
Vogel und Luftverkehr, Band 3, Heft 1, Seite 9-21 (1983)

ZUR TOXIKOLOGIE DER BEKÄMPFUNGSMITTEL FÜR ÜBERHANDNEHMENDE
TIERPOPULATIONEN

von HANS-JÜRGEN HAPKE, Hannover

(Dieser Beitrag, als Vortrag auf der 26. Arbeitssitzung des DAVVL e.V. am 04. Mai 1982 auf dem Flughafen Hannover gehalten, wird wegen seiner besonderen Wichtigkeit und Aktualität in voller Länge zusammenhängend abgedruckt).

Zusammenfassung: Die Vergiftung wildlebender Tiere, z.B. Vögel mit chemischen Substanzen kann insgesamt nicht empfehlenswert sein, dennoch werden Biozide zur Dezimierung überhandnehmender Tierpopulationen bei besonderen Situationen benutzt. Bei der Auswahl der chemischen Mittel müssen im Hinblick auf eine Verursachung von Schmerzen und Leiden u.a. deren zentralnervöse Effekte Berücksichtigung finden. Unter Tierschutzaspekten sollen nur Stoffe mit primärer Beeinträchtigung des Bewußtseins Verwendung finden. Direkt tötende Mittel werden wegen der Gefahr von Sekundärvergiftungen abgelehnt. Mittel zur Fortpflanzungsbeeinflussung sind aus toxikologischer und ökologischer Sicht jedoch optimal.

Summary: The poisoning of wild animals, f.i. birds with chemical substances cannot be recommended generally. Nevertheless, biocides are used to decimate increasing animal populations in some conditions. When using such chemicals their central- nervous

effects must be considered in relation to their pain and disease producing effect. Under aspects of animal protection only substances with primary impairment of consciousness should be applied. Chemicals with instantaneous lethal effect are rejected because of the danger of secondary poisoning. Chemicals affecting reproduction are optimal under toxicological and ecotoxicological aspects.

I. Allgemeines

Die Abtötung von Individuen oder Populationen mit chemischen oder mechanischen Verfahren ist immer problematisch oder schwierig. Besonders bei der Anwendung zugelassener Bekämpfungsmittel, die im allgemeinen den Tod der Tiere anstreben, treten die folgenden beiden Probleme auf:

1. Der Tötungsvorgang ist ein massiver Eingriff in den Organismus. Aus der experimentellen Pathologie ist bekannt, daß es keine Tötungsart gibt, die nicht Spuren der Schädigung in verschiedenen Geweben oder Organen hinterläßt, die dem Tode vorausgehen. Eine Tötung ist nur dann frei von Leiden und Schmerzen für die Tiere, wenn
 - a. das Bewußtsein zuerst ausgeschaltet wird (Kohlenmonoxid, Schlafmittel, Kohlendioxid);
 - b. der Vorgang so schnell verläuft, daß eine Schmerzempfindung nicht bewußt wird (Erschießen, Blausäure).
2. Das Ausbringen von "ökologischen Fremdstoffen", die stets in Ökosysteme eingreifen und hier u.U. zu erheblichen Verschiebungen von Gleichgewichten führen, hat eine ökotoxikologische Bedeutung. Diese besteht in:
 - a. Einwirken auf mehrere oder alle Tierarten infolge einer

Spezies-Unspezifität (Alkylphosphate)

- b. Persistenz in der Umwelt durch chemische Stabilität und Bioakkumulation in Nahrungsketten und damit Anreicherung in bestimmten Strukturen des Biotops oder in einzelnen Tierarten (chlorierte Kohlenwasserstoffe).

Aus dieser doppelten Problematik folgt, daß eine "Vergiftung" mit chemischen Substanzen bei wild lebenden Tieren insgesamt nicht empfehlenswert sein kann. Eine solche Maßnahme könnte nur unter kontrollierten Bedingungen vorgenommen werden, wenn keine anderen Verfahren zur Verfügung stehen. Solche Maßnahmen dürfen nur von Fachleuten durchgeführt werden unter Beachtung der Anwendungsvorschriften. Um Leiden und Schmerzen der Tiere zu vermeiden und ökologische Auswirkungen zu minimieren, ist die Toxikologie der einzelnen chemischen Bekämpfungsmittel zu berücksichtigen.

