

AC

**Nachrichtenblatt  
für den**

ISSN 0323-5912

# **Pflanzenschutz in der DDR**

**3**  
**1987**

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik



**Pflanzen-  
schutzmittel  
und  
Umweltschutz**



Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR und Zentrales Staatliches Amt für Pflanzenschutz und Pflanzenquarantäne beim Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft

Horst BEITZ und Heinz-Günther BECKER

## Toxikologische Probleme beim Auftreten von Abdriften – Maßnahmen und Regelungen zum Schutz von Mensch und Umwelt

### 1. Abdriften – eine Nebenwirkung der Applikationstechnologien

Für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse (MBP) in der Landwirtschaft der DDR stehen sowohl bodengebundene als auch aviochemische Applikationsverfahren zur Verfügung. Ihre Wahl zur gezielten Bekämpfung der Schaderreger hängt von einer Reihe von Faktoren ab, wie der Art der Kultur und ihres Entwicklungsstandes sowie der Art der Schaderreger. Im Vordergrund für das zu wählende Verfahren steht die Ge-

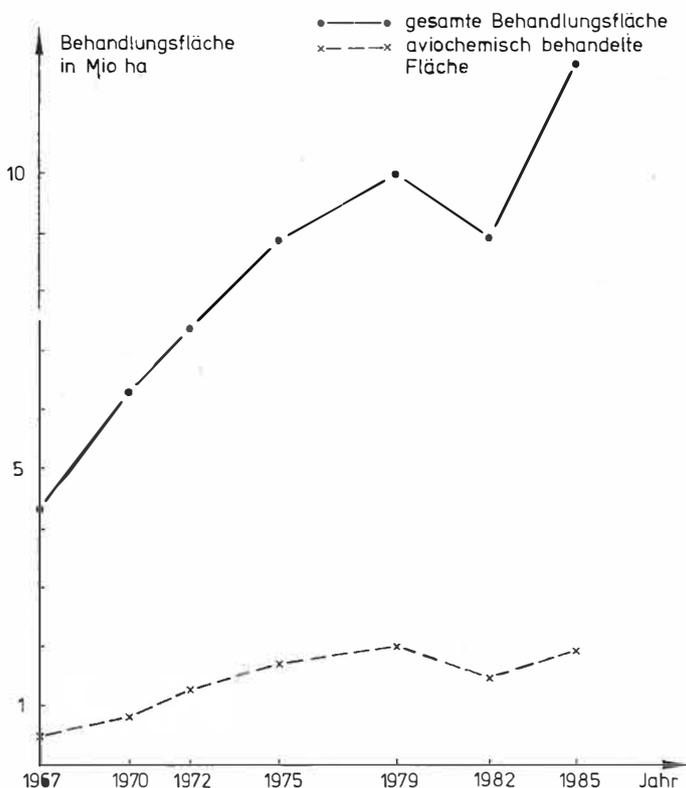


Abb. 1: Entwicklung des Behandlungsumfangs mit chemischen Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse und der Anteil an aviochemisch behandelter Fläche in der DDR

währleistung einer effektiven Bekämpfung der Schaderreger, was zumeist eine hohe Schlagkraft voraussetzt, um den optimalen Bekämpfungstermin einhalten zu können. Diese Forderung führte zu der in Abbildung 1 dargestellten Entwicklung der Anwendung aviochemischer Applikationsverfahren im Vergleich zur gesamten Behandlungsfläche in der DDR. Zu den seit Jahrzehnten aviochemisch zu bekämpfenden Rapschädlingen, des Kartoffelkäfers sowie der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffeln haben sich die aviochemischen Maßnahmen zur Halmstabilisierung, zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen im Obstbau sowie von Blattkrankheiten in Getreide und zu bestimmten Teilen auch zur Sikkation von Kulturen gesellt, die zu der aufgezeigten Entwicklung beitragen. Auf dem Gebiet der Anwendung von PSM und MBP mit bodengebundener Technik, die durch die Pflanzenschutzmaschinen der „Kertitox“-Baureihe repräsentiert wird, nahm der Anteil der im feintröpfigen Spritzverfahren behandelten Fläche zu, wobei der Trend zur Reduzierung der Brüheaufwandmengen unter Beachtung der optimalen Bekämpfung eines Schaderregers führt.

Mit den kleiner werdenden Volumina an Brühe je Hektar ist eine Herabsetzung der Tropfengröße der auszubringenden Flüssigkeiten verbunden. In Tabelle 1 sind die von JESKE (1978) angegebenen Tropfenspektren der Applikationsverfahren dargestellt.

Mit abnehmender Tropfengröße steigt aber die Gefahr der Abdrift der ausgebrachten PSM und MBP, was bereits in früheren Jahren für die in der DDR angewandten Applikationsverfahren beschrieben wurde (z. B. HEINISCH u. a., 1971; BANASIAK u. a., 1976; KÖHLER u. a., 1983). Betrachtet man die aus Tabelle 1 hervorgehenden typischen Tropfenspektren

Tabelle 1

Tropfenspektrum der unterschiedlichen Applikationsverfahren (nach JESKE, 1978)

|             | JESKE (1969) | o. V.*) (1964) |
|-------------|--------------|----------------|
| Spritzen    | 150          | 150 ... 300    |
| Sprühen     | 50 ... 250   | 50 ... 250     |
| Feinsprühen | 60 ... 125   | 25 ... 125     |
| Nebeln      | 50           | 5 ... 50       |

\*) nach den agrotechnischen Forderungen müssen 80 % der Tröpfchen im geforderten Bereich sein

Tabelle 2

Fallgeschwindigkeit und zurückgelegte Entfernung von Tröpfchen unterschiedlicher Größe aus 3 m Höhe bei unterschiedlichem Seitenwind (nach PEARSON, 1965)

| Tröpfchen-<br>durchmesser<br>$\mu\text{m}$ | Fallgeschwin-<br>digkeit<br>$\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ | zurückgelegte Entfernung (m)<br>bei der Windgeschwindigkeit |                                     |
|--|---|---|-------------------------------------|
|  |   | $1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                         | $4,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| 500  | 210   | 2   | 7,5                                 |
| 300  | 94*)  | 3   | 12                                  |
| 100  | 27  | 15  | 48                                  |
| 50   | 10,2  | 60  | 150                                 |
| 30   | 2,7   | 150   | 390                                 |
| 10   | 0,30  | 1 500   | 3 000                               |

\*) Tröpfchendurchmesser 250  $\mu\text{m}$

unserer Applikationsverfahren im Zusammenhang mit den in Tabelle 2 dargestellten Fallgeschwindigkeiten sowie der zurücklegbaren Entfernung der verschiedenen Tropfengrößen so vermittelt das einen Einblick in die Abdriftproblematik.

Bezieht man die Verdunstung der wäßrigen Tröpfchen in die Betrachtung ein, so ergeben sich beispielsweise für eine Lufttemperatur von 20 °C und eine Luftfeuchte von 30 % nachstehende Werte (JESKE, 1978):

| Tropfengröße      | Zeitraum für die Verdunstung |
|-------------------|------------------------------|
| 100 $\mu\text{m}$ | 50,0 s                       |
| 50 $\mu\text{m}$  | 12,5 s                       |

Das bedeutet, daß bei einer Behandlungshöhe der Luftfahrzeuge von 5 m die 50- $\mu\text{m}$ -Tropfen unter den in Tabelle 2 genannten Parametern ca. 50 s für das Erreichen des Feldbestandes benötigen. In dieser Zeit sind sie aber verdunstet, d. h., sie verschweben, und der Wirkstoff gelangt nicht auf die Kultur bzw. die Erdoberfläche, sondern verbleibt in der Atmosphäre. Das trifft auch für den Anteil des Tropfenspektrums von kleiner als 50  $\mu\text{m}$  zu. Andererseits benötigen die 100- $\mu\text{m}$ -Tropfen ca. 19 s für diese Fallhöhe, woraus hervorgeht, daß ihr Tropfendurchmesser zwar reduziert wird, aber sie erreichen die Kultur bzw. die Erdoberfläche. Wählt man günstigere Bedingungen, z. B. niedrigere Temperaturen oder höhere Luftfeuchten, so erreichen auch die 50- $\mu\text{m}$ -Tropfen den Feldbestand oder die angrenzenden Flächen.

Unter Berücksichtigung dieser Prämissen kann man sich ein Bild über das Ausmaß von Abdriften verschaffen. Einen Weg hierzu stellt die mathematische Modellierung dieser Vorgänge dar. Hierüber lassen sich Ausmaß und Konsequenzen aus hygienisch-toxikologischer Sicht abschätzen. Für die Bedingungen der Applikation mit Starrflüglern entwickelten TRAYFORD und WELCH (1977) ein mathematisches Modell, das 1985 von KAUL (unveröffentl.) für die in der DDR verfügbaren Applikationseinrichtungen der Starrflügler modifiziert wurde. Entscheidende Parameter in diesem Modell sind Flughöhe, Seitenwindgeschwindigkeit einschließlich des Angriffswinkels und die Verdunstungsbedingungen, die wichtige meteorologische Daten, wie Temperatur und Luftfeuchte, einschließen. Bei der Verteilung spielt außerdem die Art der Kultur eine wichtige Rolle. In den Publikationen aus der BRD (z. B. GÖHLICH, 1982) wird nach Feld- und Raumkulturen (Obst-, Hopfen- und Weinanlagen) auf Grund der unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen für die Spritz- und Sprühwolken unterschieden.

Nachfolgend sollen die obengenannten Applikationsverfahren im Zusammenhang mit den zu behandelnden Kulturen betrachtet werden, wobei die durch die Abdrift kontaminierte Kultur gleichfalls einen Einfluß auf die Höhe der Initialrückstände und ihre Abnahmegeschwindigkeit hat.

Tabelle 3

Durch Abdriften verursachte Camphechlor-Rückstände einen Tag nach der Applikation auf Gras bzw. Klee-Gras-Gemisch in den Jahren 1969 und 1970 (nach BEITZ und HEINISCH, 1972)

| Jahr | Kultur                    | Zahl<br>der<br>Flächen | Entfernung vom behandelten Feld (m)/Rückstände<br>in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ |    |    |    |     |     |      |     |     |     |   |
|------|---------------------------|------------------------|---|----|----|----|-----|-----|------|-----|-----|-----|---|
|      |                           |                        | 1   | 5  | 10 | 15 | 25  | 50  | 100  | 200 | 400 | 600 |   |
| 1969 | Gras                      | 5                      | 75  | 83 | 79 | 57 | 44  | —   | —    | —   | —   | —   | — |
| 1970 | Gras                      | 4                      | —   | —  | —  | —  | 18  | 28  | 14,4 | 6,1 | 2,0 | 1,2 |   |
| 1970 | Gras-<br>Klee-<br>Gemisch | 1*)                    | —   | —  | —  | —  | 24  | 13  | 1,7  | 2,1 | 2,1 | 1,0 |   |
|      |                           | 1**)                   | —   | —  | —  | —  | 0,3 | 0,3 | 0,1  | 0,2 | —   | 0,1 |   |

\*) 1 Tag nach Behandlung mit Melipax-Aerosprühmittel (10 l/ha) und einer Windgeschwindigkeit von  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

\*\*\*) 22 Tage nach der Behandlung

## 2. Ausmaß und Bewertung der Abdriften nach Applikation mit dem Starrflügler

In den Jahren 1969 und 1970 wurden umfangreiche Untersuchungen zur Kontamination von an Raps-, Kartoffel- und Erbsenfelder angrenzenden Futterkulturen durchgeführt (HEINISCH u. a., 1971; BEITZ und HEINISCH, 1972). Die bei Anwendung von Melipax-Aerosprühmittel in Raps ermittelten durchschnittlichen Initialrückstände an Camphechlor sind in Tabelle 3 ebenso aufgezeigt wie die an Klee-Gras-Gemisch 1970 in Dargelin ermittelte Abnahme 22 Tage nach der Behandlung im Vergleich zu den Initialrückständen. Da die dargestellten Durchschnittswerte aus der Applikation bei unterschiedlichen Windverhältnissen (Windgeschwindigkeiten, Angriffswinkel des Windes) resultieren, soll an Hand von Abbildung 2 nochmals die Bedeutung der Windgeschwindigkeit am Beispiel der Lindan-Rückstände auf Gras verdeutlicht werden.

Dieses Abdriftverhalten bezieht sich ausnahmslos auf die Applikation von speziellen Aerosprühmitteln, d. h. ölhaltigen Formulierungen mit Aufwandmengen von 5 bis  $101 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Sie sind gegenüber der Applikation von wäßrigen Brühen sowohl in ihrem Abdriftverhalten als auch in der Rückstandsbildung und Rückstandsdynamik auf den kontaminierten Pflanzen ungünstiger zu bewerten. Die Ursache liegt in dem besseren Eindringen der Wirkstoffe in die Pflanzen und der daraus resultierenden höheren Persistenz, abgesehen davon, daß es sich in den vorgestellten Beispielen um chlorierte Kohlenwasserstoff-Insektizide handelt. Diese Erkenntnis führte

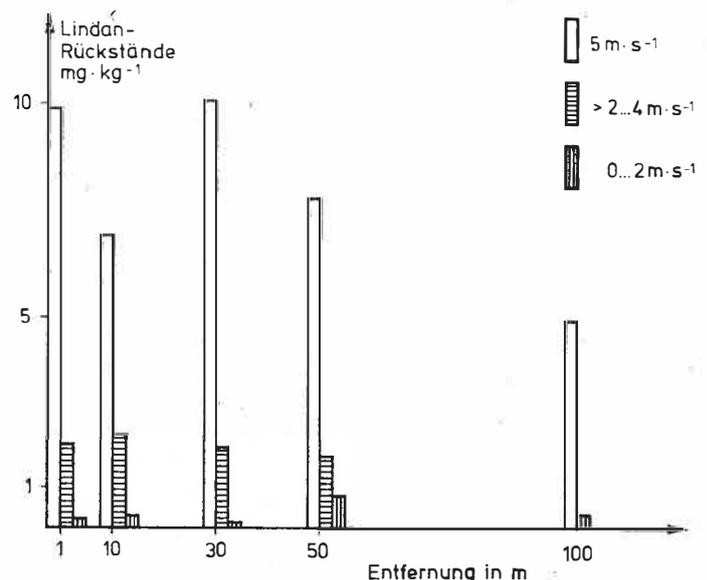


Abb. 2: Lindan-Rückstände auf Gras, verursacht durch Abdriften bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten

Tabelle 4

Abdrift-bedingte Chlormequat- und Ethepon-Rückstände (in  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) auf Futterkulturen und ihr Rückstandsverhalten (nach BANASIAK u. a., 1976)

| Entfernung (m) | Chlormequat-Rückstände*) |     |          | Ethepon-Rückstände**) |      |
|----------------|--------------------------|-----|----------|-----------------------|------|
|                | Tage nach der Behandlung |     |          | 0                     | 7    |
|                | 4                        | 12  | 20       |                       |      |
| 5              |                          |     |          | 252                   | 47   |
| 10             |                          |     |          | 202                   | 35   |
| 20             |                          |     |          | 32,3                  | 7,8  |
| 25             | 3,3                      | 0,7 | n.n.***) | 20,5                  | 3,9  |
| 50             | 2,3                      | 0,3 | n.n.     | 3,7                   | 2,2  |
| 75             |                          |     |          | 1,5                   | 2,4  |
| 100            | 0,7                      | 0,2 | n.n.     | 1,0                   | 0,2  |
| 150            |                          |     |          | 0,6                   | 0,1  |
| 200            | 0,3                      | 0,1 | n.n.     | 0,7                   | 0,07 |
| 250            |                          |     |          | 0,4                   | 0,01 |

| Präparat       | Aufwandmenge                       | Windgeschwindigkeit                       | Kultur     |
|----------------|------------------------------------|---|------------|
| *) bercema CCC | $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ | $2 \dots 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ | Weidelgras |
| **) Camposan   | $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ | $3 \dots 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ | Luzerne    |

\*\*\*) n.n. = nicht nachweisbar

dazu, daß im letzten Jahrzehnt einerseits eine Reihe von Spezialölformulierungen (z. B. Flugzeugsprühmittel FIP, Wofatox-Aerosprühmittel) zurückgezogen oder ihr Einsatz für bestimmte Anwendungsbereiche (z. B. Melipax-Aerosprühmittel zur Feldmausbekämpfung) verboten wurde. Waren im Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1976/77 (o. V., 1976) unter den 80 Insektizid-Präparaten 9 (11,3 %) derartige Spezialformulierungen enthalten, so sind es im Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1984/85 von 112 insektiziden Präparaten nur noch 5 (4,4 %). Das ist als eine Schlußfolgerung aus den früheren Untersuchungen über Abdriften zur Reduzierung der Abdriftgefährdung zu betrachten.

In Tabelle 4 sind die nach Anwendung der wäßrigen Brühen von Camposan bzw. bercema CCC in Wintergetreide ermittelten Abdrift-Kontaminationen hinsichtlich der Initialrückstände und ihrer Abnahme dargestellt. Sie veranschaulichen den hohen Kontaminationsgrad in der an den Winterroggen angrenzenden 25-m-Zone. Deshalb wurden spezielle Untersuchungen zur Rückstandsdynamik von Ethepon und Chlormequat an Raps, Luzerne, Blumenkohl und Ackerbohnen bzw. Erbsen durchgeführt. Auf dieser Basis ließen sich experimentell fundierte Karenzzeiten für abdriftkontaminierte Kulturen, die als Futter- oder Lebensmittel Verwendung finden, festlegen (BANASIAK u. a. 1976).

Ab 100 m Entfernung treten bei beiden Präparaten Initialrückstände auf, die – bezogen auf die Futterkulturen – aus veterinärtoxikologischer Sicht tolerierbar sind, da die maximal zulässigen Rückstandsmengen (MZR) für Chlormequat

Tabelle 5

Sicherheitsabstände (m) in Windrichtung für die aviochemische Applikation von PSM und MBP (nach Anwendungstechnologien, o. V., 1985)

|   | Menschliche Ansiedlungen | Gärten | Anlagen der Tierhaltung | Naturschutzgebiet |
|---|--------------------------|--------|-------------------------|-------------------|
| 1. Pflanzenschutzmittel der Giftabteilung 1*)                       | 200                      | 200    | 200                     | 200               |
| 2. Pflanzenschutzmittel der Giftabteilung 2*)                       | 200                      | 200    | 100                     | 100               |
| 3. Pflanzenschutzmittel, die keiner Giftabteilung*) zugeordnet sind | 100                      | 200    | 100                     | 100               |
| 4. Herbizide  | 200                      | 200    | 100                     | 200               |
| 5. Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse                       | 200                      | 300    | 100                     | 100               |
| 6. Reglone  | 200                      | 500    | 200                     | 200               |
| 7. gebeiztes Saatgut  | 200                      | 200    | 100                     | 100               |
| 8. Pflanzenschutzmittel in der Forst                                | 400                      | 400    | 400                     | 400               |

\*) außer Zeile 4 bis 8

und Ethepon in Grobfuttermitteln für laktierende Tiere 5,0 bzw. 3,0  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  betragen. Das verdeutlicht, daß zur hygienisch-toxikologischen Bewertung der aviochemischen Applikation eines Präparates neben den Kenntnissen zur Rückstandsdynamik in der gezielt behandelten Kultur auch solche in typischen Futterkulturen vorliegen müssen. Aus diesem Grund wird im Entwurf der überarbeiteten „Hygienisch-toxikologischen Anforderungen für die Zulassung von PSM und MBP in der DDR und VR Polen“ dieser Forderung Rechnung getragen.

Die Untersuchungen belegen eindeutig, daß für die Applikation von PSM und MBP vom Flugzeug aus Sicherheitsabstände zu benachbarten Flächen notwendig sind, oder für die angrenzenden Streifen müssen Karenzzeiten für die Nutzung dieser Kulturen als Lebens- oder Futtermittel festgelegt werden. Ihre Bemessung hängt einerseits von den in Abschnitt 1 dargestellten die Abdrift eines Spritz- oder Sprühschleiers beeinflussenden Faktoren ab, andererseits spielen Toxizität und im Fall der Herbizide und Sikkanten auch die Phytotoxizität eine Rolle.

Im gegenwärtig gültigen Katalog der Anwendungstechnologien von Agrarflug (o. V., 1985) sind die in Tabelle 5 enthaltenen Sicherheitsabstände genannt. Bezieht man die von KAUL (unveröffentl.) gewonnenen Erkenntnisse zum Einfluß der Windgeschwindigkeit auf das Ausmaß der Abdrift ein, was sich auch in den zahlreich durchgeführten Rückstandsuntersuchungen widerspiegelt, so resultiert daraus, daß sich eine weitere Präzisierung der Sicherheitsabstände erforderlich macht.

