

Biologische Bundesanstalt, Institut für Unkrautforschung und Fachgruppe für chemische Mittelprüfung, Braunschweig

## Mögliche Auswirkungen von wiederholtem Paraquat-Einsatz auf die Rückstandssituation im Boden

Possible effects of repeated paraquat-treatments on the residue situation in the soil

Von W. Pestemer, H. G. Nolting und J.-R. Lundehn

### Zusammenfassung

In verschiedenen Böden wurde nach mehrfacher Paraquat-Anwendung die Rückstandssituation untersucht. Es sollte in mehreren Versuchen festgestellt werden, inwieweit die starke Adsorptionskapazität (SAC) für Paraquat in verschiedenen Böden ausgeschöpft ist. In einem Biotest mit Pflücksalat (*Lactuca sativa* [L.] var. *longifolia* Lam.) wurden die ED<sub>50</sub>-Werte in einigen Böden und zusätzlich in einem sorptionsfreien Substrat (Agar-Agar) verglichen und die Rückstände photometrisch analysiert. Die ED<sub>50</sub>-Werte schwanken zwischen 0,01 mg/l in Agar-Agar und 98 bis 1930 mg/l in verschiedenen Böden je nach ihrer Zusammensetzung. In den verschiedenen Böden wurden 3,1 bis 57,6 mg Paraquat pro kg Boden analysiert. Die Höhe der Paraquat-Rückstände korreliert eng mit der Anzahl der Behandlungen, der Aufwandmenge und der Probenahmetiefe und läßt sich weitgehend vorhersagen. Ein Abbau im Boden ist nach langjähriger, mehrfacher Anwendung nicht feststellbar. Die möglichen Auswirkungen wiederholten Paraquat-Einsatzes werden diskutiert.

### Abstract

The residues after repeated paraquat-treatments in different soils have been investigated. In some experiments the limits of the strong adsorption capacity (SAC) for paraquat in different soils have to be found. The ED<sub>50</sub>-values for lettuce (*Lactuca sativa* (L.) var. *longifolia* Lam.) in different soils and in a sorption-free medium (agar-agar) are compared by bioassay and the total residues were analysed photometrically.

The ED<sub>50</sub>-values ranged from 0.01 mg/l in agar-agar to 98–1930 mg/l in different soils depending on their constituents. 3.1 to 57.6 mg paraquat/kg have been analysed in the investigated soils. A good correlation between the amount of paraquat-residues and the number of treatments, doses, and depth of soil sampling was found. This correlation could be predicted very well. A significant degradation of paraquat in the soils after long-term application could not be determined. Possible consequences of repeated paraquat-applications are discussed.

Der 1959 erstmals als Pflanzenbehandlungsmittel verwendete Wirkstoff Paraquat (ANONYM 1974) fand als ein gegen dikotyle und monokotyle Pflanzen wirksames Herbizid bald Eingang in alle Bereiche der Pflanzenproduktion (MAIER-BODE 1971). Wegen seiner schnellen „Inaktivierung“ im Boden kann Paraquat noch kurz vor Aussaat oder Auflauf vieler Kulturpflanzen eingesetzt werden. Sogar Anwendungen in bereits aufgelaufenen Kulturen sind möglich, wenn durch geeignete Spritzgeräte verhindert werden kann, daß die Kulturpflanzen von der Spritzflüssigkeit getroffen werden. Die rasche Kontaktwirkung bei schnellem Wirkungsabfall im Boden eröffnete für Paraquat eine Vielzahl neuer Anwen-

dungsgebiete. Paraquat ist jedoch als Totalherbizid, z. B. auf Wegen und Plätzen, nicht geeignet, wenn eine länger anhaltende Wirkung verlangt wird.

Die Bipyridylium-Verbindung ist als wirksamer Bestandteil in mehreren von der Biologischen Bundesanstalt für Einfuhr und Vertrieb zugelassenen Pflanzenbehandlungsmitteln enthalten (Duanti, Frankol-prompt, Gramixel, Gramoxone, Gramoxone-M, Gramoxone-S, Spezial-Unkrautvernichter und Terraklene).

Für Gramoxone wurden bei der Zulassung Anwendungsgebiete in folgenden Bereichen vorgesehen: Ackerbau, Forst, Gemüsebau, Hopfenbau, Nichtkulturland, Obstbau, Wiesen und Weiden, Sonderkulturen, Weinbau und Zierpflanzenbau. Gramoxone-S ist speziell für die Anwendung in Gewässern vorgesehen (Biologische Bundesanstalt, 1978).

Abgesehen von der Anwendung in Gewässern schwanken die Aufwandmengen, zum Teil je nach Wachstumsstadium der Unkräuter, zwischen 2,0 und 5,0 l/ha Gramoxone mit 20% Aktivsubstanz bei bis zu vier Behandlungen während einer Vegetationsperiode. Nicht vorgesehen sind Anwendungen unter Glas. Gemäß Verordnung zur Änderung der Verordnung über Anwendungsverbote und -beschränkungen für Pflanzenschutzmittel vom 7. April 1977 (BGBl. I S. 564), Anlage 3 zu § 3 ist die Anwendung in Getreide nach der Blüte verboten. Verhalten und Verbleib von Paraquat in der Umwelt sind in vielen Veröffentlichungen beschrieben und zusammenfassend von KEARNEY und KAUFMAN (1976) und AUDUS (1976) referiert worden.