II. Toxikologie von Bioziden

Biozide werden zur Tötung von lebenden Organismen mit chemischen Substanzen verwendet. Im Falle der Dezimierung überhandnehmender Tierpopulationen handelt es sich stets um eine Massenbehandlung. Die Euthanasie von Einzeltieren, z.B. durch Injektionen oder Inhalationen oder sonstiger Anwendung chemischer Substanzen unter kontrollierten Bedingungen (wie Kohlendioxid bei Eintagsküken), muß bei der Darstellung der hier anstehenden Problematik unberücksichtigt bleiben.

Es sollen hier allein solche Biozide besprochen werden, die auf Säugetiere und Vögel wirken, wobei insbesondere die zentralnervösen Effekte der zur Verfügung stehenden Mittel Berücksichtigung finden müssen. Die zentralnervösen Effekte sind von erheblicher Bedeutung bei der Feststellung, ob bei den zu tötenden Tieren vorher Leiden oder Schmerzen auftreten.

Auch sollten äußere Erscheinungsbilder der Vergiftung berücksichtigt werden, da die häßlichen Szenen, die im Zusammenhang mit dem Vergiftungsvorgang ablaufen, den meisten Menschen nicht zugemutet werden können. Allerdings kann auch angenommen werden, daß gerade bei diesen Tieren, die z.B. durch psychomotorische Erregung auffallen, das Bewußtsein bereits beeinträchtigt ist und Leiden daher nicht empfunden werden können.

Die hier zu besprechenden Substanzen werden hinsichtlich ihrer toxischen Wirkungen ohne Berücksichtigung der Notwendigkeit und Realisierbarkeit ihrer Anwendung geschildert. Hierbei sollen zwei Aspekte im Vordergrund der Betrachtungen stehen: Die Auswirkungen der Substanzen auf die Schädlinge (Säugetiere, Vögel) und die Wirkung auf Ökosysteme (Effekte auf andere Tierarten und das Gleichgewicht der Biozönose).

Es muß davon ausgegangen werden, daß Tiere immer dann leiden und Schmerzen empfinden, wenn die im Zusammenhang mit der Vergiftung auftretenden Körpervorgänge bei erhaltenem Bewußtsein (im Sinne von Wachsein) ablaufen.

Die Einteilung der hier zu besprechenden Stoffe kann unter Berücksichtigung der Beeinflussung des Bewußtseins und der tierschützerischen Aspekte in vier Gruppen erfolgen:

1. Stoffe ohne primäre Beeinträchtigung des Bewußtseins.
Die durch solche Substanzen hervorgerufenen Vergiftungssymptome laufen bei vollem Bewußtsein ab. Hierzu gehören zum Beispiel Strychnin, chlorierte Kohlenwasserstoffe (Lindan), Phosphorsäure-Ester (Parathion), einige Gase und Dämpfe (Phosphorwasserstoff) und theoretisch Curare-Präparate (die tatsächlich aber nicht verwendet werden).
2. Stoffe, die zu einer langsamen Abnahme der Lebensfunktionen führen und sekundär das Bewußtsein trüben. Die im Zuge dieser

Vergiftungen auftretenden Leiden und Schmerzen werden vom Tier nicht erlebt. Hierzu gehören beispielsweise Kumarolderivate (Warfarin), Kohlenmonoxid wie Kohlendioxid.