### 3. Ausmaß und Bewertung der Abdriften nach Applikation mit dem Hubschrauber

Der Einsatz von Hubschraubern ist in der DDR vorrangig auf Pflanzenschutzmaßnahmen im Obst- und Weinbau ausgerichtet, wobei auch Hopfenanlagen und Steilhänge mit in Betracht zu ziehen sind. Für diese Kulturen liegen von GANZELMEIER (1981), GÖHLICH (1982), MOSER u. a. (1982), GOEDICKE u. a. (1982) sowie KÖHLER u. a. (1983) zahlreiche Untersuchungen vor. Durch Messungen mit isokinetischen Sonden konnte GÖHLICH (1982) nachweisen, daß ab 50 m von der Behandlungsfläche entfernt der Schwebstoffanteil proportional mit der Entfernung abnimmt. Gleichfalls wurde der Einfluß der Windgeschwindigkeit auf den Schwebstoffgehalt ermittelt, der sich in 50 m Entfernung von ca.  $0,03 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  bei  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  über ca.  $0,08 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  bei  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  auf ca.  $0,2 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$  bei  $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  Windgeschwindigkeit erhöhte. Das hängt auch damit zusammen, daß kleinere Tröpfchen schneller ihre kinetische Energie verlieren und so dem Windeinfluß stärker unterliegen. Sie reduziert sich für 1000- $\mu\text{m}$ -Tröpfchen bei einer Fluggeschwindigkeit von  $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  nach 0,1 s auf ca. 55 %, aber für 100- $\mu\text{m}$ -Tröpfchen auf weniger als 5 %. Das Ausmaß ihrer Abdrift wird durch die Windgeschwindigkeit sowie der Art der behandelten Kultur beeinflusst.

Daß die räumliche Gestaltung der Kulturen sehr entscheidend für die Bewertung des Abdriftverhaltens ist, geht aus Untersuchungen von HÄFNER (1982) zur Abdriftproblematik nach Behandlung eines geschlossenen Waldstreifens mit einem Phosalon-Präparat hervor. Die in Abbildung 3 dargestellten Ergebnisse von Rückstandsuntersuchungen weisen aus, daß für diese Fälle (dichte Baumbestände und Feldkulturen) die gleichen Bedingungen und Abdriftverhältnisse zutreffen, wie sie im Abschnitt 2 dargestellt sind.

An Hand des Hubschraubereinsatzes im Obstbau soll die hierfür spezifische Abdriftproblematik dargestellt werden. KÖHLER u. a. (1983) ermittelten das Abdriftverhalten von PSM in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit. Der Abbildung 4 sind die ermittelten Abdriftquoten am Behandlungs-

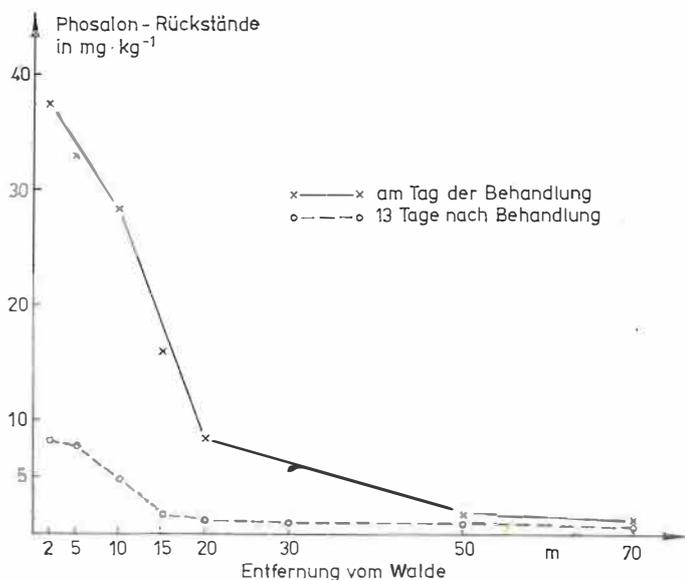


Abb. 3: Phosalon-Rückstände auf Gras und Klee (ab 50 m), verursacht durch Abdrift von einer Waldbehandlung mit dem Hubschrauber mit 50 m Sicherheitsabstand (nach HÄFNER, 1982)

tag in Abhängigkeit von der Entfernung und der Windgeschwindigkeit zu entnehmen. Sie basieren auf Untersuchungen zum Abdriftverhalten wässriger PSM-Brühen, die unter durchschnittlichen Witterungsbedingungen mit Temperaturen um 14 bis 21 °C und relativen Luftfeuchten von 40 bis 90 % vorgenommen wurden. Damit repräsentieren sie die in der Praxis gegebenen Anwendungsbedingungen für PSM, die sich darüber hinaus im Obstbau mit einer Brüheaufwandmenge von 10 bis 75 l · ha<sup>-1</sup> von denen des Feldbaus (5 bis 25 l · ha<sup>-1</sup>) unterscheiden. In den geschlossenen Obstanbaugebieten (ähnlich im Weinbau) richten sich darüber hinaus 60 bis 80 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen gegen pilzliche und der Rest gegen tierische Schaderreger. Bei der erforderlichen Neufestlegung der Sicherheitsabstände zu Kleingärten und anderen angrenzenden Kulturen für die Gewinnung von Lebensmitteln haben GOEDICKE u. a. (1982) sowie KÖHLER u. a. (1983) als Maßstab für die Bewertung der Abdriften einerseits die Einstufung der vernachlässigbaren Rückstandsmenge lt. Rück-

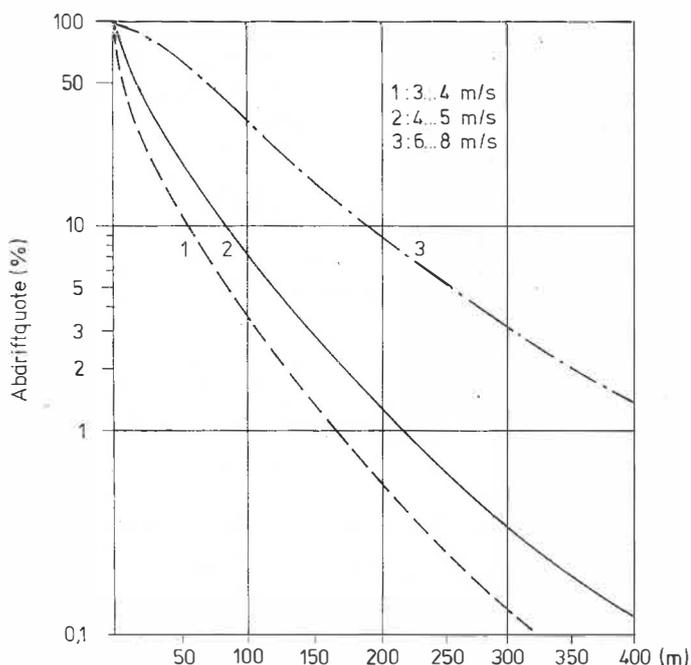


Abb. 4: Abdriftweiten von Pflanzenschutzmitteln beim Einsatz von Hubschraubern (nach KÖHLER u. a., 1983)

standsmengen-Anordnung (o. V., 1980) und andererseits eine dazugehörige adäquate Abdriftquote von 5 % bis 0,5 % gewählt. Daraus könnten Sicherheitsabstände von

- 100 m für PSM und MBP der Toxizitätsgruppe I ( $\leq 0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ),
- 150 m für PSM und MBP der Toxizitätsgruppe II ( $\leq 0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) bzw.
- 200 m für PSM und MBP der Toxizitätsgruppe III ( $\leq 0,004 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )

resultieren. Dieses an umfangreiche Untersuchungen gebundene Verfahren bietet sich bei der im Obstbau begrenzten Anzahl an einsetzbaren Wirkstoffen und deren Präparate an und weist einen relativ hohen Sicherheitsgrad auf. Für die inzwischen erweiterte Palette an Präparaten gilt es, unter Beibehaltung der gewählten Prinzipien Verallgemeinerungen zu treffen, die jederzeit auch für neue Präparate zu übernehmen sind.

#### 4. Maßnahmen und gesetzliche Regelungen

Die in der DDR für die Anwendung von PSM und MBP durch bodengebundene Pflanzenschutztechnik und Luftfahrzeuge festgelegten Sicherheitsabstände sind in Abhängigkeit von der erlaubten Windgeschwindigkeit im Pflanzenschutzmittelverzeichnis (o. V., 1984) verbindlich festgelegt und Tabelle 6 zu entnehmen. Darüber hinaus sind für die aviochemische Applikation die in Tabelle 5 enthaltenen weitergehenden Empfehlungen verbindlich, die noch durch die in den Anwendungstechnologien (o. V., 1985) festgelegten Sicherheitsabstände zum Schutz von Bienen und Fischen zu ergänzen sind. Sie betragen für Bienenweiden in Windrichtung

- 400 m bei Applikation in Obst- und Hopfenanlagen mit Starrflüglern und im Wald mit Luftfahrzeugen generell bzw.
- 300 m bei Applikation in Feldkulturen mit Luftfahrzeugen generell und in Obstkulturen mit dem Hubschrauber.

Gegen die Windrichtung gelten 50 % der genannten Werte. Darüber hinaus sind die mit der Bientoxizität zusammenhängenden Festlegungen der 3. Durchführungsbestimmung der Tierseuchenverordnung (o. V., 1978 a) einzuhalten.

Der Sicherheitsabstand zu Gewässern hängt von der Fischtoxizität der PSM und MBP ab und beträgt bei einer Arbeitsflughöhe von 5 m in Windrichtung

- 300 m für stark und mäßig fischgiftige sowie nicht klassifizierte Präparate bzw.
- 200 m für fischungiftige Präparate.

Die Abstände erhöhen sich um 100 m bei einer Arbeitsflughöhe von 10 m, und gegen die Windrichtung gelten 10 % der genannten Werte. Für Fischauzuchtgewässer gelten die in den Territorien beschlossenen Maßnahmen.

Zu Trinkwasserschutzzonen sind in den Anwendungstechnologien nachstehende Festlegungen enthalten:

Tabelle 6

Sicherheitsabstände in Windrichtung für die Ausbringung von PSM und MBP (nach Pflanzenschutzmittelverzeichnis DDR, 1984/85)

| Abstand in m | Arbeitsart  | Art der Pflanzenschutztechnik | Windgeschwindigkeit m · s <sup>-1</sup> |
|--------------|-------------|-------------------------------|---|
| 25           | Spritzen    | Bodenmaschinen                | < 4                                     |
| 50           | Spritzen    | Bodenmaschinen                | ≧ 4 ... 6                               |
|              | Sprühen     | Bodenmaschinen                | ≧ 4                                     |
| 100          | Sprühen     | Bodenmaschinen                | ≧ 4 ... 5                               |
|              | Feinsprühen | Bodenmaschinen                | ≧ 4 ... 5                               |
|              | Spritzen    | Luftfahrzeuge                 | *)                                      |
| 200          | Sprühen     | Luftfahrzeuge                 | *)                                      |
|              | Nebeln      | Bodenmaschinen                | ≧ 2                                     |

\*) die maximal zulässige Windgeschwindigkeit ist in den Anwendungstechnologien (o. V., 1985) als mittlere Windgeschwindigkeit mit erlaubten Windspitzen angegeben

Tabelle 7

Maximal zulässige Windgeschwindigkeiten (in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) für die Ausbringung von PSM und MBP mit bodengebundener Pflanzenschutztechnik (nach Pflanzenschutzmittelverzeichnis DDR, 1984/85)

| Anwendungsbereich | Präparatengruppe  | Spritzen | Sprühen |
|-------------------|---|----------|---------|
| Feldbau           | Fungizide   | 6        | 5       |
|                   | Insektizide   | 6        | 4       |
|                   | Herbizide   | 4        | 3       |
|                   | Sikkanten und sonstige Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse | 4        | 3       |
|                   |   |          |         |
| Obstbau           | Fungizide   | 5        | 4       |
|                   | Insektizide   | 5        | 4       |
|                   | Herbizide   | 3        | —       |
|                   | Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse                        | 3        | —       |
|                   |   |          |         |
| Hopfenbau         | Fungizide   | 4        | 4       |
|                   | Insektizide   | 4        | 3       |
|                   | Herbizide   | 3        | —       |
|                   | Sikkanten und sonstige Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse | 3        | —       |
|                   |   |          |         |

- 250 m zu Oberflächengewässern,
- 200 m zu Grundwasserschutzräumen und Wasserwerksanlagen.

Die Richtwerte für die Windgeschwindigkeit betragen für die aviochemische Applikation in der Regel  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  als mittlere Windgeschwindigkeit bei Windspitzen bis  $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  für Insektizide und Herbizide bzw.  $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  mittlere Windgeschwindigkeit bei Windspitzen bis  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  für Fungizide. Ihre Messung ist zwingend vorgeschrieben und wird am Arbeitsflugplatz auf unterschiedliche Weise vorgenommen. Die agrochemischen Zentren (ACZ), die den Flugzeugeinsatz organisieren, haben im Besitz solcher Meßeinrichtungen zu sein. Als Richtwerte für zulässige maximale Windgeschwindigkeiten bei der Applikation mit bodengebundenen Pflanzenschutzmaschinen gelten die in Tabelle 7 ausgewiesenen Angaben, die im Vergleich zu den Kriterien in Tabelle 5 vorrangig die Phytotoxizität, nicht aber die Toxizität der Präparate berücksichtigen. Die Messung der Windgeschwindigkeit bei Einsatz von bodengebundener Pflanzenschutztechnik ist ebenfalls erforderlich. Sie hat an dem zu behandelnden Schlag seitens der Brigade des ACZ, der LPG, GPG bzw. des VEG zu erfolgen. Die Einhaltung der maximal zulässigen Windgeschwindigkeiten bei der Applikation sowie der Sicherheitsabstände zu gefährdeten Kulturen bzw. Objekten ist durch den Anwender der Präparate, also den Betrieb, der die Applikation durchführt, zu gewährleisten. Im Falle des Luftfahrzeugeinsatzes ist es das ACZ. Das entbindet den Agrarflugpiloten nicht, die in der Anwendungstechnologie festgelegten Sicherheitsabstände einzuhalten. Im Falle des Einsatzes von bodengebundener Pflanzenschutztechnik sind es das ACZ als Vertragspartner des Landwirtschaftsbetriebes oder der Landwirtschaftsbetrieb (LPG, GPG, VEG) selbst, wenn er die Applikation in eigener Verantwortung und Zuständigkeit durchführt (z. B. Obst- und Gemüsebau).

In diesem Zusammenhang kommen dem Betriebspflanzenschutzagronomen wichtige Aufgaben zur Vermeidung von Schäden durch Abdriften zu. So hat er vor Beginn der Arbeiten bei der Einweisung auf gefährdete Nachbarkulturen bzw. Objekte hinzuweisen und die Einhaltung der Sicherheitsabstände zu diesen zu kontrollieren. Letztgenanntes trifft auch auf die Einhaltung der maximal zulässigen Windgeschwindigkeiten bei der Applikation zu. Nach unserer Kenntnis werden die Betriebspflanzenschutzagronomen aus verschiedenen Gründen diesen Mitwirkungs- und vor allem Kontrollaufgaben noch nicht ausreichend gerecht. Dadurch läßt sich im Falle einer Abdrift oft der Verursacher nicht sicher feststellen.

Auf eine weitere wichtige Festlegung zur Informationspflicht sei verwiesen. In der TGL 21650 über den Luftfahrzeugeinsatz

in der Land- und Forstwirtschaft „Allgemeine Begriffe und Rahmenvorschriften“ wird im Punkt 4.2. gefordert:

„Der Zeitraum der Ausbringung von Applikationsstoffen, die mit Karenzzeit belegt sind, muß durch den Auftraggeber vor Beginn der Arbeitsdurchführung öffentlich bekanntgegeben werden. Dabei sind Maßnahmen zur Schadensverhütung mit zu nennen.“

Hierbei wird offengelassen, ob in der Tagespresse, als öffentlicher Aushang in den Dörfern oder auf andere geeignete Weise die geplante Maßnahme bekanntgegeben wird.

Die entscheidende Arbeit zur Verhinderung der Abdriften von PSM und MBP liegt in der Einhaltung der getroffenen Festlegungen und ihrer Kontrolle sowie in der sinnvollen Mitwirkung der Betriebspflanzenschutzagronomen bei der Einweisung der Pflanzenschutzbrigaden. Schließlich geht es um den gezielten Einsatz der vorgesehenen PSM und MBP bei größtmöglicher Minimierung von Nebenwirkungen, wozu Abdriften auf gefährdete Nachbarkulturen bzw. Objekte gehören.

Gelangen trotz der vorbeugenden Maßnahmen PSM oder MBP durch Abdriften auf benachbarte Flächen, ist nach der ABAO 108 (o. V., 1969) der Anwender verpflichtet, die Rechtsträger, Eigentümer oder Nutzungsberechtigten der benachbarten Flächen zu benachrichtigen. In § 18 Absatz 2 der ABAO 108 (o. V., 1969) ist eindeutig festgelegt:

„Läßt sich das Abtreiben von Pflanzenschutzmitteln auf angrenzende Kulturen nicht vermeiden, so ist der Nutzungsberechtigte solcher Kulturen unverzüglich vom verantwortlichen Leiter darüber zu informieren.“

Diese Aufgabe kommt dem Brigadier der Pflanzenschutzbrigade zu, gleichgültig, ob vom ACZ oder vom Landwirtschaftsbetrieb. Das schließt die Angabe des Präparates, der einzuhaltenen Karenzzeit oder von Nutzungsbegrenzungen ein. Das gilt auch bei innerbetrieblicher Information, damit beispielsweise eine Schafherde nicht auf der durch Abdrift kontaminierten Kultur innerhalb der Karenzzeit gehütet wird. Es muß zu einer Selbstverständlichkeit werden, daß eine Abdrift durch den Verursacher gemeldet wird, vor allem auch in den Fällen, wenn Kleingärtner und Siedler davon betroffen sind. Schließlich lauten die Bestimmungen der ABAO 108 (o. V., 1969) im § 18 Absatz 2 weiter:

„Der Nutzungsberechtigte hat zu sichern, daß keine Werk tätigen gesundheitlichen Schaden erleiden und die Karenzzeit eingehalten wird.“

Das kann er aber nur erfüllen, wenn er selbst über die Abdrift informiert ist.

Für alle PSM und MBP sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis Karenzzeiten für die durch Abdrift kontaminierten Kulturen festgelegt worden, die sich hinsichtlich des Verwendungszweckes der Ernteprodukte als Lebens- oder Futtermittel unterscheiden. Die Karenzzeiten gelten für die angrenzenden Streifen, deren Größe vom Applikationsverfahren und der Windgeschwindigkeit abhängt und in Tabelle 6 angegeben ist. Entstehen bei einem Nutzungsberechtigten oder einem anderen Bürger durch Abdrift Schäden, da beispielsweise die einzuhaltenen Karenzzeit keine termingerechte Ernte ermöglicht und dadurch Verluste verursacht oder die Pflanzen geschädigt wurden und somit eine eigene Nutzung oder einen Verkauf unmöglich machen (z. B. durch Wuchsstoffherbizide oder Reglone), hat der Geschädigte sich mit seinen Forderungen an den Verursacher des Schadens zu wenden. Dafür sind genaue Angaben zu dem Umfang des Schadens erforderlich, was möglichst durch Gutachten oder Untersuchungsergebnisse belegt werden sollte. In diesem Zusammenhang ist die Festlegung in der 1. Durchführungsbestimmung zur Pflanzenschutzverordnung gegenüber den Pflanzenschutzämtern und Pflanzenschutzstellen von Bedeutung, wonach sie u. a. zur Beratung gesellschaftlicher Organisationen, wie des Verbandes der Kleingärtner, Siedler und Kleintierzüchter und der Bürger in

Fragen des Pflanzen- und des Vorratsschutzes sowie der Bienenquarantäne verpflichtet sind.

Es ist eine allgemein geübte Praxis, daß an den Pflanzen besonders durch Herbizide und Sikkationsmittel verursachte Schäden durch die Mitarbeiter der staatlichen Einrichtungen des Pflanzenschutzes begutachtet werden. Sie schließen erforderlichenfalls Untersuchungen auf Rückstände an den geschädigten Kulturen oder im Boden ein. Hierfür sind die Zuständigkeitsbereiche der staatlichen Einrichtungen zu beachten. Für Rückstandsuntersuchungen an Kulturen oder ihren Ernteprodukten, die als Lebensmittel genutzt werden, sind die Bezirkshygiene-Institute (BHI) zuständig. Im Falle der Verwendung der Kulturen als Futtermittel obliegt den Bezirksinstituten für Veterinärwesen (BIV) die Untersuchungs- und Begutachtungspflicht. Durch Abdriften hervorgerufene Schäden von Herbizid-Rückständen im Boden stellen sicher den Ausnahmefall dar, sie sind gegebenenfalls durch Untersuchungen in Pflanzenschutzämtern aufzuklären.