Es ist bekannt, daß der photochemische Abbau des Wirkstoffes in Gegenwart von Sonnenlicht eine bedeutende Rolle insbesondere auf pflanzlichem Material spielt. Ebenso besteht kein Zweifel darüber, daß der Wirkstoff im Boden außerordentlich persistent ist. Von den drei denkbaren Abbauewegen im Boden,

1. photochemischer Abbau,
2. chemischer Abbau und
3. mikrobieller Abbau,

konnten 1. und 3. belegt werden. In der Praxis scheinen diese Abbauewege jedoch kaum eine Rolle zu spielen. Der Wirkstoff wird von den Tonmineralien des Bodens außerordentlich stark und schnell sorbiert. Dabei nimmt man einen Ionenaustauschmechanismus an. Je nach Mineraltyp sind die Stärke der Bindung und die Adsorptionskapazität (SAC = strong adsorption capacity) unterschiedlich groß (z. B. TUCKER et al. 1967, MAIER-BODE 1971, MITHYANTHA et al. 1974). Daneben bestehen auch Interaktionen zwischen Paraquat und Humusbestandteilen (KHAN 1973 und 1975).

Auf Grund von Hinweisen aus der Praxis, theoretischen Überlegungen und zur Klärung noch offener Fragen soll mit

Tabelle 1. Herkunft und Zusammensetzung der mit Gramoxone (200 g Paraquat/l) behandelten Böden sowie Angaben über Anwendung und Probenahme

Nr.	Herkunft	Bodenart (Substrat)	% Ton <sup>*)</sup>	% Humus	pH-Wert	Labor mg AS/kg	Anwendungsdaten		Probenahmetiefe (cm)
							Freiland Behdl. ×1 Präp./ha		
I	Braunschweig	Agar-Agar	0,0	0,0	5,9	0,005–0,16	—	—	
II	Braunschweig	S	0,6	5,6	5,9	50–200	12×5	0–2 und 0–10	
III	Braunschweig	uS	1,1	1,2	5,8	500–2000	12×5	0–2 und 0–10	
IV	Braunschweig	uS	3,4	28,0	7,3	200–800	—	—	
V	Braunschweig	tU	15,5	9,6	7,5	500–2000	—	—	
VI	Braunschweig	uT	47,8	2,8	7,2	1000–4000	—	—	
VII	Berlin	uS	4,6	2,7	6,5	—	26×4	0–5	
VIII	Burscheid	L	—	2,1	6,2	—	9×5	0–25 und 25–50	
IX	Frankfurt/M.	L	—	6,3	6,8	—	ca. 10×4	ca. 0–25	
X	Heidenheim (unter Glas)	L	—	8,0	6,9	—	ca. 20×5	ca. 0–25	
XI	Bondorf (unter Glas)	L	—	3,0	6,4	—	ca. 20×3	ca. 0–25	

\*) Röntgenographische Untersuchungen für die Böden II–VI zeigten, daß als Haupttonminerale Illit und Kaolinit und als Nebenbestandteile in den einzelnen Böden verschieden große Mengen an Chlorit, Montmorillonit und Wechselminerale auftreten

den hier beschriebenen Versuchen ein Beitrag zur Beantwortung folgender Fragen geleistet werden:

1. Wie stellt sich die Rückstandssituation von Paraquat im Boden nach langjähriger Anwendung dar?
2. Unter welchen Umständen kann Paraquat im Boden für Pflanzen verfügbar werden und kann es bei praxisgerechter Anwendung zu phytotoxischen Schäden in nachgebauten Kulturen kommen?
3. Welche Schlußfolgerungen ergeben sich für die weitere Anwendung?

Hierzu wurden aus verschiedenen Gebieten der Bundesrepublik Deutschland Bodenproben von Flächen gesammelt, die über einen längeren Zeitraum mit Paraquat-haltigen Präparaten behandelt worden waren. Dazu kamen Bodenproben aus eigenen Freiland- und Modellversuchen.

#### Material und Methode

Die Zusammensetzung, Herkunft und Probenahmetiefe der verwendeten Böden sowie die Anwendungsdaten des Para-

quat-haltigen Präparates Gramoxone sind in Tab. 1 angegeben. Mit dem Substrat I (Agar-Agar) wurde die physiologische Selektivität von Paraquat auf verschiedene Testpflanzen bestimmt und Pflücksalat (*Lactuca sativa* [L.] var. *longifolia* Lam.) als die empfindlichste ermittelt (vgl. Abb. 1), daher wurde in den Böden II–VI die Dosis-Wirkungs-Beziehung von Paraquat mit dieser Testpflanze aufgestellt. Mit den Böden II, III, VII und VIII aus Freiland-Dauerversuchen wurden Biotests durchgeführt, um den Einfluß wiederholter Paraquat-Behandlung auf empfindliche Kulturpflanzen festzustellen und um Aussagen darüber zu treffen, wann die Adsorptionskapazität (SAC) eines Bodens erschöpft ist und pflanzenverfügbare Wirkstoffmengen auftreten können.