3. Stoffe, die das Bewußtsein primär beeinflussen, so daß alle anschließenden Körpervorgänge nicht zu einer schmerzhaften Empfindung führen. Das äußere Erscheinungsbild einer solchen Vergiftung mag manchmal auf den Betrachter abstoßend wirken, da im Zusammenhang mit der zentralnervösen Beeinträchtigung des Bewußtseins motorische Koordinationsstörungen auftreten (Taumeln, Zuckungen). Hierzu gehört α -Chloralose.
4. Stoffe, die die Fortpflanzung beeinträchtigen. Die hierdurch hervorgerufenen Effekte sind keine Vergiftung im engeren Sinne und laufen ohne jede Beeinflussung des Bewußtseins ab. Die Substanzen führen zur männlichen oder weiblichen Sterilität.

Im einzelnen sind die als Biozide verwendbaren Stoffe toxikologisch wie folgt zu charakterisieren:

1. Phosphorsäure-ester

Der Mechanismus der durch diese Substanzen hervorgerufenen Vergiftungserscheinungen beruht auf einer Hemmung des Enzyms Cholinesterase in der Körperperipherie. Die Todesursache besteht im Ersticken durch Lungenödem, verbunden mit Kreislaufkollaps und Schock. Schmerzhaftes Vorgänge bei der Vergiftung sind Darmkrämpfe und Muskelzuckungen sowie die Angst beim Ersticken. Das Bewußtsein ist bis kurz vor dem Tode im wesentlichen unbeeinflusst, und alle schmerzhaften Vorgänge im Körper werden als solche vom Tier empfunden.

Die umwelttoxikologische Bedeutung der Phosphorsäureester ist im allgemeinen gering durch schnellen Abbau dieser Substanzen, so daß in der Umwelt keine Akkumulation und keine Sekundär-

vergiftungen vorkommen. Als Sekundärvergiftungen bezeichnet man die Vergiftung anderer Tiere, die die primär betroffenen Tiere anschließend verzehren. Phosphorsäureester haben aber keine spezifische Wirkung auf einzelne Tierarten, sondern beeinflussen alle Lebewesen, auch Nicht-Vertebraten. Die toxische Effektivität ist außerordentlich groß, die Wirkung ist sicher und die Wahrscheinlichkeit des Erfolges sehr groß.

2. Chlorierte Kohlenwasserstoffe

Diese Stoffe führen zu zentralnervös bedingten Krämpfen der quergestreiften Muskulatur. Es handelt sich hierbei um klonische und tonische Krämpfe, die durch Erregungen der motorischen Hirnrinde bzw. der Rückenmarks-Motoneuronen hervorgerufen werden. Die Todesursache besteht im Ersticken durch die Atemhemmung während des Krampfes oder durch die völlige motorische Erschöpfung in den Krampfpausen. Die auftretenden Muskelkrämpfe sind außerordentlich schmerzhaft, die Atemnot bei den Krämpfen wird bewußt erlebt. Die Erlebnisfähigkeit ist bis zur Erschöpfung nahezu unbeeinflußt.

Die umwelttoxikologische Bedeutung der chlorierten Kohlenwasserstoffe ist erheblich wegen der chemischen Persistenz dieser Substanzen und der Möglichkeit der Bioakkumulation. Chronische Sekundärvergiftungen sind möglich. Hier sind Lindan, Endrin und Toxaphen (Camphelox) zu nennen.

3. Andere Kampfgifte

Die Stoffe haben die gleichen Wirkungen wie die chlorierten Kohlenwasserstoffe, indem sie auf das motorische System der Großhirnrinde (1. Neuron) bzw. das Rückenmark (2. Neuron) einwirken. Die Beurteilung der Wirkung auf das Tier und die umwelttoxikologische Bedeutung sind die gleichen wie bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen. Die Substanzen sind im allgemeinen nur wenig persistierend, da sie abbaubar sind.

Trotzdem sind Sekundärvergiftungen möglich. Hierzu gehören z.B. Strychnin und Crimidin (Gastrix).