Schadensfälle bei Honigbienen sind entsprechend der 3. Durchführungsbestimmung zur Tierseuchenverordnung (o. V., 1978 a) zu regeln und werden in jedem Fall von der Bienenenschutzstelle der DDR beim Bezirksinstitut für Veterinärwesen Potsdam untersucht.

Schäden an Fischen untersucht der Fischgesundheitsdienst in enger Zusammenarbeit mit den Bezirksinstituten für Veterinärwesen.

Treten bei Menschen Erscheinungen einer Vergiftung auf, ist unverzüglich ein Arzt zu konsultieren. Bei Vergiftungserscheinungen an Haustieren ist ein Tierarzt zu rufen. In allen Fällen ist ein Maximum an Ursachenkenntnissen erforderlich, wozu auch die Geschädigten durch exakte Angaben beitragen müssen.

Haben Nutzungsberechtigte oder andere Bürger den Verdacht auf Abdriften von PSM und MBP, so sollten sie den Leiter des Pflanzenschutzes des Rates des Kreises darüber informieren, der nach der 1. Durchführungsbestimmung zur Pflanzenschutzverordnung (o. V., 1978 b) die Aufgabe der Koordinierung und Kontrolle der Einhaltung der Rechtsvorschriften beim Umgang mit PSM und MBP hat. Er veranlaßt die Überprüfung des gemeldeten Falles und läßt ermitteln, ob die Beschwerde oder Eingabe des Bürgers zu Recht besteht. Er veranlaßt die schon genannte Begutachtung geschädigter Kulturen bzw. Probenahmen durch Mitarbeiter staatlicher Einrichtungen oder Organe zur Durchführung von Rückstandsuntersuchungen durch die obengenannten Einrichtungen.

## 5. Zusammenfassung

Das Auftreten von Abdriften ist eine Nebenwirkung der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln. Die sie beeinflussenden Faktoren werden diskutiert. Für Starrflügler und Hubschrauber wird getrennt voneinander auf das Ausmaß der Abdriften eingegangen. Ihre Bewertung erfolgt vordergründig an Hand der Untersuchungsergebnisse mit Camphechlor, Lindan, Chlormequat und Ethephon. Daraus werden als notwendige Maßnahmen die Festlegung von Sicherheitsstreifen, Karenzzeiten und Anwendungsbegrenzungen abgeleitet. Die gegenwärtig in der DDR bestehenden gesetzlichen und betrieblichen Regelungen zum Auftreten von Abdriften und den daraus erwachsenden Folgen für den Menschen und seine Umwelt werden dargestellt.

## Резюме

Токсикологические проблемы при сносе пестицидов ветром – мероприятия и правила защиты человека и охраны окружающей среды

Снос пестицидов ветром является побочным действием применения пестицидов. Обсуждаются воздействующие на него факторы. Объем сноса пестицидов, применяемых самолетами и вертолетами, рассматривается раздельно. В основном оценка сноса проводилась на основе результатов опытов, полученных

при применении камфехлора, линдана, хлормеквата и этефона. Отсюда вытекает необходимость установления полос безопасности, сроков ожидания и пределов применения препаратов. Рассматриваются действительные в настоящее время в ГДР законы и внутрихозяйственные положения о сносе и связанных с ним последствиях для человека и окружающей среды.

## Summary

Toxicological problems of drift – Measures and provisions to protect man and environment

Drift is an adverse side-effect of the application of pesticides. The factors that influence drift are discussed in the paper, and the extent of drift is dealt with separately for airplanes and helicopters. Drift is assessed primarily on the basis of test results with camphechlor, lindane, chlormequat and ethephon. Safety strips, waiting periods and limitations to application have to be defined with a view to minimising drift hazards. Finally, the legal and internal regulations are pointed out that are in force in the German Democratic Republic with regard to drift and its consequences for man and environment.

## Literatur

- BANASIAK, U.; BEITZ, H.; BERGNER, U.; WEIDENMÜLLER, S.: Karenzzeiten für die Halmstabilisatoren Chlormequat und Ethephon nach aviochemischem Einsatz. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 30 (1976), S. 95-99
- BEITZ, H.; HEINISCH, E.: Zur Kontamination von Wiesen, Weiden und Futterkulturen durch Abdriften von aviochemisch sowie mit Bodengeräten applizierten Pflanzenschutzmitteln. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 26 (1972), S. 57-64
- GANZELMEIER, H.: Untersuchungsergebnisse über den Einsatz verschiedener Applikationsverfahren in Rebsteilhanganlagen. Mitt. Biolog. Bundesanst., H. 203 (1981), S. 286-287
- GOEDICKE, H.-J.; MOTTE, G.; BEITZ, H.: Festlegung differenzierter Sicherheitsabstände beim Einsatz von Hubschraubern in der intensiven Obstproduktion. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 36 (1982), S. 119-122
- GÖHLICH, H.: Abdrift im Pflanzenschutz unter Berücksichtigung von Meßergebnissen am Steilhang. Nachr.-Bl. Dt. Pflanzenschutz. 34 (1982), S. 100-109
- HÄFNER, M.: Untersuchungen zur Abdrift und zum Abbau von Phosalon. Gesunde Pflanzen 34 (1982), S. 149-155
- HEINISCH, E.; BEITZ, H.; SEEFELD, F.; LEMBCKE, G.; HAUSSDÖRFER, M.; HASELEIN, J.; KIRCHNER, K.: DDT-, Lindan- und Toxaphen-Rückstände an Gras und Futterkulturen durch Abdriften nach Flugzeugeinsatz. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 25 (1971), S. 53-59
- JESKE, A.: Pflanzenschutztechnik. Berlin, Akad.-Verl., 1978, S. 104 ff.
- KÖHLER, S.; MOTTE, G.; GOEDICKE, H.-J.: Zur Problematik von Abdriftweiten und Sicherheitsabständen beim Einsatz von Hubschraubern in der Obstproduktion. Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz 19 (1983), S. 53-59
- MOSER, E.; GANZELMEIER, H.; SCHMIDT, K.: Das Anlagerungsverhalten elektrostatisch geladener Spritzflüssigkeiten in Flächen- und Raumkulturen. Nachr.-Bl. Dt. Pflanzenschutz. 34 (1982), S. 57-64
- PEARSON, J. A.: Pesticides: Application for greater effect and economy. Span. 12 (1969), S. 96-98
- TRAYFORD, R. S.; WELCH, L. W.: Aerial spraying: A simulation of factors influencing the distribution and recovery of liquid droplets. J. agric. Engng. Res. 22 (1977), S. 183-196
- o. V.: Arbeits- und Brandschutzanordnung – Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel – vom 5. Juni 1969. GBl. 1969, Teil II, Nr. 52, S. 345
- o. V.: Pflanzenschutzmittelverzeichnis der DDR 1976/77. Berlin, VEB Dt. Landwirtschafts-Verl., 1976
- o. V.: 3. Durchführungsbestimmung zur Tierseuchenverordnung – Verhütung und Bekämpfung von Bieneneseuchen, Parasitosen und Vergiftungen der Honigbiene – vom 8. Juni 1978. GBl. 1978 a, Teil I, Nr. 18, S. 226
- o. V.: 1. Durchführungsbestimmung zur Pflanzenschutzverordnung vom 16. Oktober 1978. GBl. 1978 b, Teil I, Nr. 37, S. 406
- o. V.: Anordnung über Rückstände von Pflanzenschutzmitteln, Vorratsschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse in Lebensmitteln – Rückstandsmengenanordnung vom 3. Juni 1980. GBl. 1980, Sdr.-Nr. 1054
- o. V.: Pflanzenschutzmittelverzeichnis der DDR 1984/85. Berlin, VEB Dt. Landwirtschafts-Verl., 1984
- o. V.: Anwendungstechnologien für flüssige und feste Stoffe, die für die Ausbringung durch Agrarflugzeuge und Hubschrauber zugelassen sind. 10. Aufl., Interflug, 1985

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. sc. H. BEITZ  
Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der  
Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR  
Stahnsdorfer Damm 81  
Kleinmachnow  
DDR - 1532

Dr. H.-G. BECKER  
Zentrales Staatliches Amt für Pflanzenschutz und Pflanzenquarantäne beim Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft  
Hermannswerder 20 A  
Potsdam  
DDR - 1560

Heinz SCHMIDT und Horst BEITZ

## Anforderungen an Untersuchungen zur Charakterisierung des Rückstandsverhaltens von Pflanzenschutzmitteln im Boden

### 1. Der Eintrag von Wirkstoffen in den Boden und daraus resultierende Nebenwirkungen

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse (MBP) führt bis auf wenige Ausnahmen, z. B. Baumpflegemittel oder Anwendung im Streichverfahren, zu einer Kontamination des Bodens. Er ist im Falle von Bodenentseuchungsmitteln und Nematiziden oder dem größten Teil der Herbizide das Zielobjekt, um die gewünschten biologischen Wirkungen gegen bodenbürtige Schaderreger oder Unkräuter zu erreichen. Dabei fallen die Bodenentseuchungsmittel mit ihren hohen Wirkstoffaufwandmengen ins Auge, die beispielsweise bei

- Dazomet 34,0... 49,0 g · m<sup>-2</sup>
- Metham-Natrium 29,5... 58,5 g · m<sup>-2</sup>
- Methylbromid 50,0... 100,0 g · m<sup>-2</sup>

betragen (o. V., 1984). Sie sind unter dem Aspekt des spezifischen Einsatzes zu sehen, der gegenwärtig keinen flächenmäßig großen Umfang einnimmt und ausschließlich im Gartenbau angesiedelt ist. Dahingegen stehen die Herbizide vom Anwendungsumfang her an erster Stelle unter den Wirkstoffgruppen. Sieht man von den nicht selektiv genutzten Präparaten zur Unkrautbekämpfung auf Wegen, Plätzen oder Verkehrsanlagen ab, so werden in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen von den staatlich zugelassenen Präparaten (o. V., 1984)

- 21 % im Voraufbau-, Voraustrieb-, Vorsaats- oder Vorpflanzverfahren,
- 46 % im Nachaufbau- oder Nachpflanzverfahren,
- 33 % in beiden Richtungen

angewandt. Das bedeutet, daß 54 % aller Präparate mit ihrer vollen Aufwandmenge auf und in den Boden gelangen. Die maximal zugelassenen Wirkstoffaufwandmengen befinden sich bei allen Herbiziden deutlich unter denen der Bodenentseuchungsmittel, denn sie liegen zwischen 20 g · ha<sup>-1</sup> (Sulfuron) und im extremsten Fall bei ca. 47 g · ha<sup>-1</sup> (Chloralhydrat/Chloraldehyd).

Aus dem direkten Eintrag dieser biologisch aktiven Stoffe auf oder in den Boden leitet sich die Frage nach ihrem Verhalten im Boden und möglichen Nebenwirkungen ab. Dabei interessieren den Landwirt vor allem

- die Persistenz im Boden und die Dauer der biologischen Wirksamkeit sowie
- Nebenwirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit und den Rückstandstoxikologen vordergründig
- die Rückstandsbildung in den behandelten oder nachgebauten Kulturen und ihren Ernteprodukten,
- eine potentielle Kontamination des Grundwassers sowie
- der Austrag der Wirkstoffe in Oberflächengewässer und ihre Persistenz in diesen.

Alle Fragestellungen sind ganz global an das Rückstandsverhalten der Präparate im Boden gebunden, das Aussagen über die Persistenz der Wirkstoffe gibt. Als Maß für die Persistenz eines Wirkstoffs eignen sich nach PESTEMER (1985) seine Halbwertszeit  $t_{1/2}$  oder die Zeit, die für eine Verlustrate von 50 % erforderlich ist,  $t_{50}$  %. Dabei ist die Persistenz von vielfältigen Klima- und Standortfaktoren abhängig, die zu erheblichen Unterschieden beitragen können. Nach ROBERTS (1982) hat man unter gering persistenten Wirkstoffen solche

mit einer  $t_{1/2}$  unter 3 Monaten zu verstehen, während die mit einer  $t_{1/2}$  von über 6 Monaten als stark persistent zu bezeichnen sind. Nach dieser Definition fallen unter die erste Gruppe auch solche Herbizide wie die als persistent geltenden Simazin, Prometryn, Chlortoluron u. a. (PESTEMER, 1985). In den „Hygienisch-toxikologischen Anforderungen.“ (o. V., 1976) wurde für minderpersistente Wirkstoffe als Grenzwert eine  $t_{1/2}$  von 30 Tagen festgelegt, wobei vereinheitlichte Untersuchungsbedingungen in Form eines Labortests vergleichbare Ergebnisse zu ihrer Bewertung oder Einstufung erbringen sollen.

Die Abnahme des Rückstandsgehaltes eines Wirkstoffs im Boden kann auf

- einem echten Abbau durch mikrobielle, chemische oder photolytische Prozesse,
- einem Verschwinden infolge physikalischer Vorgänge wie Verdampfen, Sorption oder Versickern der wässrigen Lösung bzw.
- einer Abnahme durch biologische Vorgänge wie Aufnahme durch Pflanzen oder Tiere

beruhen und verdeutlicht die Komplexität der Vorgänge im Boden mit ihren vielfältigen Einflußfaktoren. Entscheidend für die Persistenz eines Wirkstoffs im Boden ist seine mikrobielle Abbaubarkeit, die nach FÜHR u. a. (1985) zu dem in Abbildung 1 dargestellten Abbauablauf von PSM und MBP führt. An dem Abbau sind Bakterien, Pilze und Aktinomyzeten beteiligt. Dabei spielen für die enzymatische Aktivität im Boden sowohl die zellulären Enzyme in den lebenden Organismen als auch die aus absterbenden Organismen freigesetzten zellulären Enzyme eine Rolle. Nach neuen Erkenntnissen tragen z. B. Vertreter der Gattungen *Pseudomonas*, *Liquobacter* und *Flavobacterium* Plasmide für den Bioabbau von 2,4-D und MCPA bei, die in Populationen anderer Stämme übergehen können. Das erklärt den guten metabolischen Abbau dieser und anderer Wirkstoffe. Es dürfte auch die Ursache dafür sein, daß Diphenamid in bestimmten Teilen der USA nicht mehr eingesetzt werden kann, weil es im Boden zu schnell abgebaut wird.

Da mit derartigen Mikroorganismen behafteter Boden als Sediment in die Oberflächengewässer gelangt, ist auch hier

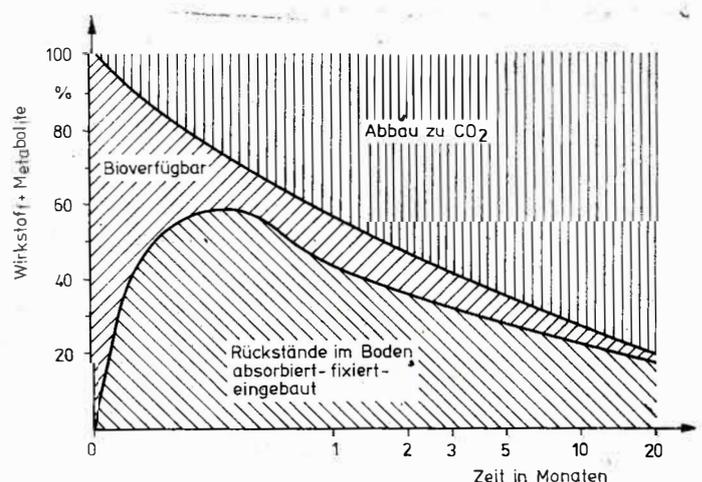


Abb. 1: Das Schicksal von PSM-Wirkstoffen im Boden

der Abbau in einem Sediment-Wasser-System ein wichtiger Faktor für die Persistenz des Wirkstoffs in Wasser. Diesem Verhalten muß bei den Untersuchungen zur Charakterisierung eines Wirkstoffs stärker Rechnung getragen werden, d. h., in den hygienisch-toxikologischen Dokumentationen für die Zulassung eines PSM oder MBP sind Daten zum mikrobiellen Abbau bzw. seiner Auswirkung auf das Gesamtverhalten des Präparates vorzulegen. Das erforderte ein Überdenken der in den „Hygienisch-toxikologischen Anforderungen“ von 1976 (o. V., 1976) festgelegten Untersuchungen unter Einbeziehung des in den letzten 10 Jahren bekannt gewordenen internationalen Erkenntniszuwachses.

Um diesen internationalen Forderungen nach Untersuchungsverfahren Rechnung zu tragen, die die Praxisbedingungen besser simulieren, wurden methodische Untersuchungen durchgeführt.

## 2. Untersuchungsmethoden

Zur Ermittlung des Sickerverhaltens von PSM in tiefere Bodenschichten und das Grundwasser sind sowohl in Anlage 10 der „Hygienisch-toxikologischen Anforderungen“ (o. V., 1976) als auch in anderen internationalen Testrichtlinien (z. B. OECD-Länder) Untersuchungen mit Bodensäulen vorgeschrieben. Der in der obengenannten Anlage 10 enthaltene leaching-Test sollte mit dem in den letzten Jahren entwickelten aged-leaching-Test verglichen werden, bei dem das Migrationsverhalten des Wirkstoffs und seiner Metaboliten infolge Beregnung der Säulen erst nach einem teilweisen Abbau im gleichen Boden (aged-Phase) geprüft wird. In den Untersuchungen waren solche Rahmenbedingungen wie

- der Bodentyp,
- der Wirkstoff und seine Aufwandmenge sowie
- die Niederschlagsmenge

konstant zu halten, um die beabsichtigte Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Für die Durchführung von Untersuchungen zum leaching-Verhalten von PSM werden Bodensäulen unterschiedlicher Dimensionen genutzt. Der bisher am häufigsten erwähnte Nachteil, das Auftreten von sogenannten „Randeffekten“ (Kanalbildung, Drainageeffekte) während der Beregnung, wird heute als vernachlässigbar angesehen, da nachgewiesen werden konnte, daß es auch unter natürlichen Bedingungen ähnliche Erscheinungen gibt. Man spricht direkt von bevorzugten Sickerwegen der Niederschläge.

### leaching-Test

In Anlehnung an die Empfehlungen der obengenannten Anlage 10 zur Durchführung von Penetrationsuntersuchungen wurden zwei Säulentypen getestet. Einmal ein vom VEB Fahlberg-List Magdeburg, Abteilung Ökologische Chemie/Isotopentechnik, entwickelter und in einzelne Segmente zerlegbarer Typ (KÖNNIG u. a., 1987), der uns dankenswerterweise zur Verfügung stand, sowie eine eigene Konstruktion. Sie unterscheidet sich von ersterer dadurch, daß die Säule aus einem Stück besteht. Die Siebplatte am Boden der Säule ist so gestaltet, daß sie sich mit einem Stößel nach oben drücken läßt. Dadurch ist es möglich, den Boden problemlos aus der Säule herauszudrücken und in entsprechende Schichten zu zerlegen (Abb. 2).

Für alle durchgeführten Versuche wurde der in Tabelle 1 charakterisierte Versuchsboden genutzt. Zur Befüllung der Säule wird die Bodenplatte mit einem Rundfilter abgedeckt und die Säule auf einen Vibrator gespannt. Danach ist der lufttrockne und gesiebte Boden (Maschenweite des Siebes 2 mm) bei laufendem Vibrator in einer Höhe von 320 mm einzufüllen, wobei der Boden beim Anfeuchten auf die Arbeitshöhe von 300 mm absackt.

