser mit einem Teil der Lösung beim Boden verbleibende Wirkstoffanteil muß bei der Berechnung der Adsorptions- und Desorptionenwerte berücksichtigt werden (Tab. 5). Die Differenz zwischen dem applizierten Wirkstoff (W_a) und dem Wirkstoff in der Bodenlösung des Adsorptionszyklus A (B_{1A} ; = Meßrate x Faktor der Bodenlösungsmenge) ergibt die Wirkstoffadsorption am Boden (B_{oA}) im Adsorptionszyklus A (Tab. 5).

Tab. 5: Formeln zur Berechnung der adsorbierten und desorbierten Wirkstoffanteile in % des applizierten Wirkstoffs

$$\begin{aligned}
 B_{oA} &= \frac{(W_a - B_{1A})}{W_a} \cdot 100 \\
 D_{sD1} &= \frac{(B_{1D1} - R_{B1A})}{W_a} \cdot 100 \\
 &= \frac{(B_{oA} - B_{oD1})}{W_a} \cdot 100 \\
 B_{oD1} &= \frac{(B_{oA} - D_{sD1})}{W_a} \cdot 100 \\
 &= \frac{(W_a - M_{B1A} - B_{1D1})}{W_a} \cdot 100
 \end{aligned}$$

W_a = Wirkstoff appliziert

B_{1A} = Wirkstoff in der Bodenlösung im Adsorptionszyklus A

B_{oA} = Wirkstoff adsorbiert am Boden im Adsorptionszyklus A

M_{B1A} = Wirkstoff in der Bodenlösung im Adsorptionszyklus A, zum Messen entnommen (z. B. 4/5 B_{1A})

R_{B1A} = Wirkstoffrest in der Bodenlösung des Adsorptionszyklus A, in der Bodenlösung des Desorptionszyklus D1 verblieben (z. B. 1/5 B_{1A})

D_{sD1} = Wirkstoff desorbiert vom Boden im Desorptionszyklus D1

B_{1D1} = Wirkstoff in der Bodenlösung im Desorptionszyklus D1

B_{oD1} = Wirkstoff adsorbiert am Boden im Desorptionszyklus D1

Zu Beginn des Desorptionszyklus D1 werden die im Adsorptionszyklus A entnommenen 40 ml Bodenlösung durch 40 ml bidestilliertes Wasser ersetzt. Anschließend wird genau wie im Adsorptionszyklus A verfahren. Die Desorption im Desorptionszyklus D1 (DsD1) ist gleich der Bodenadsorption A (BoA) abzüglich der Bodenadsorption D1 (BoD1) (Tab. 5). In den Desorptionszyklen D2 bis D5 wird analog verfahren.

Nach dem letzten Desorptionszyklus wird der Boden zusammen mit der Restbodenlösung aus dem letzten Desorptionszyklus getrocknet, im Oxidizer verascht und seine ^{14}C -Aktivität gemessen. In den einzelnen Adsorptions- und Desorptionszyklen kann die überschüssige, nicht zum Messen verwendete Bodenlösung (30 ml) extrahiert und der Wirkstoffextrakt mit Hilfe der DC auf eventuelle Bildung von Metaboliten während des Versuchsganges kontrolliert werden.

4 Auswertung und Darstellung der Meßergebnisse

Die Auswertung der im Szintillations-Spektrometer gewonnenen Meßdaten einschließlich ihrer Quenchkorrektur mit Hilfe der Kanalverhältnismethode erfolgt über IBM 370/168 (W. KERPEN und G. SCHLESER, 1975).

Zusammenfassung

Es wird eine analytische Methode zur Bestimmung des Adsorptions- und Desorptionsverhaltens am Beispiel des herbiziden Wirkstoffs Methabenzthiazuron (MBT) und des radioaktiven Tracers [benzthiazolyl-2- ^{14}C]Methabenzthiazuron beschrieben:

In Vorversuchen wurde nachgewiesen, daß Papierfilter, Acetatfilter, Glasfritten und Plastikgefäße zum Teil erhebliche Eigenadsorption verursachen. Nur Glas- und Stahlgefäße sind daher für solche Versuche geeignet.

In einem Schütteldauerversuch wurde die Abhängigkeit der Adsorption des Methabenzthiazurons von der Schüttelzeit untersucht. Eine Schüttelzeit von 15 bis 18 Stunden wird danach für ausreichend erachtet.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Vorversuche werden die Adsorptions- und Desorptionsuntersuchungen der Böden während aller Untersuchungszyklen - in der Regel 1 Adsorptions- und 5 Desorptionszyklen - in je einem Stahlzentrifugenbecher vorgenommen: Der Boden wird bis zum Versuchsende im Untersuchungsgefäß belassen und ein definierter Teil der Bodenlösung nach Schütteln und Zentrifugieren abpipettiert und die ^{14}C -Aktivität im Szintillations-Spektrometer gemessen.

Vor jedem Desorptionszyklus wird die abpipettierte Bodenlösung durch destilliertes Wasser ersetzt und ansonsten wie im Adsorptionszyklus verfahren. Die adsorbierten und desorbierten Wirkstoffanteile werden als Differenzbeträge errechnet.

Anmerkungen

Herrn Dr. H. J. Jarczyk, Pflanzenschutz-Anwendungstechnik, Biologische Forschung, Bayer AG, Leverkusen, danke ich für die freundliche Förderung der Arbeit.

Das von Dr. V. Pont, stat. fed. d'res. agron., Lausanne, Schweiz, synthetisierte [benzthiazolyl-2- ^{14}C]Methabenzthiazuron und das nicht radioaktive Methabenzthiazuron wurden von der Bayer AG, Leverkusen, zur Verfügung gestellt.

LITERATURNACHWEIS:

- CHENG, H. H., F. FÜHR, H. J. JARCZYK, and W. MITTELSTAEDT
 Degradation of methabenzthiazuron in the soil.
 J. Agric. Food. Chem. (im Druck)
- HAMAKER, J. W. und J. M. THOMPSON
 Physicochemical relationship of organic chemicals
 in soil.
 In: Organic chemicals in the soil environment
 Band 1, 2. Kapitel, Marcel Dekker, Inc., New York 1972
- JARCZYK, H. J.
 Über die Migration von Herbiziden in verschiedenen
 Bodenarten.
 Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 25, 3-20, 1972 a
- JARCZYK, H. J.
 Gaschromatographische Methode zur Bestimmung von
 Tribunil-Rückständen in Boden, Wasser und Pflanzen-
 material.
 Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 25, 21-31, 1972 b
- KERPEN, W. und SCHLESER, G.
 Adsorptions- und Desorptionsverhalten von Methabenz-
 thiazuron (MBT) im Boden.
 B: Ergebnisse und Deutung.
 Jül-Bericht, KFA Jülich, Jül-1264-ARA, 1975
- SCHMIDT, R. R.
 Einfluß des C-Gehaltes und der Ionenaustauschkapazität
 des Bodens auf die Wirksamkeit von Herbiziden.
 Zeitschr. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz,
 Sonderh. VI, 59-64, 1972