Darüber hinaus wurden mit diesen Böden und mit den Böden IX–XI zur Bestimmung der Gesamtrückstände (verfügbarer + gebundener Wirkstoffanteile) chemisch-physikalische Analysen durchgeführt.

Die Biotests wurden jeweils in vierfacher Wiederholung als Direkt-Aussaat-Test (PESTEMER, 1976, EWRS, 1979) mit

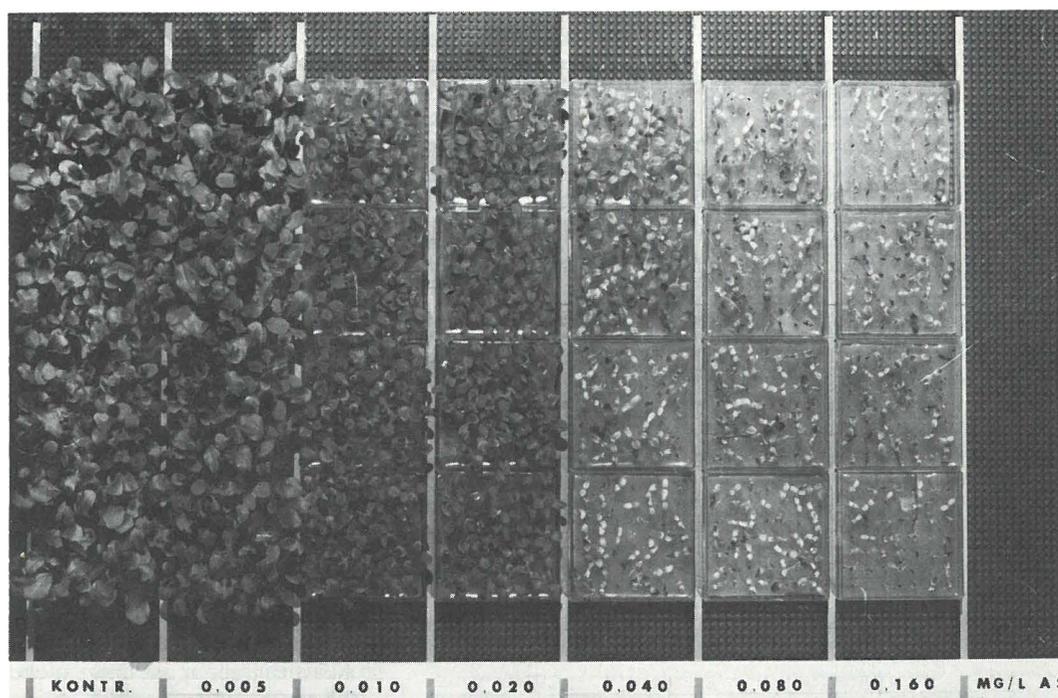


Abb. 1. Biotest mit Gramoxone (200 g Paraquat/l) in nicht sorptivem Substrat (Agar-Block-Methode).

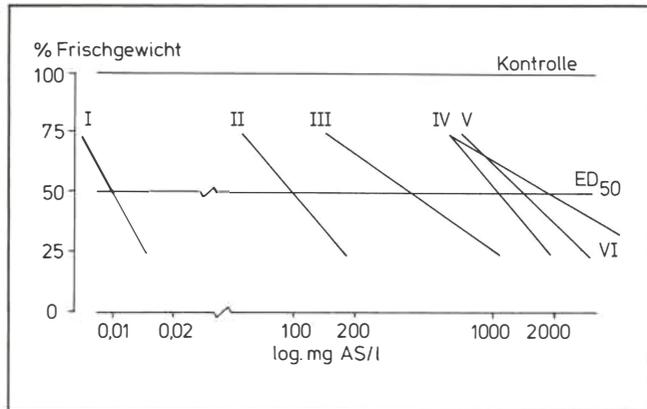


Abb. 2. Dosis-Wirkungs-Geraden von Gramoxone (200 g Paraquat/l) in Agar-Agar und verschiedenen Böden.

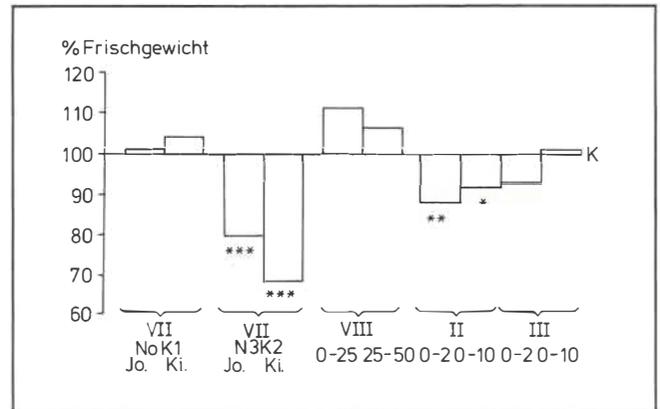


Abb. 3. Biotest zum Nachweis von Gramoxone (200 g Paraquat/l) aus Freiland-Dauerparzellen (\*P=5%, \*\*P=1% und \*\*\*P=0,1%).