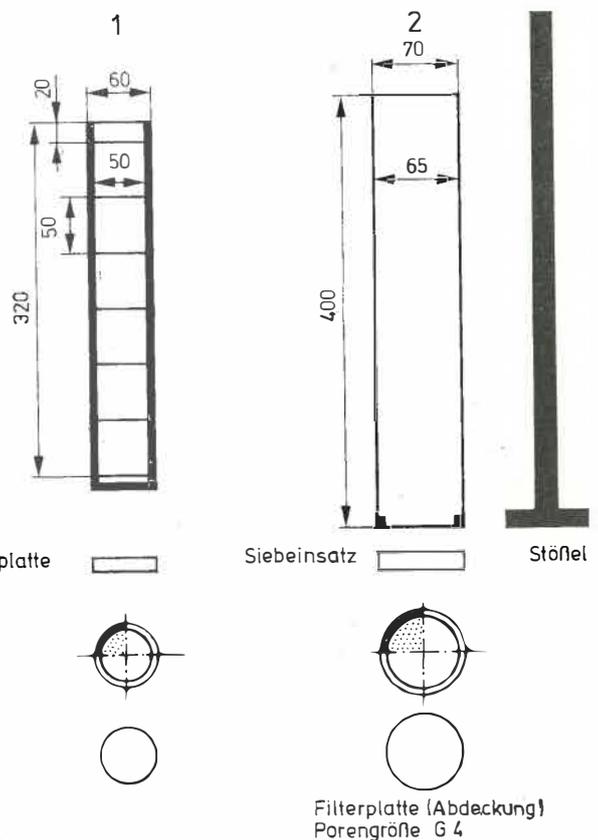


Abb. 2: Schematische Darstellung der getesteten Säulentypen; 1 VEB Fahlberg-List; 2 Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow

Die Säule wird mit destilliertem Wasser solange behandelt, bis ca. 150 ml Sickerwasser ausgetreten sind (Einstellen der maximalen Wasserkapazität). Nach einer 24stündigen Wartezeit erfolgt die Applikation.

Auf die vorbehandelte Säule werden das Präparat oder der Wirkstoff mit der 5fachen Menge der laut PSM-Verzeichnis empfohlenen Aufwandmenge appliziert. In der zweiten Variante ist zu beachten, daß die Wirkstoffmengen aus den Aufwandmengen der Präparate zu errechnen sind.

Nach Abdecken der Bodenoberfläche mit einer Glasfilterplatte zur besseren Verteilung des Wassers auf der Bodenoberfläche erfolgt die Beregnung mit 200 mm Niederschlag. Die Niederschlagsmenge wird auf 3 Tage verteilt (zweimal 60 mm, einmal 80 mm) bei einer Niederschlagsintensität von ca.  $10 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ . Anschließend bleibt die Säule noch über Nacht stehen, bevor sich weitere Arbeitsgänge anschließen.

Nach Ablauf der Wartezeit wird der Boden aus der Säule herausgedrückt, in 5 cm hohe Horizonte zerlegt und nach Durchmischen der jeweiligen Segmente eine Doppelprobe zur Wirkstoffbestimmung entnommen. Das Sickerwasser wird ebenfalls untersucht.

Tabelle 1

Zusammensetzung des Versuchsbodens für leaching-Tests

| in % des Feinbodens |    | austauschbare Kationen in $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ Boden |      |
|---------------------|----|--|------|
| Ton                 | 7  | Ca   | 3,24 |
| Feinschluff         | 2  | Mg   | 0,29 |
| Mittelschluff       | 4  | K  | 0,18 |
| Grobschluff         | 11 | Na   | 0,03 |
| Feinsand I          | 32 | pH   | 6,3  |
| Feinsand II         | 13 | T <sub>mval</sub>  | 4,38 |
| Mittelsand          | 27 | S <sub>mval</sub>  | 3,74 |
| Grobsand            | 4  | C  | 0,64 |
|                     |    | Humus %  | 1,1  |
|                     |    | max. Wasserkapazität   | 26   |

Tabelle 2

2,4,5-T leaching- und aged-leaching-Test

| Probe        | 2,4,5-T leaching<br>( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) | 2,4,5-T aged<br>( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) |
|--------------|--|--|
| 0 ... 5 cm   | 60   | 1,5  |
| 5 ... 10 cm  | 500  | 2,4  |
| 10 ... 15 cm | 300  | 1,8  |
| 15 ... 20 cm | 150  | 1,0  |
| 20 ... 25 cm | 200  | 2,0  |
| 25 ... 30 cm | 500  | 5,8  |
| Sickerwasser | 200  | n.n.*)   |

\*) n.n. = nicht nachweisbar ( $< 0,0001 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ )

aged-leaching-Test

Der aged-leaching-Test unterscheidet sich von der vorher beschriebenen Versuchsanordnung dadurch, daß vor dem Penetrationsversuch  $100 \text{ cm}^3$  des lufttrocknen Versuchsbodens in einen Erlenmeyerkolben gegeben, mit 10 ml Wasser angefeuchtet und mit dem zu untersuchenden Präparat bzw. dessen Wirkstoff (5fache Aufwandmenge) versetzt werden.

Der Erlenmeyerkolben wird mit einem Wattestopfen verschlossen und in ein thermostatisiertes Wasserbad ( $20^\circ\text{C}$ ) gehängt. Dort verbleibt er je nach eingesetztem Wirkstoff für die Dauer der Halbwertszeit der Bodenpersistenz. Danach gibt man den Boden auf die vorbereitete Säule und führt den oben beschriebenen leaching-Versuch durch.

Zur Testung der Methode wurde der Wirkstoff 2,4,5-T in Anlehnung an den üblichen leaching-Test mit  $250 \mu\text{g}$  Aktivsubstanz/ $3,3 \cdot 10^{-2} \text{ ha}$  eingesetzt. In Anlehnung an die Angaben von SMITH (1978) betrug die aged-Phase 10 Tage. Die Ergebnisse der in den Bodenschichten und im Sickerwasser ermittelten Wirkstoffkonzentrationen sind in Tabelle 2 als Vergleich zu einem herkömmlich angelegten Versuch dargestellt.

In der Variante leaching-Test sind im Horizont 5 bis 10 cm und 25 bis 30 cm die höchsten 2,4,5-T-Konzentrationen mit  $500 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  gefunden worden. Das Sickerwasser enthielt nach Versuchsabschluß  $200 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  Wirkstoff.

Bei der Variante aged-leaching-Test enthielt das Sickerwasser keinen Wirkstoff. Die Zonen der höchsten Wirkstoffkonzentration lagen gleichfalls bei 5 bis 10 cm und 25 bis 30 cm, aber die Rückstände betragen mit  $2,4 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  bzw.  $5,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  nur annähernd ein Hundertstel des ersten Versuchs. Auch hier zeigte sich das typische Penetrationsverhalten einschließlich einer Verlagerung des Wirkstoffs in tiefere Bodenschichten und im Falle des leaching-Tests der Austritt aus der Säule. Bei der „aged“-Variante konnte ein deutlicher

Abbau des Wirkstoffs beobachtet werden. Auch wenn es bei diesem Test nicht gelang, entsprechende Abbauprodukte (z. B. 2,4,5-Trichlorphenol) nachzuweisen, ist doch der Beweis erbracht, daß mit einer einfachen Labormethode Fragen des Abbaus und der Penetration nebeneinander untersucht werden können.

3. Hygienisch-toxikologische Anforderungen zum Verhalten im Boden

Zur Beurteilung des Rückstandsverhaltens der PSM und MBP im Boden werden von dem Expertengremium der FAO (o. V., 1979) Grund- und Zusatzdaten gefordert, die für die Zulassung vorzulegen sind (BEITZ u. a., 1985). Zu den Grunddaten zählen (o. V., 1982a):

- Wasserlöslichkeit,
  - Verteilungskoeffizient zwischen Oktanol und Wasser,
  - Flüchtigkeit,
  - Adsorptions- und Desorptionsverhalten im Boden sowie
  - photochemische, chemische und biologische Abbaubarkeit.
- Sie sind durch Zusatzdaten zu ergänzen, die
- den Abbau im Boden sowie
  - die Migrationsfähigkeit im Boden

charakterisieren. Geht aus diesen Untersuchungsergebnissen hervor, daß der Wirkstoff eine hohe Persistenz im Boden aufweist, werden Daten zu seinem Einfluß auf die Bodenfruchtbarkeit (z. B. Bodenatmung, Nitrifikationsprozesse, Regenwurmtoxizität) gefordert, um auch diese Seite der Nebenwirkungen zu charakterisieren.

Diese Empfehlungen der FAO sind ein Teil der 1982 verabschiedeten Anforderungen für die Registrierung von PSM, die zu einer Vereinheitlichung zwischen den Ländern beitragen sollten. Sie haben aber keine entscheidenden Auswirkungen auf die europäischen Staaten gezeigt, und heute sind die Unterschiede zwischen den Ländern eher gestiegen als gesunken. Daran haben auch die für die OECD-Länder erarbeiteten Richtlinien (o. V., 1982b) nichts ändern können, und derzeit gelten die Niederlande als das Land mit den höchsten Anforderungen an Unterlagen zum Verhalten von PSM und MBP in Boden und Wasser.

Die positiven Seiten dieser Entwicklung tragen zweifelsohne zu einer höheren Sicherheit für den Menschen und seine Umwelt vor toxikologischen Risiken durch diese Agrochemikalien bei. Das war auch ein Grund, daß die 1974 für die DDR und VRP erarbeiteten „Hygienisch-toxikologischen Anforderungen“ (o. V., 1976) aktualisiert wurden. Klarer auf die Anwendungsgebiete und den daraus erwachsenden potentiellen Kontaminationsgrad unserer Umwelt ausgerichtet, sind neue

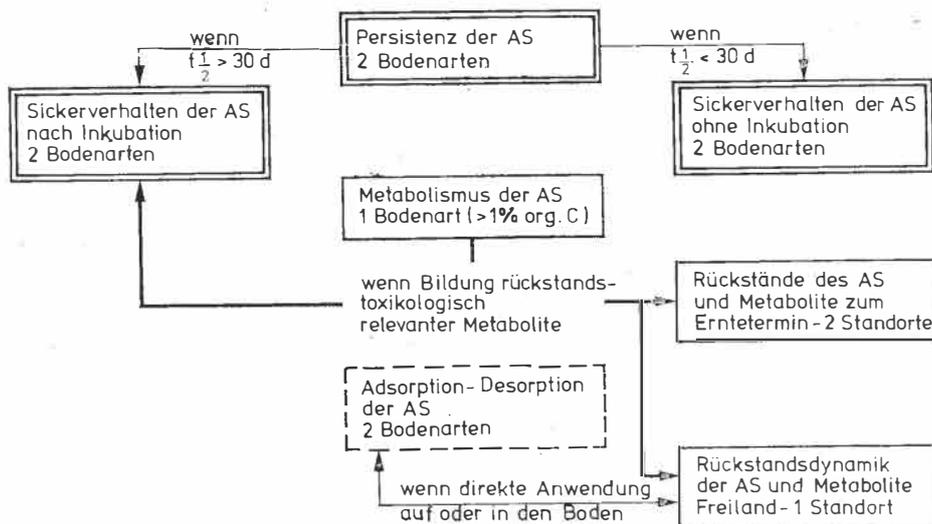


Abb. 3: Anforderungen zur Charakterisierung des Rückstandsverhaltens von PSM im Boden (= Grunddaten, — ergänzende Daten, --- gewünschte Daten; AS - Wirkstoff)  
Anmerkung: Zeichen „größer als“ und „kleiner als“ sind zu vertauschen

Tabelle 3

Charakterisierung der ökologischen Wirkungen im Boden

| Untersuchungsrichtung  | Anforderung   | Kriterien   |
|------------------------|---|---|
| Bodenatmung            | Präparat<br>zwei Bodenarten<br>normale und 5fache<br>Aufwandmenge | obligatorisch:<br>Anwendung direkt auf oder<br>in den Boden<br>$t_{1/2} > 30$ d |
| Nitrifikationsprozesse | Präparat<br>zwei Bodenarten<br>maximal mögliche<br>Aufwandmenge   | wünschenswert:<br>Anwendung direkt auf oder<br>in den Boden                     |
| Regenwurmtoxizität     | Präparat<br>maximal mögliche<br>Aufwandmenge                      | wünschenswert:<br>Anwendung im Freiland<br>$t_{1/2} > 30$ d                     |

Erkenntnisse zu Untersuchungsmethoden aufgenommen und als Anforderung zur Vorlage entsprechender Daten ausgewiesen worden. Das betrifft vor allem die stärkere Beachtung des mikrobiellen Abbaus in Boden und Wasser im Zusammenspiel mit Adsorptions- und Desorptionsvorgängen. So weist der in Abschnitt 2 beschriebene aged-leaching-Test für mikrobiologisch gut abbaubare Wirkstoffe eine größere Praxisrelevanz auf. Das zeigt sich an den mit 2,4,5-T und weiteren Wirkstoffen erhaltenen Ergebnissen.

Die Ermittlung des Adsorptions- und Desorptionsverhaltens liefert wichtige Hinweise zum Migrationsverhalten sowie dem Auftreten von gebundenen Rückständen im Boden. Deshalb sollten diese Untersuchungen stets durchgeführt und nicht nur als wünschenswerte Daten betrachtet werden.

In Abbildung 3 ist das neu erarbeitete Schema der vorzulegenden Daten dargestellt, in dem die an zwei Bodenarten geforderten Untersuchungen stets an den gleichen charakterisierten Böden (z. B. Sandboden und Lehmboden mit den in der Methode beschriebenen Parametern) zu erfolgen haben. Für persistente Wirkstoffe sind aus ökotoxikologischer Sicht die in Tabelle 3 enthaltenen Daten zu erarbeiten und vorzulegen, da sie aus der Sicht einer möglichen Beeinflussung der Bodenfruchtbarkeit wichtige Informationen vermitteln.

#### 4. Zusammenfassung

Die bei der Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen möglichen Auswirkungen auf den Boden werden genannt. Es erfolgt eine Einschätzung zum Einsatz von Herbiziden in der DDR. Die national bestehenden ökotoxikologischen Anforderungen für die staatliche Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse werden mit internationalen Empfehlungen verglichen. Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen Untersuchungen zum Verhalten von Pflanzenschutzmitteln im Boden. Die dabei zur Verfügung stehenden Methoden werden einer eingehenden Wertung unterzogen. An ausgewählten Beispielen von leaching- bzw. aged-leaching-Tests mittels Bodensäulen werden Möglichkeiten zur Klärung von Umweltrisiken aufgezeigt. Die ermittelten Ergebnisse werden für Herbizide aus der Gruppe der Phenoxyalkansäuren erläutert.

#### Резюме

Требования к изучению характеристики судьбы остаточных количеств пестицидов в почве

Рассматривается возможное при проведении мероприятий по защите растений влияние на почву. Проводится оценка при-

менения гербицидов в ГДР. Сравниваются национальные экотоксикологические требования к регистрации пестицидов и средств управления биологическими процессами с международными рекомендациями. В центре внимания – изучение судьбы пестицидов в почве. Применяемые при этом методы изучения подробно оцениваются. На примере некоторых методов, как „leaching-“ или „aged-leaching-test“, проводимых с помощью колонок почвы указывается на возможности определения опасности для окружающей среды. Полученные результаты рассматриваются для гербицидов из группы феноксиалкановых кислот.

#### Summary

Demands on studies to characterise the fate of plant protection chemicals in soil

An outline is given of potential effects of plant protection chemicals on soil. This is followed by the assessment of the use of herbicides in the German Democratic Republic. The national ecological and toxicological demands that have to be met for official approval of plant protection chemicals and bioregulators are compared with international recommendations. The considerations are focussed on studies of the fate of plant protection chemicals in soil, and the methods available for that purpose are rated thoroughly. Examples of leaching tests and aged-leaching tests with soil cores, are quoted to outline possibilities of clearing up environmental risks. The results are explained for phenoxyalkane acid herbicides.

#### Literatur

- BEITZ, H.; RIEDEL, B.; GRÜN, G.: Internationale und nationale ökotoxikologische Anforderungen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 39 (1985), S. 157–160
- FÜHR, F.; KLOSKOWSKI, R.; BURAUDEL, P.-W.: Bedeutung der gebundenen Rückstände. In: Pflanzenschutzmittel und Boden. Berichte über Landwirtschaft 198. Sonderheft. Hamburg u. Berlin, Verl. Paul Parey, 1985
- KÖNNIG, M.; LINK, V.; SIEBER, K.: Rückstandsverhalten von Bromuron in Boden und Pflanzen. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 41 (1987), S. 55–57
- PESTEMER, W.: Herbiziddynamik im Boden. In: Pflanzenschutzmittel und Boden. Berichte über Landwirtschaft 198. Sonderheft. Hamburg u. Berlin, Verl. Paul Parey, 1985
- ROBERTS, H. A.: Weed Control Handbook: Principles. 7th edition Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne: Blackwell Sci. Publ., 1982
- SMITH, A. E.: Relative persistence of di- and tri-chloro-phenoxy alkanic acid herbicides in Saskatchewan soils. Weed Res. 18 (1978) 5, S. 275–279
- o. V.: Hygienisch-toxikologische Anforderungen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse in der DDR und VRP. Kleinmachnow u. Pszczyna, 1976
- o. V.: Expert Consultation on Environmental. Criteria for Registration of Pesticides. FAO, Rom, 1979
- o. V.: Report of Second Government Consultation on International Harmonization of Pesticide Registration Requirements. FAO, Rom, 1982 a
- o. V.: Guidelines for Testing of Chemicals. OECD, Paris, 1982 b
- o. V.: Pflanzenschutzmittelverzeichnis der DDR 1984/85. Berlin, VEB Dt. Landwirtschafts-Verl., 1984

Anschrift der Verfasser:

Dr. H. SCHMIDT  
Prof. Dr. sc. H. BEITZ  
Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der  
Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR  
Stahnsdorfer Damm 81  
Kleinmachnow  
DDR - 1532

## Rückstandsverhalten von Bromuron im Boden und in Pflanzen

### 1. Einleitung

Der Wirkstoff Bromuron (N-[4-Bromphenyl]-N', N'-dimethylharnstoff) ist zur Unkrautbekämpfung in Kartoffeln im Voraufbauverfahren vorgesehen. Die staatliche Zulassung erfolgte für das Kombinationspräparat FL 483, das neben Bromuron noch den Wirkstoff Prometryn enthält, sowie für die Tankmischung aus dem Bromuronpräparat FL 173 mit dem Propachlor-Spritzpulver Satecid 65 WP zur Anwendung in Kartoffelkulturen. Die Aufwandmengen betragen 1,5 bis 2 kg/ha für FL 483 und für die Tankmischung 2 bis 2,5 kg/ha FL 173 mit 3 kg/ha Satecid.

Es war erforderlich, die Rückstandsbildung von Bromuron gemäß Methodenkatalog (o. V., 1976) in Pflanzen und Boden zu ermitteln. Auf Grund der Anwendungsspezifität der Bromuronpräparate beschränkten sich die Untersuchungen in Kartoffeln auf die Bestimmung der Rückstände zum Erntezeitpunkt (BEITZ, 1985). Die Untersuchungen zum Verhalten im Boden wurden dagegen auf die Problematik der Persistenzbeeinflussung von Bromuron durch die Wirkstoffe Prometryn, Simazin und Propachlor erweitert. Um den Verbleib des Bromurons im Boden vollständig zu erfassen, wurden die Labor- und ein Teil der Freilandversuche unter Verwendung von (Ring-<sup>14</sup>C)-Bromuron (nachfolgend als <sup>14</sup>C-Bromuron bezeichnet) durchgeführt.

### 2. Verhalten im Boden

Zur Rückstandsbestimmung von Bromuron im Boden wurde eine Analysenmethode erarbeitet. Prinzipiell wird die Bodenprobe mit Methanol extrahiert und im gereinigten Extrakt nach dünnstichtchromatographischer Auftrennung über den visuellen Fleckenvergleich der Wirkstoffanteile bestimmt. Die Nachweisgrenzen dieser Methode und der für Kartoffeln, Möhren und Wasser erarbeiteten Methoden sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die radioaktiven Konzentrationen der Tracerexperimente wurden durch Flüssigkeitsszintillationspektrometrie gemessen. Die chromatographische Charakterisierung erfolgte mittels Dünnschichtscanner.

#### 2.1. Persistenz und Einwaschung im Laborversuch

Zur Ermittlung der Persistenz unter Labormodellbedingungen wurden die Präparate ohne und mit Zweitwirkstoff jeweils nach Zusatz von <sup>14</sup>C-Bromuron untersucht. Die Applikation und Versuchsdurchführung erfolgten entsprechend Anlage 10 des Methodenkatalogs (o. V., 1976).