4. Dikumarole und Verwandte

Die Stoffe dieser Gruppe werden am häufigsten in der Nagetier-Bekämpfung verwendet. Der Wirkungsmechanismus beruht auf einer Hemmung der Blutgerinnung und zusätzlich im Auftreten von Kapillarschäden. Kleine mechanische Belastungen des Kapillarsystems führen aufgrund der erhöhten "Brüchigkeit" zu massiven Blutungen in Gewebe oder Körperhöhlen. Die Todesursache besteht im Blutungsschock. Der Prozeß erfolgt langsam durch wiederholte Aufnahme kleiner Mengen. Die Vergiftung ist nicht mit dem Auftreten von Schmerzen oder Leiden verbunden. Das Bewußtsein wird nur terminal getrübt infolge des zunehmenden Blutverlustes. Vorher ist das Bewußtsein unbeeinflusst. Der Tod tritt also ohne Leiden ein.

Die umwelttoxikologische Bedeutung dieser Stoffe ist gering durch den schnellen Abbau. Sekundärvergiftungen sind unwahrscheinlich, da in dem stark vergifteten oder verendeten Tier aufgrund des schnellen Metabolismus die Stoffe zu unwirksamen Konzentrationen abgebaut werden. Hier sind beispielsweise die folgenden Stoffe zu nennen: Warfarin, Dicumarol, Cumatetralyl, Chlorphacinon und Pindon.

5. Andere Stoffe ohne besondere Gruppenzugehörigkeit

Hier müssen eine Reihe von Substanzen summiert dargestellt werden, die aufgrund unterschiedlicher Wirkungsmechanismen toxisch wirken.

Anthrachinon zeichnet sich durch geringere Toxizität aus und wird als Repsillant gegen Krähenfraß verwendet. Die Tiere werden hierdurch nicht getötet.

Calciumcarbid entwickelt mit Wasser Acetylen und Calciumhydroxid. Auch hier kommt eine Repellant-Wirkung des Acetylens infrage. Der Kontakt mit Calciumcarbid in hohen Konzentrationen kann schwere lokale Verbrennungen an Haut und Schleimhaut hervorrufen. Die Einatmung von Acetylen führt zu Atemstörungen und Bewußtlosigkeit. Acetylen ist ein Narkosemittel.

Monochlorbenzol ist akut wenig toxisch, so daß tödliche Vergiftungen in der Natur nicht auftreten können. Wahrscheinlich kommt eine repellierende Wirkung zum Tragen. Nach der oralen Aufnahme treten Erbrechen, Nausea, allgemeine Schwäche und Müdigkeit auf. Höhere Dosen führen zur Narkose, wobei die zentralnervöse Depression mit Erregungen verbunden sein kann. Die Tiere sterben im Koma mit Bewußtlosigkeit. Der Tod tritt durch Atemlähmung oder Kollaps bedingt ein. Charakteristisch ist die Blaufärbung (Cyanose) durch die Atemlähmung und die Methämoglobinämie, die durch Veränderungen des Blutfarbstoffes hervorgerufen wird.

Zinkphosphid, das sehr häufig zur Bekämpfung von Mäusen und Ratten verwendet wird, setzt mit Wasser Phosphin (PH_3) frei. Das Phosphin wirkt nach lokalem Kontakt und nach oraler Aufnahme durch enterale Reizung oder nach Inhalation lokal irritierend. Dabei treten Nausea, Erbrechen und Lungenödem auf. Krämpfe und Koma mit Depression sowie Cyanose und Schock sind die Folgen. Die Toxizität ist für alle Tierarten etwa gleich (30 bis 50 mg/kg oral wirken tödlich). Schmerzhaft ist die Erregung der Darmschleimhaut und das Ersticken bei Lungenödem nach der Einatmung hoher Phosphin-Konzentrationen.

Sulfaquinoxalin ist ein Sulfonamid, das als Arzneimittel gegen Kokzidiose bei Hühnern verwendet wird. Es tritt bei Vergiftungen eine Hypothrombinämie auf, welche zu inneren Blutungen führt. Ob Sulfaquinoxalin überhaupt als ein Bekämpfungsmittel für Ratten und Mäuse geeignet ist, muß bezweifelt werden.