Pflücksalat (*Lactuca sativa* (L.) var. *longifolia* Lam.), einer für Paraquat sehr empfindlichen Testpflanze, durchgeführt.

Zur statistischen Auswertung der Biotests aus den Freiland-Dauerparzellen (II, III, VII und VIII) wurden das Frischgewicht aus den Behandlungen in Relation zur jeweiligen Kontrolle gesetzt und die Abweichungen mit dem einfachen t-Test auf ihre Signifikanz geprüft.

Die Bestimmung der Rückstände von Paraquat im Boden erfolgte photometrisch nach der Methode von CALDERBANK and YUEN (1965). Modifiziert wurden die Extraktionsbedingungen (WEINMANN und NOLTING in Vorber.): 100 g lufttrockener Boden wird nach Zugabe von 200 ml 18 n Schwefelsäure (TUCKER et al. 1967) und 1 ml Octanol-(2) 5 Stunden unter Rückfluß gekocht. Anschließend wird, wie bei NIEHUSS (1970) beschrieben, weitergearbeitet. Die Wiederfindungsrate liegt bei Zusätzen von 0,02–50 mg/kg zwischen 90 und 100% (untere Bestimmungsgrenze: 0,01 mg/kg).

**Ergebnis und Diskussion**

In Abb. 2 sind die Dosis-Wirkungs-Geraden von Gramoxone in verschiedenen Substraten dargestellt und in Tab. 2 die hieraus graphisch ermittelten ED<sub>50</sub>-Werte wiedergegeben. Sie liegen zwischen 98 mg AS/l im Boden II und 1930 mg AS/l im Boden VI und sind weitgehend den SAC-Werten des jeweiligen Bodens gleichzusetzen.

Die mittlere effektive Dosis (ED<sub>50</sub>) bezogen auf Frischgewicht konnte im nicht sorptiven Substrat (I) mit 0,01 mg AS/l ermittelt werden. Eine ähnliche Empfindlichkeit anderer Testpflanzen wurde auch von DAMANAKIS (1970) und RILEY et al. (1976) gefunden. Die hohe Phytotoxizität geringster pflanzenverfügbarer Paraquat-Mengen wurde so bestätigt.

Betrachtet man die einzelnen in die Untersuchungen einbezogenen Böden (II–VI), so läßt sich hier die aus einer Reihe von Untersuchungen (z. B. TUCKER et al. 1969, DAMANAKIS

et. al. 1970 a und b, STECKÓ and SVENSSON 1974) bekannte Abhängigkeit der Sorption von Paraquat vor allem von den Tonbestandteilen bestätigen. Ferner wird auch hier deutlich, daß eine Pflanzenverfügbarkeit nur bei Konzentrationen nahe des SAC-Wertes zu erwarten ist. Interessant ist hier der Boden II, der im Vergleich zu Boden III zwar nur wenig mehr als die Hälfte Ton aufweist, im ED<sub>50</sub>-Wert jedoch um das fast Vierfache niedriger liegt. Durch den hohen Humusgehalt des Bodens II scheint die für Herbizide verfügbare Oberfläche der Tonminerale infolge der Bildung von Ton-Humus-Komplexen verringert zu sein (vgl. STEVENSON 1972).

In Abb. 3 sind die Biotest-Ergebnisse der Freiland-Dauerparzellen in Prozent Frischgewicht zur jeweiligen mechanisch unkrautfrei gehaltenen Kontrollparzelle dargestellt.

Es wird deutlich, daß im Boden VII, der eine Variante mit schwachen Nährstoffgaben (NoK1) und eine andere Variante mit starken Nährstoffgaben (N3K2) enthält (LENZ und BÜNE-MANN 1974 und 1975), lediglich bei den Bodenproben aus den Johannisbeeren (Jo.)- und Kirschenparzellen (Ki.) mit hoher Düngung geringe pflanzenverfügbare Paraquat-Mengen auftreten, die zu gesicherten Wachstumsdepressionen an der Testpflanze führen. Möglicherweise ist auch in diesem Fall die für Herbizide verfügbare Oberfläche der Tonminerale durch Nährstoffionen verringert. Im Boden VIII waren bei einer Probenahmetiefe von 0–25 cm (Pflugtiefe) Unterschiede von etwa 10% zur Kontrolle meßbar, die jedoch bei der zugrunde gelegten Grenzwahrscheinlichkeit von P=5% als nicht gesichert anzusehen sind. Dasselbe gilt für den Boden III, der als schwach sorptiv einzustufen ist, wenn man von einer Anwendung von Bodenherbiziden ausgeht. Der Boden II bestätigt jedoch die im Modellversuch gezeigten Werte (ED<sub>50</sub>=98 mg/l), wo nach 12 Spritzungen (rechnerisch bei 0–2 cm=60 mg Paraquat/l Boden) geringe Schäden an der Testpflanze auftreten.

In Tab. 3 sind die Ergebnisse der Rückstandsanalysen zusammengefaßt.