Zum Probenahmezeitpunkt wurden Doppelproben mit Methanol extrahiert und die radioaktive Menge gemessen. Zur

Unterscheidung, ob es sich um unveränderten Wirkstoff oder Transformationsprodukte handelt, wurden Extraktanteile mit den drei Laufmitteln Chloroform/Aceton 21:1, Ethylacetat, Ethanol/Toluol 2,33:1 chromatographiert. Die Auswertung zeigte, daß der Anteil eines Transformationsproduktes während der Versuchszeit zunahm, aber nach 68 Tagen nur 4 % der Applikationsmenge betrug. Dieser Anteil wurde nicht weiter untersucht. Die Einzelergebnisse zur Verweildauer von Bromuron im Boden sind als Halbwertszeit in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die experimentellen Arbeiten zur Einwaschung erfolgten nach verbesserter Methodik der Anlage 10 des Methodenkatalogs. So wurden die 30 cm hohen Säulen nicht aus längs geteilten Plastschalen, sondern aus 6 je 5 cm hohen Plastringen mit einem Innendurchmesser von 5 cm zusammengesetzt. Verwendet wurde Lehmboden vom Standort Olvenstedt und Sandboden vom Standort Dahlewitz, deren Kurzcharakteristiken bei SIEBER (1981) angegeben sind. Die Präparate wurden mit Zusatz von <sup>14</sup>C-Bromuron appliziert. Nach Bewässerung mit insgesamt 200 mm Niederschlag wurden die Bodensäulen geteilt und der Boden des jeweiligen Säulenabschnitts sowie das Sickerwasser auf Bromuronrückstände analysiert. Im Ergebnis dieser Einwaschversuche war Bromuron im Lehmboden in den oberen 5 cm konzentriert, während das Maximum im Sandboden in einer Bodentiefe von 5 bis 10 cm lag. Eine Durchwaschung erfolgte nicht. Bromuron muß somit zu den wenig oder gering mobilen Substanzen gerechnet werden.

#### 2.2. Die Persistenz unter Freilandbedingungen

Im Anschluß an die Laborversuche wurde nach Anlage 26 des Methodenkatalogs ein Kastenversuch unter Verwendung von <sup>14</sup>C-Bromuron angelegt. Die Probenahme erfolgte mit einem Bohrstock, anfangs 14täglich, später im Abstand von 4 Wochen. Die Auswertung zeigte, daß auch unter Freilandbedingungen die Konzentration des Transformationsproduktes gering zunahm. Dieser Anteil wurde nicht weiter untersucht. Die aus Labor- und Freilanduntersuchungen ermittelten Halbwertszeiten sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Beim Vergleich ist erkennbar, daß die Ergebnisse zur Persistenz von Bromuron (FL 173) im Boden unter Labor- und Freilandbedingungen übereinstimmen. Durch die Kombinationswirkstoffe Prometryn, Simazin und Propachlor wurde nur geringer Einfluß auf die Persistenz von Bromuron festgestellt. Eine Verkürzung der Halbwertszeit um 24 Tage ergab sich bei dem Praxisversuch mit gleichzeitigem Kartoffelanbau.

#### 2.3. Rückstandsdynamik im Boden

Auf Grund der ermittelten Halbwertszeit war es notwendig, die Rückstandsdynamik von Bromuron im Boden bei Pflanzenbewuchs auf 200-m<sup>2</sup>-Parzellen zu ermitteln. Zur Anwen-

Tabelle 1

Methoden zur Bestimmung von Bromuronrückständen

| Substrat   | Nachweisgrenze<br>mg/kg  | Wiedergewinnung<br>% |
|------------|--------------------------|----------------------|
| Kartoffeln | 0,02                     | 75                   |
| Kartoffeln | 0,001 ( <sup>14</sup> C) | 90                   |
| Möhren     | 0,05                     | 80                   |
| Boden      | 0,05                     | 75                   |
| Boden      | 0,001 ( <sup>14</sup> C) | 90                   |
| Wasser     | 0,01                     | 85                   |

Tabelle 2

Halbwertszeiten von Bromuron im Boden

|          | Bromuron<br>Tage | Bromuron +<br>Simazin<br>Tage | Bromuron +<br>Prometryn<br>Tage | Bromuron +<br>Propachlor<br>Tage |
|----------|------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Labor    | 118              | 120                           | 116                             | 120                              |
| Freiland | 112              | —                             | 92                              | —                                |

Tabelle 3

Rückstandsdynamik von Bromuron im Boden

| Datum       | Versuchszeit<br>Tage | Labor 1<br>mg/kg | Labor 2<br>mg/kg |
|-------------|----------------------|------------------|------------------|
| 25. 5. 1984 | 0                    | 0,16             | 0,22             |
| 6. 7. 1984  | 42                   | 0,14             | 0,11             |
| 26. 7. 1984 | 62                   | 0,08             | 0,11             |
| 20. 8. 1984 | 87                   | 0,08             | 0,11             |
| 19. 9. 1984 | 117                  | 0,06             | 0,08             |

dung kam das Präparat FL 483 mit 3 kg/ha Aufwandmenge in Voraufbehandlung von mittelspäten Kartoffeln. Die Rückstandsbestimmung erfolgte zu 5 Terminen. In Tabelle 3 sind die Mittelwerte der Bestimmungen zusammengefaßt. Daraus ist ersichtlich, daß zum Erntezeitpunkt mit der Rückstandsmethode (Tab. 1) im Boden Bromuronrückstände von durchschnittlich 0,07 mg/kg ermittelt wurden.

#### 2.4. Gebundene Rückstände

Weitere Untersuchungen zum Verhalten von Bromuron im Boden, über die Forderungen des Methodenkatalogs hinausgehend, zeigten, daß in Abhängigkeit von der Versuchszeit sowohl bei den Labor- als auch Freilandversuchen gebundene Rückstände gebildet werden. Diese konnten nicht nach der beschriebenen Rückstandsmethode isoliert werden, auch wenn die Extraktion mehrmals wiederholt wurde oder ein Lösungsmittel anderer Polarität zum Einsatz kam. Die quantitative Bestimmung dieser gebundenen Rückstände erfolgte über die <sup>14</sup>C-Markierung, indem der Gesamtkohlenstoff der Bodenprobe oxidiert und der dabei entstehende <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>-Anteil im Szintillationsspektrometer gemessen wurde.

So betrug beispielsweise in der nach 120 Tagen Versuchszeit aus dem Freilandkasten entnommenen Bodenprobe der gebundene Anteil 38 % der Applikationsmenge. Ob es sich um Bromuron oder dessen Transformationsprodukte handelt, kann mit der Gesamt-<sup>14</sup>C-Bestimmung nicht ausgesagt werden. Es gelang aber durch Einwirkung eines Gemisches von Acetonitril/Wasser (7:3) über 118 Tage auf diese Bodenprobe, etwa 1/4 der gebundenen Radioaktivität freizusetzen, die dünnschichtchromatographisch als <sup>14</sup>C-Bromuron charakterisiert werden konnte. Die Art der Bindung bzw. chemischen Struktur der noch im Boden verbliebenen Radioaktivitätsmenge wurde noch nicht aufgeklärt.

Die Labormodelluntersuchungen ergaben vergleichbare Ergebnisse zur Problematik der gebundenen Rückstände. Die erweiterten Bodenuntersuchungen mit Hilfe der Tracertechnik zeigen die Grenzen der herkömmlichen Analysemethoden für die Bestimmung der Rückstandshöhe von Pflanzenschutzmitteln im Boden. Es macht sich zukünftig erforderlich, Methoden auszuarbeiten, die es erlauben, den im gebundenen Anteil vorhandenen Wirkstoff zu bestimmen.

Tabelle 4

Ergebnisse der Rückstandsbestimmungen in Kartoffeln

| Wirkstoffe                           | Standorte  | Sorte      | Applikation | Versuchszeit<br>Tage | Rückstände<br>in mg/kg |
|--------------------------------------|--|------------|-------------|----------------------|------------------------|
| <sup>14</sup> C-Bromuron<br>Bromuron | Magdeburg<br>Cunnersdorf +<br>Coblenz +<br>Rosenow   | 'Mariella' | Mai 1975    | 120                  | < 0,001                |
|                                      |  |            | Mai 1975    | 120                  | < 0,02                 |
| Bromuron +<br>Propachlor             | Cunnersdorf +<br>Coblenz +<br>Trossin +<br>Kötzschau | 'Adretta'  | Mai 1978    | 110                  | < 0,02<br>< 0,02       |
| Bromuron +<br>Prometryn              | Magdeburg  | 'Adretta'  | Mai 1984    | 110                  | < 0,02<br>< 0,02       |

### 3. Rückstände in Ernteprodukten

In die mehrjährigen Untersuchungen zur Ermittlung der Rückstände in Kartoffeln zum Erntezeitpunkt wurden auch Kombinationspräparate mit einbezogen. Einen Überblick gibt Tabelle 4, der zu entnehmen ist, daß nach Voraufbehandlung der Bromuronpräparate Rückstände an Bromuron oder seiner Zweitkomponenten nicht nachweisbar waren. Die Rückstandsbestimmung von Propachlor erfolgte nach WENZEL (1985) und von Triazinen nach der TGL 27 796/7 (o. V., 1972). Da im Boden zum Erntezeitpunkt der Kartoffeln Bromuronrückstände gefunden wurden, mußte die Möglichkeit der Aufnehmbarkeit durch Pflanzen untersucht werden. Entsprechend Anlage 26 des Methodenkatalogs wurden Nachanbauversuche mit Möhren angelegt. In den geernteten Möhren waren keine Rückstände nachweisbar.

### 4. Zusammenfassung

Für den Wirkstoff Bromuron werden Rückstandsmethoden zur Bestimmung in Kartoffeln, Möhren, Boden und Wasser vorgestellt. Im Einwaschversuch erreichte der Wirkstoff nach 200 mm Niederschlag nur eine geringe Bodentiefe. Die Halbwertszeit von Bromuron im Boden wurde im Labor und Freiland mit 120 Tagen ermittelt. Eine Beeinflussung durch die Zweitkomponenten Prometryn, Simazin und Propachlor wurde nicht festgestellt. Mittels <sup>14</sup>C-Tracertechnik wurden in Abhängigkeit von der Versuchszeit gebundene Rückstände im Boden ermittelt. Im Praxisversuch wurden nach 120 Tagen Versuchszeit Bromuronrückstände von 0,07 mg/kg im Boden gefunden. Die nach Voraufbehandlung geernteten Kartoffeln waren ebenso rückstandsfrei, wie die im Nachanbauversuch geernteten Möhren.

#### Резюме

Судьба остаточных количеств бромурона в почве и растениях приводятся методы для определения остаточных количеств бромурона в картофеле, моркови, почве и воде. В опытах с внесением 200 мм осадков действующее вещество вымывалось лишь в незначительную глубину почвы. В лабораторных и в полевых условиях время полураспада бромурона в почве составило 120 дней. Влияние со стороны вторичных компонентов прометрин, симазин и пропахлор не было установлено. В зависимости от продолжительности опытов были выявлены связанные остаточные количества бромурона в почве с помощью метода, меченого по C<sub>14</sub>. В производственных условиях при продолжительности опыта 120 дней обнаруженные в почве остаточные количества бромурона составили 0,07 мг/кг. Ни при собранном после дождя применении препарата картофеля, ни при моркови, возделываемой как последовательная культура, никаких остатков бромурона не было найдено.

#### Summary

The fate of bromuron in soil and plants

Methods are outlined for determining bromuron residues in potatoes, carrots, soil and water. In the leaching test, 200 mm of precipitation did not bring that active principle to a great depth. The half-life of bromuron in soil was found to be 120 days both in laboratory tests and in field trials. It was not influenced by prometryne, simazine and propachlor that had been the second components in the tank mix. The <sup>14</sup>C tracer technique was applied for determining fixed residues in the soil in dependence on the test period. In practice test, the concentration of bromuron residues in soil was 0.07 mg/kg after 120 days. No residues were found in potatoes harvested after pre-emergence treatment, or in the subsequent carrot crop.

## Literatur

- BEITZ, H.: Das Rückstandsverhalten von PSM und MBP – eine Grundlage für die rückstandstoxikologische Bewertung. speziell psm 3/3 (1985), S. 8–16
- SIEBER, K.: Zum Rückstandsverhalten des Mehltaufungizids Falimorph. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 35 (1981), S. 135–137
- WENZEL, K. D.: Zum Herbizid Propachlor-<sup>14</sup>C-Synthese. toxikologische Fragen sowie methodische Untersuchungen zur Rückstandsbestimmung bei Mais, Kartoffeln, Wasser und Boden. Die Nahrung 29 (1985), S. 369–373
- o. V.: Rückstände von Pflanzenschutzmitteln und Wachstumsregulatoren, Bestimmung von Triazininen. TGL 27796/7, November 1972
- o. V.: Hygienisch-toxikologische Anforderungen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse in der DDR und VRP. Kleinmachnow und Pszczyna, 1976

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Chem. M. KÖNNIG

Dr. V. LINK

Dr. K. SIEBER

VEB Fahlberg-List Magdeburg – Kombinat Agrochemie

Alt Salbke 60–63

Magdeburg

DDR - 3013

Bezirksinstitut für Veterinärwesen Dresden und Institut für Getreideforschung Bernburg-Hadmersleben der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Heiner DRECHSLER und Walter KLEIN

## Untersuchungen zum Rückstandsverhalten von Diquat auf Futterkulturen

### 1. Das Pflanzenschutzmittel Diquat

In den 50er Jahren wurde erkannt, daß das 1,1'-Ethylen-2,2'-bipyridylium-Kation eine phytotoxische Wirkung besitzt. Seitdem wird diese Verbindung unter dem common name Diquat als Herbizid und als Sikkationsmittel eingesetzt. Charakteristisch für dieses Kation ist, daß es leicht reduziert werden kann und in der reduzierten Form als stabiles, freies Radikal vorliegt.

Auf Grund dieses Reaktionsmechanismus kann das Diquat direkt in das Redoxsystem der Photosynthese eingreifen und die phytotoxische Wirkung auslösen (AKHAVEIN und LINS-COTT, 1968).

Als weitere typische Eigenschaft des Diquat sei seine feste adsorptive Bindung an polare Stoffe erwähnt. Die Adsorption ist z. B. im Boden so fest, daß es durch Wasser und auch Wurzelausscheidungen nicht eluierbar ist und somit biologisch unwirksam wird. Aus Pflanzenteilen läßt es sich nur bei stark saurem pH-Wert extrahieren.

Rückstände von Diquat auf lebenden Pflanzen werden in erster Linie durch photochemischen Abbau reduziert. BLACK u. a. (1966) stellten fest, daß bei Sonneneinwirkung innerhalb von einer Woche 90 % des Diquat auf der Pflanze abgebaut werden. Unbeständig ist die Verbindung außerdem im alkalischen Medium und gegen Oxydationsmittel.

Diquat ist ein Gift der Abteilung 2. In der Literatur werden zur akuten oralen Toxizität LD<sub>50</sub>-Werte für die Ratte von 200 bis 300, die Maus 125, das Kaninchen 100, den Hund 100 bis 200, das Rind 20 und das Huhn 200 bis 400 mg Kation pro kg Körpermasse angegeben (MAIER-BODE, 1971).

Die Diquat-Formulierung Reglone ist eine 20<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ige wäßrige Lösung des Diquat-Dibromids. Im Pflanzenschutzmittelverzeichnis der DDR sind die zugelassenen Anwendungsgebiete, die Einsatzmengen und die Karenzzeiten festgelegt.

Auch zukünftige Produktionsmethoden werden den Einsatz von Sikkationsmitteln in der sozialistischen Landwirtschaft erfordern. Neben den bisher zugelassenen Anwendungsgebieten für Reglone, wie bei der Samengewinnung in Vermehrungsbeständen, können neue Einsatzmöglichkeiten u. a. auch bei der Futtermittelproduktion erschlossen werden. Außerdem erhebt sich unter dem Gesichtspunkt, Futtermittelreserven aufzudecken, die Frage, ob und unter welchen Bedingungen mit Reglone behandelte Pflanzenteile aus bereits zugelassenen Anwendungsgebieten als Futtermittel eingesetzt werden können. Damit tritt die Problematik der Rückstandsbildung in den Vordergrund.

Die Entscheidung über den Einsatz reglonebehandelter Pflanzen als Futtermittel setzt voraus, daß der Abbau auf der Pflanze bekannt ist, daraus wissenschaftlich begründete Karenzzeiten abgeleitet und maximal zulässige Rückstandsmengen festgelegt werden, um Gesundheitsschäden oder Leistungsdepressionen bei den Tieren zu verhindern.

Als Beitrag zu dieser Problematik wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt.

### 2. Untersuchungsmethode

In Anlehnung an die von MAIER-BODE (1974) sowie BEYER und BOTHE (1973) beschriebenen Methoden wurden die Diquatbestimmungen auf folgende Weise durchgeführt:

#### Extraktion

25 bis 100 g zerkleinertes Untersuchungsmaterial werden mit 200 bis 300 ml 2 N Schwefelsäure versetzt und am Rückflußkühler 5 Stunden unter gelegentlichem Umschwenken gekocht. Nach dem Erkalten wird der Extrakt abfiltriert und der Rückstand mit etwa 100 ml destilliertem Wasser in mehreren Portionen ausgewaschen. Das Filtrat einschließlich Waschwasser wird mit 10 N Natronlauge auf den pH-Wert 7 bis 8 eingestellt und danach mit 50 ml 5<sup>0</sup>/<sub>10</sub>iger Chelaplex-III-Lösung versetzt, so daß ein pH-Wert zwischen 5 und 7 erreicht wird. Nach der Chelaplexzugabe kann der Extrakt bei starker Ausfällung erneut filtriert werden.

#### Extraktreinigung

Eine Ionenaustauschersäule ist wie folgt vorzubereiten: In die Chromatographiesäule (Durchmesser 13 mm) werden auf Glaswatte 3,5 g Kationenaustauscher Wofatit KPS mit destilliertem Wasser eingeschwenkt und anschließend nacheinander 50 ml heißes Methanol, 10 ml destilliertes Wasser, 50 ml kalt gesättigte Natriumchloridlösung und 25 ml destilliertes Wasser mit einer Ablaufgeschwindigkeit von 1 bis 2 Tropfen pro Sekunde über die Säule geschickt.

Über die so vorbereitete Säule wird der Extrakt mit der gleichen Ablaufgeschwindigkeit gegeben. Danach wird das Austauscherharz mit 200 ml destilliertem Wasser von 60 °C gewaschen und anschließend das Diquat mit 100 ml Ammoniumchloridlösung (37,5 g NH<sub>4</sub>Cl/100 ml destilliertes Wasser) eluiert.

## Bestimmung

Von dem in einem 100-ml-Maßkolben aufgefangenen und mit Ammoniumchloridlösung aufgefüllten Eluat werden 10 ml entnommen und in einem Reagenzglas mit Schliffstopfen mit 2 ml frisch bereiteter Natriumdithionitlösung (1 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> p.a./100 ml 0,5 N NaOH) versetzt und gut durchmischt. Innerhalb von zwei Minuten wird die Extinktion bei 379 nm in 5-cm-Küvetten gegen einen Leerwert (10 ml Ammoniumchloridlösung statt Eluat) gemessen.

## Auswertung

Die Auswertung erfolgt mit Hilfe einer Eichkurve. Zur Aufstellung der Eichkurve werden jeweils 10 ml Ammoniumchloridlösung mit 1 bis 20 µg Diquat-Kation versetzt und die Lösung wie oben beschrieben behandelt. Die erhaltenen Extinktionen werden gegen die Konzentrationen in einem Koordinatensystem aufgetragen.

Die Erfassungsgrenze der Methode beträgt 0,05 mg/kg. Die Wiederfindungsraten sind vom Untersuchungsmaterial abhängig und schwanken bei Zusätzen von 1 bis 10 mg/kg zwischen 65 und 80 %. Bei der Bestimmung sollte generell gleiches Pflanzenmaterial, das nicht mit Diquat kontaminiert ist, mit bekannten Diquatmengen versetzt und parallel untersucht werden, um die Wiederfindungsrate zu ermitteln.

### 3. Untersuchungen zum Rückstandsverhalten von Diquat

Im folgenden werden die Ergebnisse von Untersuchungen dargestellt, die unter der Fragestellung

- Abbau von Diquat in Kleestroh bei der Lagerung,
- Rückstandskonzentrationen in Rapsstroh bei der mit Diquatanwendung verbundenen Erntetechnologie und
- Rückstandsbildung von Diquat in Ackerbohnen durchgeführt wurden.

Die Ergebnisse sollen die Grundlage für die Entscheidung über einen möglichen Einsatz behandelter Pflanzenteile als Futtermittel und für die Festlegung begründeter Karenzzeiten nach Diquateinsatz bilden.