Alpha-Naphthylthioharmstoff (ANTU), welches bei Warfarin-resistenten Ratten verwendet wird, wirkt durch eine Blockade von Sulfhydrylgruppen enzymhemmend und führt zu verschiedenen Ödemen im Organismus. Die Todesursache ist die Erstickung infolge Lungenödem und Kreislaufkollaps. Es sind erhebliche tierartliche Unterschiede hinsichtlich der toxischen Wirkung bekannt. So beträgt die mittlere tödliche orale Dosis für *Rattus norvegicus* 8 mg/kg und für *Rattus rattus* 250 mg/kg. Zu den resistenten Arten gehört auch der Mensch.

Thalliumsulfat wirkt durch Sulfhydrylgruppen-Blockade enzymhemmend. Im Zuge der Vergiftung, die langsam beginnt und einen subakuten Verlauf nimmt, tritt eine schmerzhafte Polyneuritis auf, da der Kohlenhydratstoffwechsel des peripheren Nervensystems gestört ist. Charakteristisch sind die Innervationsstörungen der Haut, die zu Entzündungen und Haarausfall führen. Die auftretenden Entzündungen an den natürlichen Körperöffnungen und die Furunkulose sind außerordentlich schmerzhaft.

Kohlenmonoxid führt nach Einatmen zur Erstickung mit einer schnellen Beeinflussung des Bewußtseins. Der Bewußtseinsverlust ist durch Anoxie des Zentralnervensystems bedingt und läuft wahrscheinlich ohne Schmerzen oder Leiden ab. Lokale oder andere Wirkungen in der Peripherie sind für den Vergiftungsvorgang ohne Bedeutung.

Kohlendioxid, welches wie die üblichen Gase und Dämpfe nur in geschlossenen oder nahezu geschlossenen Räumen verwendet wird, ist in Abhängigkeit von der Konzentration wirksam. Für die Effekte der Gase und Dämpfe muß eine bestimmte Konzentration einstellbar sein. Wenn das der Fall ist, sind Schmerzen und Leiden bei Beginn der Vergiftung nach der Einatmung von Gasen und Dämpfen weitgehend zu vermeiden. Kohlendioxid führt bei mehr als 10 Vol % bei Mensch und Tier zu starken Beeinträchtigungen der zentralnervösen Tätigkeit. Die Einatmung von 50 - 70 Vol % ist nach kurzer Zeit für Tiere tödlich. Der Wirkungsmechanismus besteht im Auftreten der Anoxie des Zentralnervensystems, die mit Erre-

gungen und Krämpfen sowie Ataxie verbunden sein kann. Im frühen Stadium tritt bereits eine Bewußtlosigkeit auf. Die Einatmung geringerer Konzentrationen (5 - 10 Vol %) führt nach längerer Zeit zum Tode, wobei allerdings vorher Kompensationsmechanismen (z.B. Tachypnoe) ablaufen. Mit einer Konzentration von 30 - 40 Vol % lassen sich innerhalb 2 Minuten eine Bewußtlosigkeit, manchmal ohne Erregung, und eine ausgeprägte Schmerzfreiheit erzielen.

Schwefeldioxid erzeugt durch Bildung von sauren Reaktionsprodukten mit Flüssigkeiten eine Atemschleimhautreizung (schweflige Säure) und wirkt dadurch schmerzhaft.

Blausäure kann nur in geschlossenen Räumen unter besonderen Vorichtsmaßnahmen angewendet werden. Dieser Stoff ist bei ausreichend hohen Konzentrationen außerordentlich schnell wirksam. Der Mechanismus besteht in einer Ferment-Blockade (eisenhaltige Fermente, z.B. Cytochromoxydase und in einer inneren Erstickung durch Stoffwechselstop. Infolge des hohen Sauerstoffbedarfs des Zentralnervensystems kommt es hier zu einer primären Beeinträchtigung. Der schnelle Bewußtseinsverlust kann mit Erregungen verbunden sein. Der Tod tritt durch Atemstillstand ein. Leiden und Schmerzen sind nicht zu erwarten.