Hier lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

1. Auf die Böden II und III wurden in kurzen Abständen in Freilandmodellversuchen definierte Herbizidmengen appliziert. Unterschiede zu berechneten Werten könnten z. B. auf die Probenahme zurückzuführen sein, wenn man bedenkt, daß bei einer Probenahmetiefe von 2 cm eine Abweichung von 0,1 cm bereits 3 mg AS/l ausmacht. Bei einer Probenahmetiefe von 0–10 cm würde die gleiche Abweichung nur noch zu einem Fehler von 0,12 mg AS/l führen.

Tabelle 2. ED<sub>50</sub>-Werte (median effective dose) in Agar-Agar und verschiedenen Böden in mg AS Paraquat/l

Nr.	% Ton	% Humus	ED <sub>50</sub> -Wert
I	0,0	0,0	0,01
II	0,6	5,6	98
III	1,1	1,2	380
IV	3,4	28,0	1040
V	15,5	9,6	1460
VI	47,8	2,8	1930

Tabelle 3. Rückstandswerte von Paraquat in verschiedenen Böden. Vergleich zwischen gefundenen und berechneten Werten

Nr.	Probenahme- tiefe (cm)	mg AS/kg von – bis	(analysiert) Mittelwert	Behandlungszahl × 1 Präparat/ha	Behandlungs- häufigkeit	mg AS/l <sup>*)</sup> (berechnet)	Volumen- gewicht	mg AS/kg (berechnet)
II	0–2	44,6–49,9	47,5	12 × 5	wöchentlich	60,0	1,22	49,2
III	0–2	55,5–59,6	57,6	12 × 5	wöchentlich	60,0	1,37	43,8
VII								
NoK1 Ki.	0–5	26,2–26,4	26,3	24 × 4	2 × jährlich	38,4	1,30 <sup>**)</sup>	29,5
NoK1 Jo.		34,7–37,9	36,3					
N3K2 Ki.		31,6–35,8	33,7					
N3K2 Jo.		31,6–32,6	32,1					
IX	0–25	2,9– 3,5	3,1	ca. 10 × 4	2–3 × jährlich	3,2		2,5
X	0–25	4,0– 4,8	4,5	ca. 20 × 5	2 × jährlich	8,0		6,2
XI	0–25	3,1– 3,3	3,2	ca. 20 × 3	1–2 × jährlich	4,8		3,7

<sup>\*)</sup> ohne Abbau, berechnet auf das Volumen der jeweiligen Bodenprobe

<sup>\*\*)</sup> für die untersuchten Böden wurde ein mittleres Volumengewicht von 1,3 kg/l zugrunde gelegt

2. Die Bodenproben (Boden VII) stammen aus einem über 12 Jahre durchgeführten Versuch des Instituts für Nutzpflanzenforschung (Obstbau) der TU-Berlin, bei dem keine Bodenbearbeitung durchgeführt wurde. Hier wäre am ehesten mit einem Abbau zu rechnen. Jedoch zeigen die Ergebnisse eine gute Übereinstimmung mit den theoretisch berechneten Werten und bestätigen damit z. B. auch die Ergebnisse der Untersuchungen von FRYER et al. (1975). Paraquat wird unter Freilandbedingungen im Boden nur langsam oder gar nicht abgebaut.
3. Bei den Böden IX–XI handelt es sich um Böden, die praxisüblich über einen längeren Zeitraum mit Gramoxone behandelt wurden. Hier ist eine nachträgliche genaue Rekonstruktion von Zahl und Zeitraum der Behandlungen und Wirkstoffaufwand sowie Bodenbearbeitung nicht mehr möglich. Jedoch bestätigt sich auch hier die bereits erwähnte hohe Persistenz und Akkumulation des Wirkstoffes im Boden.

Die Adsorptionskapazität (SAC) der Böden ist bei praxisüblicher Anwendung und Bodenbearbeitung in den vorliegenden Fällen bei weitem nicht erreicht und wird auch in absehbarer Zeit, wenn wie bisher weiter verfahren wird, nicht erreicht werden. Es läßt sich jedoch erkennen, daß in bestimmten Fällen, z. B. bei Böden mit niedrigen Ton- und hohen Humusgehalten (Boden II) und bei fehlender Bodenbearbeitung (Boden VII) nach langjähriger Anwendung die SAC überschritten werden kann und dann bereits geringe Mengen pflanzenverfügbaren Paraquats zu Schäden an empfindlichen Nachbarkulturen führen. Zusätzlich kann die Verfügbarkeit des Wirkstoffes durch die Anwendung weiterer Agrochemikalien, vor allem durch Düngemittel, beeinflußt werden; es kann aber auch der Fall eintreten, daß auflaufende Kulturpflanzen in Extremböden durch freies Paraquat geschädigt werden, bevor der Wirkstoff nach Applikation vollständig inaktiviert ist.