#### 3.1. Verhalten von Diquatrückständen auf Rotklee- und Rapsstroh bei der Lagerung

In den Jahren 1975 und 1976 wurden mit Unterstützung des Pflanzenschutzamtes Dresden Untersuchungen zum Verhalten von Diquatrückständen auf Rotkleestroh durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden in den genannten Jahren jeweils zwei 25 bis 30 ha große Rotkleeschläge der Sorte 'Marino' mit Reglone in einer Aufwandmenge von 3 l/ha mit Bodengeräten 7 Tage vor dem Drusch behandelt. Nach dem Drusch verblieb das Stroh noch 4 (1975) bzw. 7 Tage (1976) auf dem Feld. Anschließend wurde es bei etwa 20 °C und 60 % relative Luftfeuchtigkeit gelagert, wobei es keiner direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt war. 1976 wurde Stroh vom Schlag 2 parallel unter Ausschluß des Sonnenlichtes (Tab. 1, Schlag 2a) und ohne Ausschluß des Sonnenlichtes, aber hinter Glas (Tab. 1, Schlag 2b), unter sonst gleichen Bedingungen gelagert.

In zunächst zweiwöchigen, später größeren Abständen wurden Strohproben entnommen und die Diquatkonzentration bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Untersuchungen in den beiden Jahren zeigen übereinstimmend, daß Diquatrückstände auf Rotkleestroh bei trockener Lagerung ohne direkte Sonnenbestrahlung im Zeitraum von mindestens acht Monaten nicht merklich abgebaut werden. Die Differenzen der Werte innerhalb einer Untersuchungsreihe sind durch die Probenahme und die methodisch bedingte Fehlerbreite der Ergebnisse zu erklären. Bei der Lagerung des Rotkleestrohs unter Sonneneinstrahlung, hinter

Tabelle 1

Bestimmung der Diquatrückstände in Rotkleestroh während der Lagerung

| Untersuchungszeitpunkt<br>(Wochen nach<br>Reglone-<br>behandlung) | Untersuchungsmaterial                    | Diquatrückstände<br>(mg/kg Trockenmasse) |      |                |     |     |
|---|--|--|------|----------------|-----|-----|
|   |  | 1975<br>Schlag                           |      | 1976<br>Schlag |     |     |
|   |  | 1  | 2    | 1              | 2a  | 2b  |
| 0   | Rotklee direkt nach<br>Reglonebehandlung |  |      |                |     |     |
| 2   | Stroh zum Zeitpunkt der<br>Einlagerung   |  | 51,4 |                |     |     |
| 4   | Stroh aus Lager                          | 2,4                                      | 1,1  | 5,1            | 5,8 | 5,8 |
| 6   |  | 2,4                                      | 2,7  | 5,7            | 7,2 |     |
| 8   |  | 2,2                                      | 2,2  | 5,9            | 7,0 |     |
| 10  |  | 2,5                                      | 1,8  |                |     |     |
| 15  |  | 3,3                                      | 2,4  | 5,3            | 7,2 | 6,0 |
| 20  |  |  |      | 5,9            | 8,3 |     |
| 25  |  | 2,7                                      | 2,5  | 5,7            | 7,0 | 5,9 |
| 30  |  |  |      | 6,4            | 7,2 | 5,7 |
| 35  |  | 3,2                                      | 2,7  | 5,9            | 6,6 |     |
|   |  |  |      | 5,1            | 6,4 | 6,4 |

Glas (Versuch 1976, Schlag 2b) ist ebenfalls kein Diquatabbau zu beobachten. Wahrscheinlich ist für den photochemischen Abbau der durch das Glas absorbierte kurzwellige Anteil des Sonnenlichtes unbedingt erforderlich. Ein deutlicher Konzentrationsabfall trat nur während der Verweilzeit der behandelten Pflanzen auf dem Feld ein. Dieser Zeitraum (August/September) zeichnete sich in beiden Jahren durch sonnenreiches Wetter aus. Bei der Interpretation der in den Pflanzen nach der Behandlung und im Stroh gefundenen Diquatkonzentrationen muß allerdings berücksichtigt werden, daß durch den Drusch die stark diquathaltigen Blattreste und Samenstände entfernt wurden und dadurch die Werte nicht direkt vergleichbar sind.

Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen kann aus den Ergebnissen, die im Einklang mit aus der Literatur bekannten Untersuchungen stehen, die Schlußfolgerung gezogen werden, daß Diquatrückstände auf Pflanzen nur durch photochemischen Abbau vermindert werden und auch eine längere Lagerung bei Ausschluß des Sonnenlichtes keinen rückstandsmindernden Einfluß bewirkt.

In den Jahren 1979 bis 1982 wurden routinemäßig 28 Strohproben von Rotkleeermehrungsbeständen, die entsprechend den Festlegungen im Pflanzenschutzmittelverzeichnis der DDR mit Reglone behandelt waren, nach Ablauf der Karenzzeit von 7 Tagen auf Rückstände untersucht. Dabei wurde eine durchschnittliche Diquatkonzentration von 5,5 mg/kg Trockenmasse (Schwankungen zwischen 2,0 und 11,0 mg/kg) ermittelt.

1979 wurde die Rückstandsbildung von Diquat auf Rapsstroh im Feldversuch untersucht. Zu diesem Zweck erfolgte 7 Tage vor der Ernte die Behandlung von fünf Rapsschlägen mit Reglone in einer Aufwandmenge von 3 l/ha. Die nach der Ernte im Stroh durchgeführten Rückstandsuntersuchungen ergaben einen mittleren Diquatgehalt von 14,0 mg/kg Trockenmasse, wobei sich die Einzelwerte zwischen 8,0 und 21,3 mg/kg bewegten. Diese Werte liegen etwas höher als die in Rotklee ermittelten. Die Ursachen dafür sind weniger in pflanzenmorphologischen als vielmehr in klimatischen Einflüssen zu sehen. In der Zeit zwischen Behandlung und Ernte des Rapses war regnerisches, sonnenscheinarmes Wetter vorherrschend.

An dieser Stelle soll erwähnt werden, daß einige wenige Versuchsergebnisse darauf hinweisen, daß auch bei der Silierung Diquatrückstände nicht abgebaut werden.

#### 3.2. Rückstandsbildung von Diquat auf Ackerbohnen

Die Samen von Ackerbohnen können als eiweißreiche Mischfutterkomponente vor allem in der Schweinefütterung vorteilhaft eingesetzt werden. Eine rationelle Produktion von Ackerbohnen für diesen Zweck ist aber nur dann möglich, wenn die Bohnen zu einem annähernd gleichen Zeitpunkt ausreifen und druschfähig sind. Das kann in manchen Jahren die Behandlung mit Reglone erforderlich machen.

Tabelle 2

Diquatrückstände auf Samen und Hülsen von Ackerbohnen nach Behandlung mit Reglone

| Versuch Nr.              | Versuchsjahr | Regloneaufwand (l/ha) | Zeit zwischen Behandlung und Ernte (d) | Diquatrückstände               |                                   |
|--------------------------|--------------|-----------------------|--|--------------------------------|-----------------------------------|
|                          |              |                       |  | Bohnsamen (mg/kg Trockenmasse) | Bohnenhülsen (mg/kg Trockenmasse) |
| <b>Kleinfeldversuche</b> |              |                       |  |                                |                                   |
| 1                        | 1979         | 5                     | 3                                      | n.n.*                          | 12,9                              |
| 2                        | 1979         | 5                     | 5                                      | 0,1                            | 15,1                              |
| 3                        | 1980         | 5                     | 4                                      | 0,2                            | 10,6                              |
| 4                        | 1980         | 5                     | 6                                      | 0,2                            | 11,7                              |
| <b>Großexperimente</b>   |              |                       |  |                                |                                   |
| 1.1.                     | 1979         | 5                     | 3                                      | n.n.                           | 15,0                              |
| 1.2.                     | 1979         | 5                     | 5                                      | n.n.                           | 15,6                              |
| 2.1.                     | 1980         | 3                     | 3                                      | n.n.                           | 2,7                               |
| 2.2.                     | 1980         | 3                     | 5                                      | n.n.                           | 5,2                               |

\*) n.n. = nicht nachweisbar (Erfassungsgrenze 0,1 mg/kg)

Die im folgenden durchgeführten Untersuchungen sollen Aufschluß darüber geben, ob in den Bohnsamen Diquatrückstände bei einer Reglonebehandlung auftreten.

In den Jahren 1979 und 1980 wurden sowohl Kleinfeldversuche (Parzellengröße 16 m<sup>2</sup>) als auch Großexperimente in zwei Betrieben mit der Ackerbohnenorte 'Fribo' durchgeführt. Die Behandlung der Flächen erfolgte mit der Rückenspritze (Kleinfeldversuche) bzw. mit dem Flugzeug (Großexperimente). Die eingesetzte Reglonemenge betrug 5 l/ha mit Ausnahme des Großexperimentes 1980, bei dem die Einsatzmenge auf 3 l/ha reduziert wurde. 3 bis 6 Tage nach der Behandlung mit dem Sikkationsmittel wurden die Bohnen geerntet. Das erfolgte bei den Kleinfeldversuchen mit einem Parzellenmähdrescher und bei den Großexperimenten durch Pflücken und Auslösen der Körner mit Hand.

Anschließend wurden die Proben während 2 bis 7 Tagen im Trockenschrank bei 20 bis 30 °C unter Luftumwälzung nachgetrocknet und bis zur Rückstandsuntersuchung unter Ausschluß von Sonnenlicht gelagert.

Die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen in den Bohnsamen und -hülsen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Alle Werte sind Mittelwerte aus vier parallel durchgeführten Kleinfeldversuchen bzw. vier Proben, die bei den Großexperimenten gezogen wurden.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen kann festgestellt werden, daß in den Bohnsamen keine (Großexperimente) bzw. nur sehr geringe Diquatkonzentrationen, die an der Erfassungsgrenze der Methode liegen (Kleinfeldversuche), nachweisbar sind.

Die geringen Konzentrationen, die in den Bohnsamen aus den Kleinfeldversuchen gefunden wurden, können durch eine sekundäre Kontamination mit diquathaltigem Bohnenhülensstaub bei der Ernte mit dem Parzellenmähdrescher erklärt werden. Die Diquatgehalte in den Bohnenhülsen sind dagegen erwartungsgemäß hoch. Deutlich spiegeln sich dabei verringerte Aufwandmengen in geringeren Rückstandskonzentrationen wider (vergl. Großexperiment 1 und 2). Die Untersuchungen zeigen, daß Diquat an den Bohnenhülsen adsorbiert wird und nicht bzw. in nur sehr geringen Mengen in die Samen gelangt. Eine Gefahr für die Tiere beim Einsatz dieser Bohnsamen als Mischfutterkomponente ist somit nicht zu erwarten.

#### 4. Zusammenfassung

Die Nutzung von Diquat-behandelten Ernteprodukten oder -rückständen als Futtermittel fordert die Klärung des Abbaus und der Rückstandsbildung. Die Bestimmung des Diquat in

pflanzlichem Material erfolgt kolorimetrisch nach saurer Extraktion, Extraktreinigung an einer Ionenaustauschersäule und Reduktion zum grün gefärbten Ionenradikal. Untersuchungen zum Verhalten von Diquatrückständen auf Rotklee-Stroh während der Lagerung ergaben, daß sich die Konzentration bei Ausschluß direkter Sonnenbestrahlung über acht Monate nicht verändert. Damit wurde bestätigt, daß der Diquatabbau in erster Linie auf dem Feld unter Sonneneinwirkung photochemisch erfolgt. Rückstandsuntersuchungen an Ackerbohnen zeigten, daß der Wirkstoff von den Bohnenhülsen adsorbiert wird und nicht bzw. nur in ganz geringen Konzentrationen in die Samen gelangt. Für ihre Verwendung als Futtermittel bestehen keine Bedenken.

#### Резюме

Изучение судьбы остаточных количеств диквата в кормовых культурах

Использование обработанной дикватом растениеводческой продукции и ее остатков в качестве корма требует выяснения разложения препарата и его остаточных количеств. Определение диквата в растениеводческой продукции проводится колориметрическим путем после экстракции в кислой среде, очистки вытяжки с помощью ионообменной колонки и восстановительной реакции с образованием окрашенных в зеленый цвет радикалов ионов. Изучение судьбы остаточных количеств диквата в соломе красного клевера во время хранения показало, что в случае исключения прямой радиации концентрация остаточных количеств не изменяется. Тем самым показано, что в полевых условиях под воздействием солнца разложение диквата в основном происходит фотохимическим путем. Изучение остаточных количеств в конских бобах показало, что действующее вещество поглощается бобами и совсем нет или в очень низких концентрациях попадает в семена. Поэтому их использование в качестве корма не опасно.

#### Summary

Studies of the fate of diquat on forage crops

When produce or residues from diquat-treated crops are to be fed to animals, the degradation of that active principle and the formation of residues have to be clarified first. Colorimetric analysis is applied for determination of diquat in plant material after acid extraction, extract purification with an ion exchanger column and reduction to the green ion radical. Studies of the fate of diquat on red clover straw during storage have shown that the concentration would not change over a period of eight months unless the straw was exposed to sunlight. This proves the hypothesis of the mainly photochemical degradation of diquat in the field under insolation. Residue analysis on field bean has shown that diquat is absorbed by the pods and that the seeds get contaminated but slightly or not at all. There is no risk in feeding field beans to animals.

#### Literatur

- AKHAVEIN, A. A.; LINSOTT, D. L.: The dipyrpydylum herbicides paraquat and diquat. Res. Rev. 23 (1968), S. 97-145  
 BEYER, K.-H.; BOTHE, W.: Die quantitative Bestimmung des Diquat in biologischem Material. Arch. Toxikol. 30 (1973), S. 111-114  
 BLACK, W. J. M.; CALDERBANK, A.; DOUGLAS, G.; McKENNA, R. H.: Residues in herbage and silage and feeding experiments following the use of diquat as desiccant. J. Sci. Food Agr. 17 (1966), S. 506 ff  
 MAIER-BODE, H.: Herbizide und ihre Rückstände. Stuttgart, Verl. Eugen Ulmer, 1971, S. 326  
 MAIER-BODE, H.: Methodensammlung zur Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln. Dt. Forsch.-Gesellsch., Weinheim/Bergstraße, Verl. Chemie G.m.b.H., 1974, Nr. 37

## Monitoring auf Herbizidrückstände im Wasser und Bodensediment des Miedwie-Sees und seiner Hauptzuflüsse

Unsere Gewässer werden durch die menschliche Tätigkeit nachteilig beeinflusst, da häusliche und industrielle Abwässer, Waschmittel, Düngemittel, Mineralölprodukte, das Absetzen atmosphärischer Verunreinigungen und Umweltchemikalien sie belasten. Bei den potentiellen Kontaminanten muß man auch an die Pflanzenschutzmittel (PSM) denken, die durch Dränagewässer, Auswaschen von geeigneten Flächen, den Transport mit erodierten Bodenpartikeln, ungewollte Mitbehandlung durch Abdriften sowie durch Unglücksfälle in Oberflächengewässer gelangen können. In diesen Fällen können sich die PSM auf die Biozönose des Wassers nachteilig auswirken. Die Gefährdung hängt einerseits von Gehalt und Zusammensetzung der betreffenden PSM und andererseits von der Persistenz der Wirkstoffe ab, d. h. von der Abbaubarkeit, Adsorption im Boden und damit von ihrem Versickerungs- und Abschwämmverhalten. Hierbei spielen ferner eine maßgebliche Rolle die topographische Form des Geländes, der Untergrund, seine Struktur und Zusammensetzung sowie Schichtung und Neigung zum Wasserkörper. Alle diese Faktoren, die wegen ihrer Komplexität derzeit noch nicht ganz überschaubar sind, erschweren jegliche allgemeine Voraussagen über die Gefährdung einzelner Gewässer. Vielmehr ist man darauf angewiesen, jeden einzelnen Fall einer potentiellen Bedrohung zu untersuchen, um an Hand präziser Messungen die reale Gefahr abschätzen zu können.

Besondere Aufmerksamkeit gehört den Trinkwasserschutzgebieten. In diesen ist der Einsatz chemischer Mittel erheblich eingeschränkt, nur bestimmte PSM dürfen außerhalb der unmittelbaren Schutzzone und unter Einhaltung strenger Vorsichtsmaßnahmen eingesetzt werden. Unter praktischen Bedingungen stellen manchmal nicht voraussehbare Umstände wie auch mögliche unsachgemäße Anwendungen und Handhabungen dieser Chemikalien ein gewisses Risiko dar, welches eine untragbare Kontamination des Wassers zur Folge haben kann. Deshalb ist eine periodisch durchzuführende analytische Kontrolle der PSM-Rückstände in Gewässern von größter Bedeutung für die Trinkwasserversorgung und sehr wichtig im Hinblick auf die Sicherung der Gesundheit der potentiellen Verbraucher.

Ziel der Arbeit war die analytische Überwachung auf PSM-Rückstände im Wasser und Bodensediment des Miedwie-Sees und seiner wichtigsten Zuflüsse. Die Untersuchungen, über die hier berichtet werden soll, umfassen die Jahre 1984/85.

Der in einer tiefen Ebene gelegene, natürliche Durchfluß-See hat einer Oberfläche von 3 527 ha, ist 16,2 km lang und maximal 3 160 m breit. Er wird zu 30 % mit Oberflächengewässern und zu 70 % durch Grundwasser gespeist. Der See hat vier Hauptzuflüsse, deren Wasserladungen und mittleren jährlichen Durchflußraten in Tabelle 1 zusammengestellt wurden. In den See münden auch viele Dränagegräben. Sein gesamtes

Einzugsgebiet umfaßt eine Fläche von 1 032,9 km<sup>2</sup>. 68 % davon ist Ackerland mit überwiegendem Weizen- und Weizen/Roggen-Anbau. Im See befindet sich eine Wassererfassungsstelle für ein Wasserwerk, das eine Stadt mit etwa 400 000 Einwohnern versorgt. Sein ganzes Einzugsgebiet ist deshalb in drei Wasserschutzzonen eingeteilt. Die erste (unmittelbare) umfaßt einen Umkreis von 300 m Durchmesser um die Fassungsstelle. Die zweite (engere) Schutzzone (111,3 km<sup>2</sup>) umfaßt die Gebietsstreifen um den See (bis 2,5 km) und längs der Zuflüsse (bis mehrere hundert Meter breit). Dort ist der Einsatz nur ausgewählter Herbizide gestattet. In dieser Zone wurden in der Berichtsperiode nur die in Tabelle 2 durch Ordnungszahlen 1, 2, 3, 5, 6 (nur 1984), 7, 11 gekennzeichneten Herbizide und zusätzlich auch noch Metoxuron eingesetzt. In der weiteren, dritten Zone dürfen alle in Polen registrierten Herbizide gebraucht werden.

Für die analytische Kontrolle der Herbizidrückstände im Miedwie-See wurden Meßstellen festgesetzt, deren Lage in Abbildung 1 wiedergegeben ist.. Sie befinden sich in den Mündungen der Zuflüsse Gowienica (1), Plonia (2), Ostrawica (3), Miedwinka (4) und eines größeren Dränagegrabens (5), wie auch auf dem See (6) 17 m über der Wasserfassung. An diesen Stellen wurden vom April bis November zu 11 Terminen sowohl Wasserproben von der oberen Schicht (0 bis 20 cm) als auch Bodensedimentproben, zunächst in zwei- und ab Juni in vierwöchigen Abständen, gezogen. Zusätzliche Wasserproben wurden gleichzeitig im Wasserwerk vor (7) und nach der Trinkwasserzubereitung (8) entnommen.