Die breite Anwendung von Paraquat ist aus dieser Sicht zu überdenken. Schon wegen der hohen Persistenz und der damit gegebenen langjährigen Kontamination der Umwelt, aber auch wegen möglicher Phytotoxizität ist die weitere Anwendung kritisch zu betrachten. Generell sollte die Zahl der Anwendungen und die Aufwandmenge auf das notwendige Maß begrenzt werden. Auf tonarmen, humusreichen Böden, in denen der SAC-Wert in absehbarer Zeit erreicht werden kann, sollte die Anwendung – wie bereits praktiziert – sofort eingeschränkt werden. Abgesehen davon bleibt jedoch die auch von BÖRNER (1977) gestellte Frage offen, inwieweit man es hinnehmen kann, daß sich ein Wirkstoff im Boden stetig anreichert, auch dann, wenn er nach den bisherigen Kenntnissen biologisch inaktiv ist.

## Literatur

- ANONYM 1974: Herbicide handbook of the Weed Science Society of America. 3rd Edition, 291–296.
- AUDUS, L. J., 1976: Herbicides, physiology, biochemistry, ecology. 2nd Edition, Academic Press, London, New York, San Francisco, Vol. 1 und 2.
- Biologische Bundesanstalt, 1978: Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1978, Teile 1–4, 26. Auflage.
- BÖRNER, H., 1977: Untersuchungen über das Verhalten von Paraquat nach Anwendung bei der chemischen Grabenentkrautung. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. **84**, 705–718.
- CALDERBANK, A. and S. H. YUEN, 1965: An ion-exchange method for determining Paraquat residues in food crops. Analyst **90**, 99–106.
- DAMANAKIS, M., 1970: A bioassay for the determination of low concentrations of Paraquat. Weed Res. **10**, 77–80.
- DAMANAKIS, M., D. S. H. DRENNAN, J. D. FRYER und K. HOLLY 1970a: The toxicity of Paraquat to a range of species following uptake by the roots. Weed Res. **10**, 278–283.
- DAMANAKIS, M., D. S. H. DRENNAN, J. D. FRYER und K. HOLLY 1970b: Availability to plants of Paraquat adsorbed on soil or sprayed on vegetation. Weed Res. **10**, 305–315.
- EWRS (European Weed Res. Soc.-Working group „Laboratory bioassays“), 1979: Bioassay for the detection of herbicides. Weed Res. **19**, (Im Druck).
- FRYER, J. D., R. J. HANCE and J. W. LUDWIG, 1975: Long-term persistence of Paraquat in a sandy loam soil. Weed Res. **15**, 189–194.
- KEARNEY, P. C. and D. D. KAUFMAN, 1976: Herbicides, chemistry, degradation and mode of action. 2nd Edition, Vol. 2, Marcel Dekker, Inc. New York und Basel, 501–533.
- KHAN, S. U., 1973: Interaction of humic substances with bipyridylum herbicides. Canadian Journal of Soil Science **53**, 199–204.
- KHAN, S. U., 1975: Interaction of humic substances with herbicides in soil and aquatic environments. Abstracts of Papers 169th National Meeting American Chemical Society. Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- LENZ, F. und G. BÜNEMANN 1974: Einfluß von Bodenpflegemaßnahmen und unterschiedlicher N-, K-Versorgung auf das Wachstum und den Ertrag von Sauerkirschen. Der Erwerbsobstbau **16**, 133–136.
- LENZ, F. und G. BÜNEMANN 1975: Einfluß von Bodenpflegemaßnahmen und unterschiedlicher N-, K-Versorgung auf das Wachstum und den Ertrag von Schwarzen Johannisbeeren. Der Erwerbsobstbau **17**, 161–164.
- MAIER-BODE, B. 1971: Herbizide und ihre Rückstände, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- MITHAYANTHA, M. S., K. B. RAO, C. C. BIDDAPPA, N. T. LILLARAM, and N. G. PERUR 1974: Paraquat adsorption on clay minerals. Proceedings of the Indian National Science Academy, **B 40**, 293–302.
- NIEHUSS, M. 1970: Praktische Rückstandsuntersuchungen und fischtoxicologische Versuche mit Herbiziden. Diss. Univ. Kiel, 108 S.
- PESTEMER, W. 1976: Quantitativer Biotest zur Bestimmung von Photosynthesehemmern im Boden. Weed Res. **16**, 357–363.
- RILEY, D., W. WILKINSON und B. V. TUCKER 1976: Biological unavailability of bound Paraquat residues in soil. In: Bound and conjugated pesticide residues; ed. by D. D. KAUFMANN et al. (ACS Symposium Series 29) Washington DC, USA, 301–353.
- STECKÓ, V. und A. SVENSSON 1974: Diquat and Paraquat – phytotoxic effects via the soil. Proceedings of the 15th Swedish Weed Conference. Uppsala, Sweden, Lantbrukshögskolan, part 1, G6–G8.
- STEVENSON, F. J. 1972: Organic matter reaction involving herbicides in soil. J. Environ. Qualit. **1**, 333–343.

TUCKER, B. V., D. E. PACK, und J. N. OSPENSON 1967: Adsorption of Bipyridylum herbicides in soil. *J. Agr. Food Chem.* **15**, 1005–1008.  
TUCKER, B. V., D. E. PACK, J. N. OSPENSON, A. OMID and W. D. THOMAS, Jr. 1969: Paraquat soil bonding and plant response. *Weed Sci.* **17**, 448–451.

WEINMANN, W. und H. G. NOLTING: Paraquat in Erde und Wasser, in DFG: Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln (Mitt. VI der Senatskommission für Pflanzenschutz-, Pflanzenbehandlungs- und Vorratsschutzmittel. Methodensammlung der Arbeitsgruppe „Analytik“, Verlag Chemie, Weinheim, New York (In Vorbereitung).

## Mitteilungen

### II<sup>nd</sup> International symposium on small fruit virus diseases, Budapest

Das II. Internationale Symposium über die Viruskrankheiten des Beerenobstes fand in der Zeit vom 2. bis 5. 7. 1979 in Budapest statt in Verbindung mit dem XI. Internationalen Symposium über die Viruskrankheiten der Obstbäume. Die auch in der Zukunft gemeinsame Durchführung beider Veranstaltungen wurde wegen der engen Verflechtung der beiden Arbeitsgebiete 1976 von den Teilnehmern des I. Beerenobstsymposiums in Heidelberg beschlossen. Auf diese Weise soll Wissenschaftlern, die sowohl Viruskrankheiten des Beeren- als auch des Baumobstes bearbeiten, die Möglichkeit geboten werden, kostensparend an beiden Symposien teilzunehmen. Während des Symposiums, an dem 57 Wissenschaftler aus 19 europäischen und überseeischen Ländern teilnahmen, wurden 10 Vorträge gehalten. Ein Beitrag wurde im Rahmen der Poster session vorgestellt.

Zuerst sprach der Berichterstatter über die Übertragung des Strawberry mild yellow edge und des Strawberry crinkle virus durch die Erdbeerblattlaus *Chaetosiphon fragaefolii*. Beide Viren, die 1974 mit befallenen Pflanzgut in die Bundesrepublik eingeschleppt worden sind, zählen zu den gefährlichsten Krankheitserregern der Erdbeere. Die Untersuchungen ergaben, daß es sich bei dem eingeschleppten Strawberry mild yellow edge virus um einen Stamm handelt, der besonders gut durch die Erdbeerblattlaus übertragen wird. Aus diesem Grunde ist im westdeutschen Verbreitungsgebiet des Insekts die Gefahr für eine rasche Ausbreitung des Krankheitserregers sehr groß. MURANT und ROBERTS (Großbritannien) berichteten über das Auftreten des Raspberry vein chlorosis virus in seinem Vektor *Aphis idaei*. Im Verlauf von elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden im Muskel- und Nervengewebe sowie in den Speicheldrüsen infizierter Tiere Partikel entdeckt, die denen in kranken Pflanzen festgestellten glichen. Die Autoren schließen aus ihrer Untersuchung, daß sich das Virus auch im Überträger vermehrt und von diesem persistent übertragen wird.

RAMSDALE (USA) und STACE-SMITH (Kanada) beschrieben unter dem Namen Blueberry leaf mottle eine neue Virose der Kulturheidelbeere. Die befallenen Pflanzen weisen deutlich geschreckte, mißgestaltete Blätter auf und ihre Triebe sterben schnell ab. Bei dem Krankheitserreger handelt es sich wahrscheinlich um ein Nepo-Virus, das aufgrund serologischer Untersuchungen entfernt dem Grapevine Bulgarian latent virus verwandt ist.

BASAK und MASZKIEWICZ (Polen) stellten mit dem Gooseberry mosaic ebenfalls eine neue Krankheit vor. Der von der Stachelbeersorte 'Lady Delamare' isolierte Erreger konnte experimentell auf verschiedene Ribes-Arten u. a. auch auf die Schwarze und Rote Johannisbeere übertragen werden. Infizierte Pflanzen der Roten Johannisbeersorten 'Large Red Dutch' und 'Jonkheer van Tets' entwickelten keine Symptome. An Stachelbeeren und anderen Wirten verursachte der Erreger eine chlorotische Blattscheckung, Adernbänderung und Adernauffüllung. Schwache Blattmißbildungen traten 1 bis 2 Jahre nach der Inokulation auf.

CONVERSE (USA) berichtete über seine Untersuchungen zur Pollenübertragung des Tobacco streak virus bei der Brombeere. In einem mehrjährigen Versuch mit den Sorten 'Boysen' und 'Munger', die in der Nachbarschaft einer befallenen Anlage aufgefanzelt worden waren, betrug die jährliche Infektionsrate im Durchschnitt 8 bzw. 25%. Es wurde ferner festgestellt, daß außer der Pollenübertragung noch eine weitere, bisher noch nicht geklärte Form der natürlichen Ausbreitung existieren muß.