Die erwähnten Proben wurden auf die in Tabelle 2 zusammengestellten Herbizide (1 bis 11) untersucht. Außerdem wurde nach vorangehender Hydrolyse aliquoter Probenanteile auch auf 3,4-Dichloranilin, 3-Chlor-4-methylanilin und 3-Chlor-4-methoxyanilin als mögliche Abbau- und Reaktionsprodukte der Herbizide Linuron, Chlortoluron und Metoxuron analysiert. Die Bestimmungen wurden nach Substitution der diazotierten Aminogruppe durch Jod durchgeführt und die Ergebnisse auf die entsprechenden Aniline umgerechnet. 2,4-D und MCPA wurden als Pentafluorbenzyl-Derivate bestimmt und die Ergebnisse als freie Säuren angegeben. Alle Bestimmungen wurden gaschromatographisch durchgeführt. Die Nachweisgrenzen der Methoden sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 1

Charakteristik der Miedwie-Zuflüsse

| Meßstelle | Zufluß    | Wasserladung<br>m <sup>3</sup> · Tag <sup>-1</sup> | Durchflußrate<br>m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> |
|-----------|-----------|--|---|
| 2         | Plonia    | 180 576  | 1,86  |
| 3         | Ostrawica | 46 656   | 0,54  |
| 4         | Miedwinka | 12 096   | 0,14  |
| 1         | Gowienica | 7 776  | 0,09  |

Tabelle 2

Nachweisgrenzen der untersuchten Herbizide und verwandter Umwandlungsprodukte

| Ordnungs-<br>zahl | Verbindung              | Bodenschlamm<br>(µg · kg <sup>-1</sup> ) | Wasser<br>(µg · dm <sup>-3</sup> ) |
|-------------------|-------------------------|--|------------------------------------|
| 1                 | Atrazin                 | 8  | 0,5                                |
| 2                 | Chloridazon             | 2  | 0,5                                |
| 3                 | 2,4-D                   | 2  | 0,05                               |
| 4                 | Desmetryn               | 12                                       | 0,5                                |
| 5                 | Lenacil                 | 30                                       | 1,0                                |
| 6                 | MCPA                    | 0,3                                      | 0,02                               |
| 7                 | Methabenzthiazuron      | 20                                       | 1,0                                |
| 8                 | Prometryn               | 12                                       | 0,5                                |
| 9                 | Simazin                 | 12                                       | 0,5                                |
| 10                | Terbutryn               | 8  | 0,5                                |
| 11                | Trifluralin             | —  | 0,1                                |
| 12                | 3,4-Dichloranilin       | 1  | 0,1                                |
| 13                | 3-Chlor-4-methylanilin  | 5  | 1,1                                |
| 14                | 3-Chlor-4-methoxyanilin | 6  | 0,6                                |

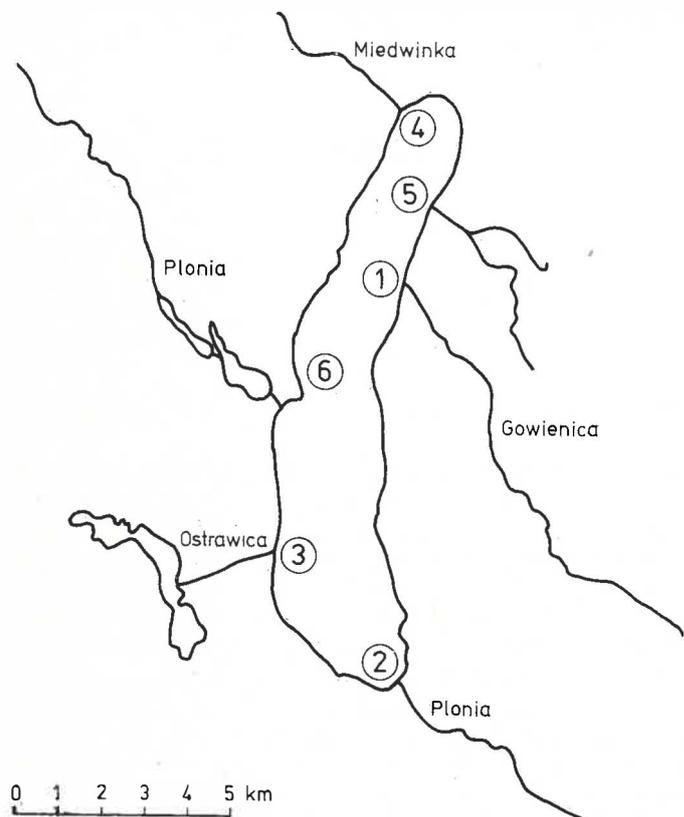


Abb. 1: Der Miedwie-See, Zuflüsse und Lage der Meßstellen (Meßstellen 7 und 8 am Wasserwerk nicht eingezeichnet)

Eine Gesamtübersicht der im Zeitraum vom April 1984 bis November 1985 in Gewässern und Bodenschlamm des Miedwie-Sees gefundenen Herbizidrückstände ist in Tabelle 3 gegeben. Es konnten bisher praktisch keine Rückstände der anderen gesuchten Substanzen nachgewiesen werden. Als die wichtigste Gruppe sind die Phenoxyalkansäuren anzusehen. So wurden Rückstände von MCPA in beiden Jahren in jeweils 98 % und von 2,4-D in 53 % (1984) bzw. 91 % (1985) der untersuchten Wasserproben gefunden. Die höchsten mittleren Konzentrationen sowohl von MCPA wie auch von 2,4-D wurden in beiden Jahren im Wasser von der Mündung eines Drainagegrabens (Meßstelle 5) ermittelt. Für die anderen Meßstellen wurden keine Regelmäßigkeiten bewiesen.

Im Zeitraum von der letzten Maidekade bis zur letzten Junidekade 1984 wurden im Miedwie-Gebiet enorm hohe Niederschlagsmengen (180 mm) im Verhältnis zum langjährigen Durchschnitt verzeichnet. Wie sich solche Regenfälle im Hinblick auf die Einschwemmung bestimmter Herbizide auswirken können, wird am Beispiel von MCPA in Abbildung 2 veranschaulicht. Nach Beginn der intensiven Niederschläge wur-

Tabelle 3  
Gesamtübersicht der im Miedwie-See nachgewiesenen Herbizidrückstände (1984 bis 1985)

|                                | 1984 |    |   | 1985 |    |   |
|--------------------------------|------|----|---|------|----|---|
|                                | N*   | n  | Bereich<br>( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) | N    | n  | Bereich<br>( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) |
| <b>Wasser</b>                  |      |    |   |      |    |   |
| MCPA                           | 88   | 86 | 0,05 ... 1,32                                     | 88   | 86 | 0,03 ... 0,61                                     |
| 2,4-D                          | 88   | 47 | 0,10 ... 1,38                                     | 88   | 80 | 0,05 ... 1,08                                     |
| 3,4-Dichloranilin<br>(Linuron) | 88   | 9  | 0,2 ... 0,9                                       | 88   | 5  | 0,1 ... 1,0                                       |
| <b>Bodenschlamm</b>            |      |    |   |      |    |   |
| MCPA                           | 60   | 45 | 0,3 ... 24,0                                      | 62   | 53 | 2,0 ... 15,5                                      |
| 2,4-D                          | 60   | 8  | 3,0 ... 7,0                                       | 62   | 35 | 2,0 ... 31,0                                      |
| 3,4-Dichloranilin<br>(Linuron) | 54   | 36 | 1,0 ... 20,0                                      | 62   | 26 | 6,0 ... 43,0                                      |

\*) N: Zahl der analysierten Proben; n: Zahl der Proben mit Rückständen

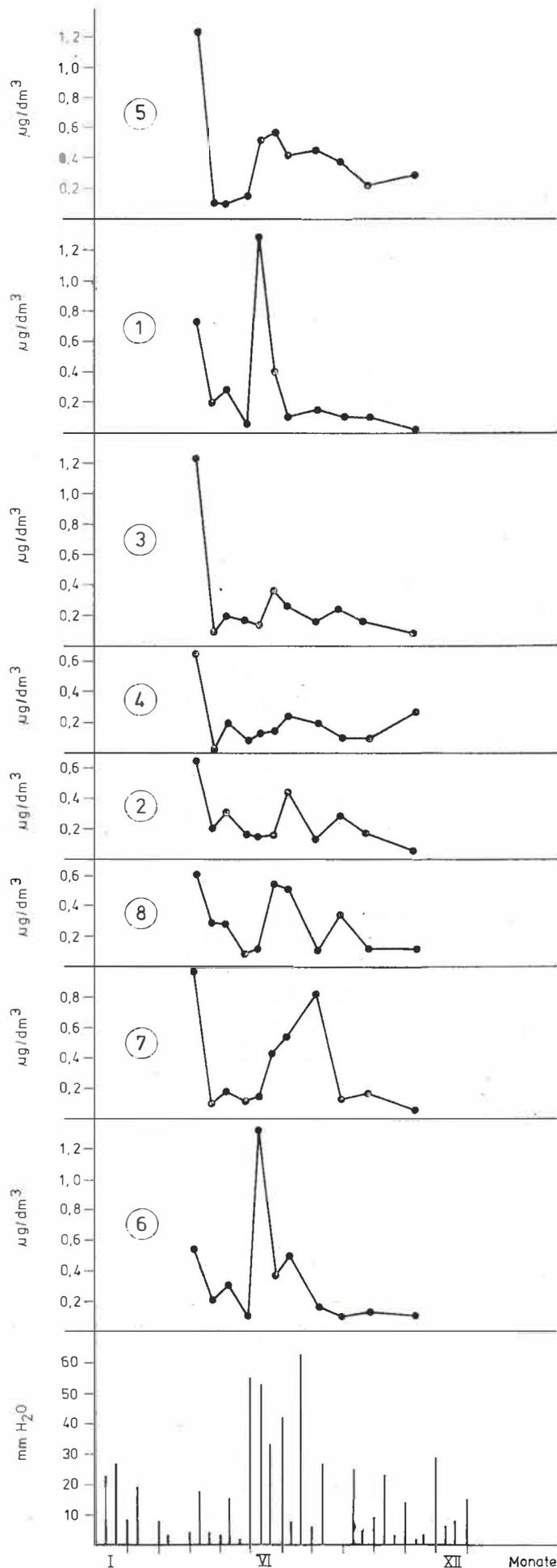


Abb. 2: Einfluß der Niederschlagsmengen auf die Konzentration von MCPA in Wasserproben von den Meßstellen 1 bis 8 (1984)

Tabelle 4

Bereiche und Durchschnittswerte von MCPA im Wasser des Miedwie-Sees und seiner Zuflüsse

| Meßstelle | Proben mit Rückständen | 1984                                 |              | 1985                                 |               |      |
|-----------|------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|---------------|------|
|           |                        | Bereich                              | Durchschnitt | Bereich                              | Durchschnitt  |      |
|           |                        | $(\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3})$ |              | $(\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3})$ |               |      |
| 1         | 10                     | 0,00 ... 1,30                        | 0,31         | 10                                   | 0,00 ... 0,45 | 0,18 |
| 2         | 11                     | 0,06 ... 0,64                        | 0,24         | 11                                   | 0,05 ... 0,24 | 0,13 |
| 3         | 11                     | 0,09 ... 1,22                        | 0,28         | 11                                   | 0,05 ... 0,49 | 0,22 |
| 4         | 10                     | 0,00 ... 0,64                        | 0,19         | 11                                   | 0,03 ... 0,61 | 0,21 |
| 5         | 11                     | 0,10 ... 1,22                        | 0,40         | 11                                   | 0,05 ... 0,61 | 0,27 |
| 6         | 11                     | 0,07 ... 1,32                        | 0,33         | 11                                   | 0,06 ... 0,58 | 0,21 |
| 7         | 11                     | 0,07 ... 0,99                        | 0,33         | 11                                   | 0,03 ... 0,59 | 0,29 |
| 8         | 11                     | 0,08 ... 0,61                        | 0,29         | 10                                   | 0,00 ... 0,49 | 0,20 |

den erhöhte Konzentrationen von MCPA am frühesten an den Meßstellen 1 und 5 beobachtet (Abb. 2), d. h. an den Mündungen der Zuflüsse, wo die landwirtschaftlich genutzten Flächen nahe dem Seeufer liegen. Am spätesten wurde diese Konzentrationserhöhung an der Meßstelle 2 festgestellt. Diese Verzögerung scheint damit verbunden zu sein, daß der Plonia-Zufluß der relativ längste ist und die ihm umgebenden landwirtschaftlich genutzten Flächen wie auch die ihm zulaufenden Drainagegräben mehrere hundert Meter vom Seeufer entfernt sind.

Die an den Meßstellen 2, 3 und 4 beobachteten relativ kleineren Konzentrationserhöhungen von MCPA könnten größeren Verdünnungsfaktoren, welche sich aus den mehrfach größeren Wasserladungen der Zuflüsse Plonia, Ostrawica und Miedwinka ergeben, beigemessen werden. Die Meßstelle 6 befindet sich auf dem See ungefähr 200 m vom Ufer entfernt, wo viele Drainagegräben münden. Das überraschend schnelle Erscheinen des MCPA-Spitzenwertes an dieser Stelle (Abb. 2) ist auf eine nichtturbulente Einschwemmung und nachherige Überschichtung des rückstandhaltigen Wassers zurückzuführen. Dieser Eindruck wurde verstärkt durch den Befund, daß 17 m tiefer unter der Meßstelle 6, am Einlauf in die Wasserfassungseitung (Meßstelle 7) die erhöhten MCPA-Konzentrationen mit einer ausgeprägten Verzögerung erschienen. Im Wasseraufbereitungsverfahren wird MCPA schlecht zurückgehalten. Beim Vergleich der MCPA-Konzentrationen an den Meßstellen 7 und 8 (Abb. 2) erhält man den Eindruck, daß dieses Herbizid durch die Filtration zeitweilig festgelegt, dann aber teilweise wieder desorbiert wird, so daß der Gehalt im Filterablauf mehrmals höher als im Einlauf war.

Aus Tabelle 4, in der die saisonalen Mittelwerte der MCPA-Konzentrationen zusammengestellt sind, ist ersichtlich, daß 1984 diese Werte an allen Meßstellen größer waren als im folgenden Jahr.

Die für alle analysierten Proben berechneten MCPA-Mittelwerte betragen in den Jahren 1984 und 1985 entsprechend 0,30 bzw. 0,21  $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Dazu haben das 1985 in der zweiten Schutzzone eingeführte MCPA-Anwendungsverbot, aber auch

Tabelle 5

Bereiche und Durchschnittswerte von 2,4-D im Wasser des Miedwie-Sees und seiner Zuflüsse

| Meßstelle | Proben mit Rückständen | 1984                                 |              | 1985                                 |               |      |
|-----------|------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|---------------|------|
|           |                        | Bereich                              | Durchschnitt | Bereich                              | Durchschnitt  |      |
|           |                        | $(\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3})$ |              | $(\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3})$ |               |      |
| 1         | 3                      | 0,00 ... 0,79                        | 0,17         | 8                                    | 0,00 ... 0,61 | 0,21 |
| 2         | 5                      | 0,00 ... 0,81                        | 0,14         | 10                                   | 0,00 ... 0,28 | 0,11 |
| 3         | 7                      | 0,00 ... 0,36                        | 0,11         | 10                                   | 0,00 ... 0,73 | 0,25 |
| 4         | 5                      | 0,00 ... 0,36                        | 0,10         | 10                                   | 0,00 ... 0,98 | 0,28 |
| 5         | 8                      | 0,00 ... 1,18                        | 0,32         | 11                                   | 0,05 ... 1,06 | 0,40 |
| 6         | 6                      | 0,00 ... 1,12                        | 0,21         | 11                                   | 0,05 ... 0,98 | 0,26 |
| 7         | 8                      | 0,00 ... 1,38                        | 0,24         | 10                                   | 0,00 ... 1,08 | 0,42 |
| 8         | 5                      | 0,00 ... 1,24                        | 0,16         | 10                                   | 0,00 ... 0,78 | 0,25 |

Tabelle 6

Bereiche und Durchschnittswerte von MCPA im Bodenschlamm des Miedwie-Sees und seiner Zuflüsse

| Meßstelle | Proben mit Rückständen | 1984                                 |              | 1985                                 |              |     |
|-----------|------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|-----|
|           |                        | Bereich                              | Durchschnitt | Bereich                              | Durchschnitt |     |
|           |                        | $(\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3})$ |              | $(\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3})$ |              |     |
| 1         | 7                      | 0,0 ... 10,0                         | 2,1          | 7                                    | 0,0 ... 10,8 | 4,0 |
| 2         | 6                      | 0,0 ... 24,0                         | 3,1          | 10                                   | 0,0 ... 13,5 | 3,4 |
| 3         | 8                      | 0,0 ... 8,0                          | 1,8          | 8                                    | 0,0 ... 6,7  | 2,0 |
| 4         | 11                     | 0,3 ... 11,0                         | 3,2          | 11                                   | 0,7 ... 14,5 | 4,7 |
| 5         | 9                      | 0,0 ... 14,0                         | 3,1          | 9                                    | 0,0 ... 9,3  | 3,3 |
| 6         | 4                      | 0,5 ... 2,5                          | 1,1          | 8                                    | 0,0 ... 15,5 | 4,6 |

die in diesem Jahre um 22 % geringere Niederschlagsmenge beigetragen.

In Tabelle 5 sind die entsprechenden Konzentrationen für 2,4-D zusammengestellt. Aus der Analyse einzelner Meßwerte ergibt sich, daß ähnlich dem MCPA auch bei 2,4-D die Spitzenkonzentrationen in Gewässern auf die Periode sehr intensiver Niederschläge im Jahre 1984 fallen, was wegen der relativ guten Wasserlöslichkeit und einer gewissen Persistenz beider Herbizide zu erwarten war. Im Wasseraufbereitungsprozeß verhält sich 2,4-D ähnlich dem MCPA.

Von den Anilinderivaten wurde in Gewässern nur 3,4-Dichloranilin nachgewiesen, und zwar im Jahre 1984 (Juni/Juli) in 10 % und im Jahre 1985 in 6 % der Proben. Die Konzentrationen lagen meistens an der Nachweisgrenze. Diese Rückstände könnten, müssen aber nicht unbedingt vom Linuron stammen, da aromatische Amine auch aus anderen Quellen in Oberflächengewässer gelangen können.

Parallel zu den Wasserproben wurde Bodenschlamm auf Herbizidrückstände untersucht. Auch in diesen Proben waren im Untersuchungszeitraum am häufigsten MCPA-Rückstände zu finden (Tab. 3). Die für alle analysierten Proben berechneten MCPA-Mittelwerte betragen in den Jahren 1984 und 1985 entsprechend 2,5 bzw. 3,7  $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Aus Tabelle 6, in der die für die einzelnen Meßstellen berechneten Mittelwerte zusammengestellt sind, ist zu ersehen, daß im Jahr mit der größeren Niederschlagsmenge (1984) die MCPA-Konzentrationen im Bodenschlamm überall kleiner waren als im folgenden Jahr. Die Konzentrationen von 2,4-D im Bodenschlamm sind in Tabelle 7 wiedergegeben. In der überwiegenden Mehrzahl der Proben ließen sich 1984 keine Rückstände nachweisen. In beiden Jahren waren die gefundenen Konzentrationen von 2,4-D im Bodenschlamm meistens nahe der Nachweisgrenze.

Rückstände von 3,4-Dichloranilin (DCA) im Bodenschlamm waren im Untersuchungszeitraum entschieden häufiger zu finden als in Wasserproben. Die für alle analysierten Proben berechneten Mittelwerte betragen in den Jahren 1984 und 1985 entsprechend 4 bzw. 6  $\mu\text{g} \text{ DCA} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Die Mittelwerte für die einzelnen Meßstellen sind in Tabelle 8 zusammengestellt. Die relativ größten durchschnittlichen DCA-Rückstände wurden in beiden Jahren an den Meßstellen 1 und 2 ermittelt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß in der Berichtsperiode in Gewässern vom Miedwie-See nur Rückstände

Tabelle 7

Bereiche und Durchschnittswerte von 2,4-D im Bodenschlamm des Miedwie-Sees und seiner Zuflüsse

| Meßstelle | Proben mit Rückständen | 1984                                 |              | 1985                                 |              |   |
|-----------|------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|---|
|           |                        | Bereich                              | Durchschnitt | Bereich                              | Durchschnitt |   |
|           |                        | $(\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3})$ |              | $(\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3})$ |              |   |
| 1         | 2                      | 0 ... 4                              | —            | 6                                    | 0 ... 12     | 5 |
| 2         | 2                      | 0 ... 6                              | —            | 6                                    | 0 ... 31     | 5 |
| 3         | 2                      | 0 ... 5                              | —            | 4                                    | 0 ... 7      | 2 |
| 4         | 0                      | —                                    | —            | 8                                    | 0 ... 15     | 3 |
| 5         | 1                      | 7                                    | —            | 5                                    | 0 ... 3      | 1 |
| 6         | 1                      | 5                                    | —            | 6                                    | 0 ... 8      | 3 |

Tabelle 8

Bereiche und Durchschnittswerte von 3,4-Dichloranilin im Bodenschlamm des Miedwie-Sees und seiner Zuflüsse

| Mef-<br>stelle | Proben<br>mit Rück-<br>ständen | 1 9 8 4   |                          | Proben<br>mit Rück-<br>ständen | 1 9 8 5   |                          |
|----------------|--------------------------------|---|--------------------------|--------------------------------|---|--------------------------|
|                |                                | Bereich<br>( $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) | Durch-<br>schnitt<br>( ) |                                | Bereich<br>( $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) | Durch-<br>schnitt<br>( ) |
| 1              | 11                             | 1 ... 15  | 2                        | 8                              | 0 ... 43  | 12                       |
| 2              | 10                             | 0 ... 20  | 7                        | 8                              | 0 ... 25  | 9                        |
| 3              | 8                              | 0 ... 11  | 4                        | 5                              | 0 ... 35  | 7                        |
| 4              | 2                              | 0 ... 7   | 1                        | 0                              | —   | —                        |
| 5              | 3                              | 0 ... 6   | 2                        | 4                              | 0 ... 25  | 5                        |
| 6              | 2                              | 0 ... 3   | 1                        | 1                              | 8   | —                        |

von MCPA, 2,4-D und in wenigen Proben 3,4-Dichloranilin gefunden wurden. Mehrmals lagen die ermittelten Herbizidkonzentrationen nahe der Nachweisgrenzen. Bei starken Niederschlägen, bei denen die größte Erosions- und Abschwemmgefahr besteht, wurde erkennbar, daß besonders MCPA relativ rasch der Wasserfassung im See zugeführt werden kann. Die toxikologische Bewertung der Untersuchungsbefunde ist durch den Mangel an einheitlichen Trinkwassergrenzwerten erschwert. Im US EPA Federal Register z. B. wurden 1977 als Höchstmengen im Trinkwasser für 2,4-D  $4,4 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$  und für MCPA  $0,44 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$  festgesetzt. Im Vergleich dazu waren nur in 4 Proben der Meßstelle 8 höhere MCPA-Konzentrationen zu ermitteln und zwar 1984 drei im Bereich 0,52 bis  $0,61 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$  und 1985 eine mit  $0,49 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Zum Schutz der Wasserbiozönose wurden 1976 von den RGW-Ländern für die Oberflächengewässer als Grenzwerte für 2,4-D 1,0 und für MCPA  $0,5 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$  vorgeschlagen. Im Vergleich zu diesen Werten wurden in den untersuchten Gewässern Überschreitungen bei MCPA in 17 % der Proben ( $0,51$  bis  $1,32 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) und bei 2,4-D in 4 % der Proben ( $1,12$  bis  $1,38 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) ermittelt. Im folgenden trockeneren Jahr 1985, in dem ein MCPA-Anwendungsverbot für die engere Schutzzone in Kraft getreten war, lagen bei MCPA nur 6 % der Proben ( $0,58$  bis  $0,61 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) und bei 2,4-D 4 % der Proben ( $1,03$  bis  $1,08 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) über den o. g. Werten. Eine entsprechende Aussage zur ökologischen Bedeutung dieser Befunde kann erst nach eingehenden Untersuchungen gemacht werden.