Bei dem Tobacco streak virus handelt es sich um einen Schaderreger, dessen Aufnahme in die „Richtlinie des Rates über Maßnahmen zum Schutz gegen das Verbringen von Schadorganismen der Pflanzen bzw. Pflanzenerzeugnisse in die Mitgliedstaaten“ wegen des mangelhaften Informationsstandes sehr umstritten ist. Aus diesem Grunde

war der Vortrag für den Berichterstatter in seiner Eigenschaft als Sachverständiger bei den Verhandlungen in Brüssel besonders wertvoll, zumal in einem persönlichen Gespräch mit Prof. CONVERSE in Erfahrung gebracht werden konnte, daß das Virus in den USA bei der Brombeere weit verbreitet ist und dort Ertragsausfälle von etwa 10% verursacht. Über die ertragsmindernde Wirkung in Mischinfektion mit anderen Viren liegen noch keine Untersuchungen vor.

JONES (Großbritannien) berichtete über die Auswirkung latenter Virusinfektionen auf die Wuchs- und Ertragsleistung der Himbeere. Er stellte fest, daß die als Raspberry bushy dwarf bezeichnete Krankheit nicht durch das Raspberry bushy dwarf virus allein, sondern offenbar durch eine Kombination dieses Krankheitserregers mit den black raspberry necrosis virus verursacht wird. Die Mischinfektion bewirkt bei den befallenen Pflanzen einen Zwergwuchs. Die Früchte bleiben kleiner, reifen später und besitzen eine mindere Qualität. Zweijährige Versuche mit 4 latenten blattlausübertragbaren Himbeerviren ergaben, daß durch sie das Wachstum und die Fruchtqualität der befallenen Pflanzen nachteilig beeinflusst wird.

Die 4 nachfolgenden Vorträge befaßten sich mit Problemen der Wärmetherapie und Meristemkultur bei der Erzeugung von virusfreiem Pflanzgut.

MELLOR und STACE-SMITH (Kanada) teilten mit, daß in ihren Versuchen zur Eliminierung des Himbeermosaiks nach einer 14wöchigen Wärmebehandlung bei Temperaturen von 34 bis 42 °C 67% der Pflanzen virusfrei waren, von den restlichen Himbeeren wiesen aber überraschenderweise 28% noch eine Infektion mit der „wärmelabilen“ Komponente (Black raspberry necrosis) des Himbeermosaiks auf. Dieses unerwartete Ergebnis zeigt, daß bei der Eliminierung der Himbeerviren den „wärmelabilen“ Komponenten des Himbeermosaiks in Zukunft mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden muß als bisher.

VERTESY (Ungarn) berichtete über ihre Versuche zur Erzeugung von virusfreiem Himbeerpflanzgut mit Hilfe der Meristemkultur. Ergebnisse der Testung auf Virusfreiheit liegen noch nicht vor. SOB-CZYKIEWICZ (Polen) erzielte die besten Ergebnisse bei der Eliminierung von Erdbeerviren durch eine Kombination der Wärmetherapie mit der Meristemkultur. Ferner stellte sie fest, daß die Meristeme, die wärmebehandelten Erdbeeren entnommen wurden, sich rascher und in größerer Anzahl zu Jungpflanzen entwickelten als Meristeme von unbehandelten Kontrollen.

ACHMET, KOLLANYI, PORPACZY und SZILAGYI (Ungarn) sprachen über die Erzeugung von virusfreiem Beerenobstpflanzgut mit Hilfe der Virustestung, Warmwasserbehandlung und Meristemkultur. Das Schwergewicht der Arbeiten liegt z. Z. bei der Erdbeere. Bis jetzt stehen 13 Erdbeer-, 19 Rote und Schwarze Johannisbeer- sowie 2 Himbeersorten getestet zur Verfügung.

BREMER und HEIKINHEIMO (Finnland) zeigten in ihrem Poster verschiedene Symptome der Brennesselblättrigkeit der Johannisbeere, die vermutlich auf unterschiedlich virulente Stämme des Erregers zurückzuführen sind. Befall wurde außer an *Ribes nigrum* und *R. rubrum* auch an *R. alpinum* sowie *R. petreum* festgestellt. Das Verbreitungsgebiet des Überträgers der Krankheit der Johannisbeergallmilbe (*Cecidophyopsis ribis*) erstreckt sich in Finnland bis zum 66° nördlicher Breite.

Zum Abschluß des Symposiums wurde eine Station des „Research Institute for Fruit growing and Ornamentals“ in Fertöd besucht. Von der Station, in der insgesamt 47 Bedienstete, davon 10 Wissenschaftler und 14 Assistenten beschäftigt sind, werden ausschließlich Probleme des Beerenobstes bearbeitet. Im Verlauf der letzten 20 Jahre wurden hier 30 neue Beerenobstsorten gezüchtet. Gegenwärtig befinden sich 17 Neuzüchtungen in der Prüfung. Zuchtziele sind u. a. die Steigerung des Ertrags der Fruchtqualität, mechanische Ernte und Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge, wie *Didymella applanata*, *Leptosphaeria coniothyrium*, *Sphaerotheca mors uvae*, *Cronartium ribicola* und *Thomasiana theobaldi*. Einen breiten Raum nehmen pflanzenbauliche Versuche ein. Geprüft werden Fragen der Düngung, des Schnitts, der chemischen Unkrautbekämpfung, des Unterfolienanbaus und der Mechanisierung der Ernte. Eine wesentliche Aufgabe der Station ist die Bereitstellung von virusfreiem Beerenobstpflanzgut.