### Zusammenfassung

Es wurden Untersuchungen zum Eintrag von Herbiziden über die Wasserzuflüsse in den Miedwie-See durchgeführt. Es erfolgte eine Bestimmung der Herbizidrückstände im Wasser und Sediment. Von den untersuchten Wirkstoffen 2,4-D, MCPA, Linuron, Chlortoluron, Metabenzthiazuron, Chlorida-

zon, Lenacil, Phenmedipham und Atrazin spielten nur die vier erstgenannten eine Rolle, wobei im geförderten Wasser lediglich 2,4-D und MCPA nachweisbar waren. Die daraus erhaltenen Ergebnisse werden diskutiert und daraus die Schlußfolgerung gezogen, daß in der Nähe von Gewässern Einsatzverbote notwendig sind.

### Резюме

Контроль за наличием остаточных количеств гербицидов в воде и донных осадках озера Мидви и его главных притоков

Проведены исследования по изучению заноса притоками гербицидов в озеро Мидви. Определены остаточные количества в воде и в донных осадках. Из числа исследованных действующих веществ 2,4-Д, 2М-4Х, линурон, хлортолурун, метабензтиазурон, хлоридазон, ленацил, феномедифам и атразин роль играли только первые четыре препарата, причем в притоках обнаружены только 2,4-Д и 2М-4Х. Обсудив полученные результаты, авторы сделали вывод о том, что в близости водоемов применение гербицидов должно быть запрещено.

### Summary

Monitoring of herbicidal residues in water and ground sediment of Lake Miedwie and its major tributaries

Studies were made on the entry of herbicidal substances through the tributaries of Lake Miedwie. Herbicidal residues were determined in water and ground sediment. Out of the various substances monitored (2,4-D, MCPA, linuron, chlortoluron, metabenzthiazuron, chloridazon, lenacil, phenmedipham, and atrazine), only 2,4-D, MCPA, linuron and chlortoluron were found to be of major importance. Only 2,4-D and MCPA were found in the water samples. The results are discussed, and conclusions are drawn regarding the necessity of prohibiting the use of such substances in the vicinity of internal waters.

Anschrift der Verfasser:

Dr. J. DABROWSKI  
Mag. A. KRAUSE  
Dr. St. WALISZEWSKI  
Mag. Z. STASIECZEK  
Mag. Z. FILARY  
Instytut Ochrony Roślin  
ul. Miczurina 20  
Pl - 60-318 Poznań  
VR Polen



## Buch besprechungen

SPAAR, D.; KLEINHEMPEL, H.; FRITZSCHE, R.: **Diagnose von Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen – Gemüse.** 1. Aufl., Berlin, VEB Dt. Landwirtsch.-Verl., 1985, 406 S., 151 Farbtaf., 67 Zeichng., Leinen, 140,00 M

Mit dem Band „Gemüse“ im Rahmen der Buchreihe „Diagnose von Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen“ stellen die Verfasser unter Einbeziehung von weiteren Fachwissenschaftlern ein unmittelbares Arbeitsmittel für Pflanzenschutzspezialisten in Produktionsbetrieben, für die Arbeit in wissenschaftlichen und staatlichen Einrichtungen des Pflanzenschutzes, für die Aus- und Weiterbildung auf dem Gebiete des Pflanzen-

schutzes sowie weitere Interessenten zur Verfügung.

Die Anlage des Buches ermöglicht eine gezielte und rationelle Arbeit bei der Diagnose von Schadursachen bei 27 Gemüsekulturen sowie beim Kulturchampignon. Eine ausführliche Bestimmungstabelle ist nach Kulturartengruppen geordnet und verweist in Stichworten auf mögliche Schadursachen bei den einzelnen Gemüsekulturen. Sie ist entsprechend dem Erfordernis unterteilt nach Krankheiten und Beschädigungen während des Auflaufens, an Jungpflanzen, an Blättern und Stengeln bzw. oberirdischen Teilen, an Blüten, Früchten und Samen sowie an Wurzeln. In der Bestimmungstabelle wird mit Seitenangabe auf die anschließenden Beschreibungen und 151 Farbtafeln verwiesen, die gleichfalls nach Kulturartengruppen geordnet sind.

In den Beschreibungen wird in kurzer Form auf die wichtigsten Merkmale der Schadursache hingewiesen, was durch Farbtafeln unterstützt wird. Bei den Aquarellfarbtafeln wird das Bemühen der Autoren deutlich, für die Diagnose

besonders wichtige Merkmale hervorzuheben, die in der Praxis an der Pflanze oft nicht so deutlich erkennbar sind und wozu deshalb eingehendere Untersuchungen erforderlich werden. Durch eine bessere Qualität des Farbdruckes hätten die Abbildungen gewonnen. Geordnet sind die Farbtafeln bei den einzelnen Gemüsearten nach abiotischen Schäden und Ernährungsstörungen, Virosen und Mykoplasmosen, Bakteriosen, Mykosen sowie tierische Schaderreger. Soweit das Schadbild und der Erreger durch die Angaben in den Bestimmungstabellen gut zu diagnostizieren sind, wird auf eine weitere Beschreibung sowie Abbildungen verzichtet.

Eine schnelle Orientierungshilfe bilden die alphabetisch geordneten Verzeichnisse der wissenschaftlichen sowie gebräuchlichen deutschen Bezeichnungen der Schaderreger bzw. Schadursachen. Die angeführte Literatur ermöglicht im Bedarfsfall eine Erweiterung der Diagnosearbeit.

Helmut GÖRLITZ, Leipzig



## Verschiedenes

### Steckbrief der Samen und Früchte von Ackerunkräutern

#### Einführung

Seit Beginn der intensiven Nutzung der Äcker sind Unkräuter die ständigen Begleiter unserer Kulturpflanzen. Sie verfügen über eine hohe Reproduktionsrate und ihre Diasporen sind sowohl im Samenvorrat des Bodens als auch im Saatgut nachweisbar. Samen und Früchte der Ackerunkräuter sind recht vielgestaltig, so daß die Determination der jeweiligen Art meist schon an Hand ihrer äußeren Form erfolgen kann.

Umfangreiche morphologische Angaben finden wir vor allem in der agrarwissenschaftlichen Literatur bis in die 20er und 30er Jahre. In modernen fach- und populärwissenschaftlichen Büchern fehlen häufig detaillierte Beschreibungen. Deshalb soll in der nächsten Zeit eine Steckbriefserie über wichtige Formengruppen der Samen und Früchte von Ackerunkräutern erstellt werden. Ausschlaggebend für die Auswahl der einzelnen Vertreter waren vor allem morphologische Gesichtspunkte, weniger die Häufigkeit des Auftretens dieser Pflanzen. Die Klassifizierung erfolgte entsprechend der Form in

– geflügelte Samen,

- runde Samen und Früchte,
- nierenförmige Samen,
- unregelmäßig nierenförmige Samen,
- herzförmige Samen und Früchte,
- eiförmige Samen,
- kegelförmige Samen,
- gekielte Samen,
- Samen mit Caruncula,
- Samen mit Radicula,
- Samen mit unregelmäßiger Form und
- Spaltfrüchte.

Die Differenzierung in Samen und Früchte ist zuweilen schwierig, da häufig Testa (Samenschale) und Perikarp (Fruchtwand) eng miteinander verwachsen sein können (z. B. bei Achenen und Karyopsen) oder die Fruchtwand sehr fest ist und den Samen dauerhaft einschließt. In den Steckbriefen werden sie so dargestellt, wie sie in Saatgutproben oder im Boden vorliegen.

Bei der Beschreibung der Samen wird vor allem auf die morphologischen Details wie Hilum, Raphe und Caruncula eingegangen. Das Hilum (Nabel) ist eine nicht kutinisierte, gut sichtbare, zumeist hellere Stelle, an der sich der Samen von der Samenleiste durch eine Trennschicht löste.

Als eine feine punktförmige Vertiefung ist die Mikropyle (Mundnarbe, Keimmund) erkennbar, der Ort an dem der Pollenschlauch in die Samenanlage eingedrungen ist.

Die Raphe (Samennaht) ist ein dünner, oft anders gefärbter Streifen zwischen

Hilum und dem der Mikropyle gegenüberliegendem Ende. Es ist ein charakteristisches Merkmal für Samen, die aus einer anatropen oder kampylotropen Samenanlage hervorgegangen sind.

Eine Wucherung der Samenschale an der Mikropyle wird Caruncula genannt.

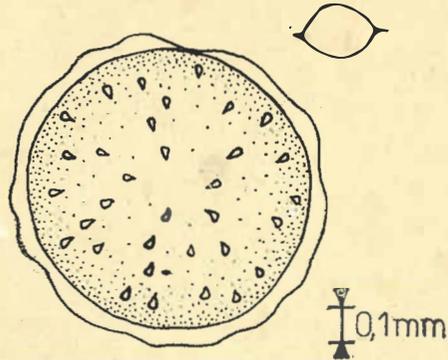
Besonders bei den Brassicaceen sind die Samen mit einer länglichen Wulst versehen, die durch die hervorstehende Radicula (Keimwurzel) bewirkt wird.

Die Beschreibung der Samen und Früchte erfolgt in kurzer, knapper Form und wird durch eine Abbildung ergänzt, auf der jeweils eine vergrößerte Skizze und der Querschnitt der Diaspore sowie der Maßstab zusammengestellt sind. Für die Berechnung der metrischen Werte wurden jeweils 30 Samen oder Früchte von drei bis vier verschiedenen Standorten vermessen. Angegeben werden die mittlere Größe sowie die Grenzwerte, als der kleinste (Min.) und der größte (Max.) gemessene Wert. Die weiteren Daten beziehen sich auf die mittlere Masse einer Diaspore und die Anzahl pro 0,1 g. Komplettiert wird die morphologische Kennzeichnung durch Angaben zum Vorkommen, die aus einschlägigen Florenwerken zusammengestellt worden sind.

Dr. Monika PARTZSCH  
Pädagogische Hochschule Köthen  
Wissenschaftsbereich Botanik II  
Köthen  
DDR - 4370

## Steckbrief der Samen und Früchte von Ackerunkräutern Geflügelte Samen

### *Spergula arvensis* L. – Ackerspergel, Ackerspark Caryophyllaceae



|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Oberfläche:       | papillös                 |
| Farbe:            | schwarz, Flügel gelblich |
| Größe:            | 1,00 × 1,02 mm           |
| Min.:             | 0,81 × 0,81 mm           |
| Max.:             | 1,23 × 1,23 mm           |
| Masse:            | 2,7 · 10 <sup>-4</sup> g |
| Anzahl pro 0,1 g: | 300 . . . 470            |

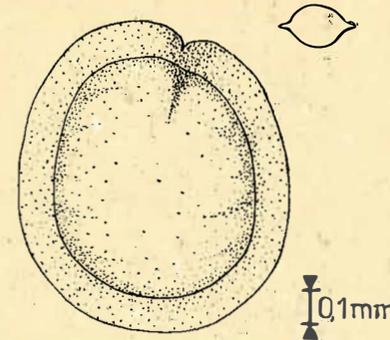
#### Form:

Samen rund mit schmal abgesetztem, häutigen Flügel (ca. 0,06 mm), unregelmäßig geformt, an einer Stelle ist der Flügel tief eingebuchtet und liegt dem Samen an; Querschnitt breit-elliptisch, Samen unregelmäßig mit hellen warzenartigen Ausstülpungen besetzt

#### Vorkommen:

Häufig in gehackten Äckern und Gärten, auch auf Getreidefeldern, Ruderalstellen oder Waldschlägen bei nährstoffreich-stickstoffbeeinflussten, aber kalkarmen, mehr oder weniger humosen Sandböden oder sandigen Lehmböden

### *Amaranthus retroflexus* L. – Zurückgebogener Fuchsschwanz Amaranthaceae



|                   |   |
|-------------------|---|
| Oberfläche:       | glatt   |
| Farbe:            | lackartig schwarz, selten dunkelbraun, z. T. mit weißen Pünktchen |
| Größe:            | 0,99 × 0,98 mm  |
| Min.:             | 0,86 × 0,81 mm  |
| Max.:             | 1,26 × 1,04 mm  |
| Masse:            | 4,8 · 10 <sup>-4</sup> g  |
| Anzahl pro 0,1 g: | 170 . . . 290   |

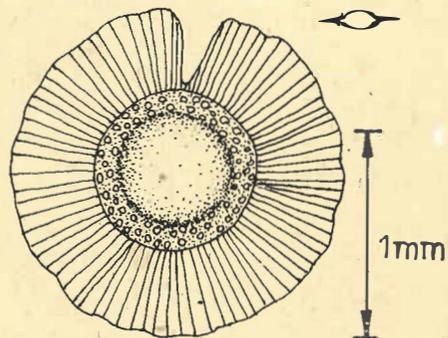
#### Form:

Samen rundlich, z. T. etwas länger als breit; Rand flach abgesetzt, nicht transparent, gleichmäßig geformt (ca. 0,1 Millimeter), hat gleiche Beschaffenheit wie die gesamte Oberfläche; Querschnitt breit-elliptisch; Hilum seitlich als kleine Einbuchtung sichtbar, von der eine kurze, seichte Furche ausgeht

#### Vorkommen:

Häufig in Hackfrucht- und Getreidefeldern, auf Gartenland, Brachen, Kies- und Schuttplätzen, an Wegrändern und auf Eisenbahngelände. Sie liebt stickstoff- oder salz- und nährstoffreiche, lockere Kies- und Sandböden

### *Spergula morisonii* Bor. – Frühlingspergel *S. vernalis* Willd., *S. pentandra* auct. Caryophyllaceae



|                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| Oberfläche:       | fein papillös                  |
| Farbe:            | schwarzbraun, Flügel gelbbraun |
| Größe:            | 1,60 × 1,61 mm                 |
| Min.:             | 1,46 × 1,46 mm                 |
| Max.:             | 1,83 × 1,81 mm                 |
| Masse:            | 1,7 · 10 <sup>-4</sup> g       |
| Anzahl pro 0,1 g: | 500 . . . 770                  |

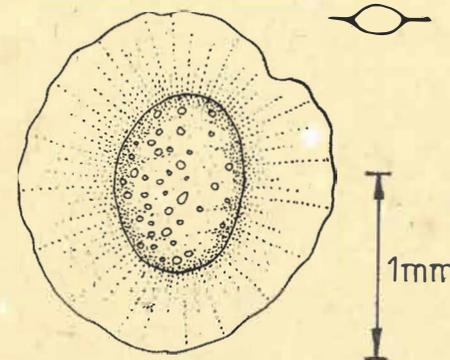
#### Form:

Samen rund; häutiger Flügel ungefähr halb so breit wie das Mittelfeld und mit radialer Nervatur; an einer Stelle tief bis fast zum Samen eingeschnitten; Samen am Rand etwas abgeflacht und mit kleinen warzenartigen Ausstülpungen besetzt, in der Mitte kugelig gewölbt

#### Vorkommen:

Meist selten, aber örtlich häufig und gesellig, auf sandigen Brachäckern, Bindendünen, an Wegen oder in Kiefernwäldern, immer auf offenen, lockeren, humusarmen, kalkfreien und sauren Sandböden

### *Linaria vulgaris* Mill. – Gemeines Leinkraut Scrophulariaceae



|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Oberfläche:       | papillös                 |
| Farbe:            | schwarzbraun             |
| Größe:            | 1,85 × 1,59 mm           |
| Min.:             | 1,23 × 1,09 mm           |
| Max.:             | 2,32 × 1,86 mm           |
| Masse:            | 1,5 · 10 <sup>-4</sup> g |
| Anzahl pro 0,1 g: | 600 . . . 1 000          |

#### Form:

Samen breit-elliptisch; Flügel breit, häutig mit netzartiger Nervatur; an einer Stelle leicht, bis höchstens zur Hälfte des Flügels eingeschnitten; Flügelrand asymmetrisch geformt; Mittelfeld unregelmäßig mit kleinen Warzen besetzt; Querschnitt elliptisch

#### Vorkommen:

Pflanze sehr häufig auf mäßig frischen bis trockenen Ruderalstellen, an Straßenrändern, Mauern und im Schotter der Flüsse, aber auch auf Äckern, Brachfeldern und Schlägen. Meist auf sandigen Böden

Dr. Monika PARTZSCH

18133 3  
I=PFLANZ,  
1533 7012 0984

151 959 846  
PSF 5A

## Industriemäßige Produktion von Mähdruschfrüchten



Handbücherei der sozialistischen Landwirtschaft

Prof. Dr. agr. habil. Ebert und Kollektiv

2. Auflage, 11 × 18 cm

323 Seiten, 63 Abbildungen und 137 Tabellen, Plasteinband, 9,- M

Bestellangaben: 558 687 7 / Ebert Handb. Mähdruschfr.

Die zweite Auflage des Titels wurde stark überarbeitet und aktualisiert. Gegenüber der 1. Auflage wurde der Abschnitt 'Ackerbohnen' aus der Darstellung ausgegliedert, umfassender dargestellt wurden dagegen die Strohbergung sowie die Produktionsverfahren Körnermais und Wintererbsen.

Nach der Bedeutung der Mähdruschfrüchte werden die Züchtung, die Saatgutproduktion, die Standortansprüche und die Fruchtfolge behandelt. Es folgen Ausführungen über das Produktionsverfahren bei Getreide, Körnermais und Wintererbsen, jeweils mit den Abschnitten Bodenbearbeitung, Bestellung, Düngung, Pflege, Pflanzenschutz und Ernte.

Eine ökonomische Gesamtbeurteilung der Verfahren bildet den Abschluß.

## Futterpflanzenbau



– Empfehlungen, Richtwerte, Normative –

Band I – Grasland –

Prof. Dr. sc. W. Kreil, Prof. Dr. habil. W. Simon, Prof. Dr. sc. E. Wojahn

1. Auflage, 21 × 29,7 cm

152 Seiten, 35 Abbildungen und 61 Tabellen, Lederineinband, 26,60 M

Bestellangaben: 559 129 7 / Kreil Futterpflanzen Bd. 1

Der Titel ist in drei Abschnitte gegliedert. Der erste Abschnitt enthält Hinweise, wie mit den Empfehlungen, Richtwerten und Normativen zu arbeiten ist. Der zweite Abschnitt enthält die Empfehlungen, Richtwerte und Normative für das Grasland.

Den letzten Abschnitt bilden Listen über Erträge, Qualitäten und optimale Nutzungszeitspannen auf dem Grasland.

Wenden Sie sich bitte an den Buchhandel!

Ab Verlag ist kein Bezug möglich.

VEB DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTSVERLAG



BERLIN