Alpha-Chloralose ist ein Hypnotikum, das im Wirkungsbeginn zu Exzitationen ohne Bewußtsein führen kann. In geringen Dosen führt diese Substanz nicht zur Tötung, sondern nur zu einer Inaktivierung und zur Narkose. Die Tiere erholen sich nach einiger Zeit, können aber vorher eingesammelt und anschließend sachgerecht getötet werden. Unbeabsichtigt vergiftete Tiere erholen sich vollständig. Mittlere und höhere Dosen führen zu einem schnellen Tod der Tiere ohne Schmerzen und Leiden.

6. Mittel zur Beeinflussung der Fortpflanzungsfähigkeit

Der Wirkungsmechanismus dieser Stoffe besteht in einer Hemmung der Keimzellenbildung und bezieht sich auf die Oogenese und auf die Spermatogenese. Vom toxikologischen Standpunkt aus sind

diese Substanzen im allgemeinen unbedenklich. Die ökologischen Auswirkungen bestehen in der Unspezifität der Wirkung, die durch spezies-gerechte Formulierungen ausgeglichen werden können. Allerdings scheint die Dosierung zur Erzielung eines vollen Erfolges schwierig zu sein. Der Abstand der sterilisierenden von der tödlichen Dosis ist im Falle des Busulfan sehr gering. Aus tierschützerischer Sicht ist dieser Wirkungsgruppe der Vorzug zu geben. Allerdings scheinen z.Z. noch keine optimal wirksamen Präparate zur Verfügung zu stehen.

III. Schlußbemerkungen (Vorschläge)

Die Ergebnisse der in Teil II (Toxikologie von Bioziden) angestellten Überlegungen können in die folgenden 5 Stufen eingeteilt werden:

1. Auf die Anwendung direkt tödlicher Mittel sollte weitgehend verzichtet werden, da Sekundärvergiftungen durch die vergifteten oder getöteten Tiere möglich sind. Alle Gifte sind praktisch unspezifisch ohne Bevorzugung einer bestimmten Tierart wirksam. Wenn trotzdem chemische Substanzen zur Dezimierung überhandnehmender Tierpopulationen verwendet werden sollen, so sind die folgenden Substanzgruppen möglich:
2. Mittel zur Beeinflussung der Fortpflanzung, die also zur Hemmung der Reproduktion führen. Hier sind einige Hormone und bestimmte Zytostatika möglich. Der gezielte Einsatz unter Verwendung speziesentsprechender Köder, verbunden mit saisongerechter Anwendung, stellt ein unter Berücksichtigung tierschützerischer und ökologischer Aspekte nahezu optimales Verfahren dar.
3. Mittel zur Erzielung einer Hypnose oder eines Todes durch primäre Beeinflussung des Bewußtseins. Hier sind alpha-Chloralose (nicht getötete Tiere können eingesammelt werden), Kohlenmonoxid und Kohlendioxid zu nennen.

4. Gerinnungshemmer führen ohne Leiden zum Tode, verursachen aber die Ansammlung von Tierkadavern in der Umwelt.
5. Neben der Anwendung chemischer Substanzen sind auch zahlreiche mechanische Tötungsverfahren denkbar, die in Sonderfällen benutzt werden können. Diese setzen die Anwendung besonderer Einrichtungen voraus und gestatten eine schmerzlose Tötung, die aufgrund der Schnelligkeit nicht bewußt erlebt wird.

Literatur:

- ALBERT, A. :Selective Toxicity, London.
(1973)
- BENTZ, H. :Nutztiervergiftungen, Erkennung und Verhütung.
(1969) VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- BLOOD, F. R. :Essays in Toxicology, Vol. 1-5, Academic Press,
(1969-1974) New York and London.
- BOYLAND, E. and :Modern Trends in Toxicology. London.
R. GOULDING
(1968)
- BROWNING, E. :Toxicity of Industrial Metals. London.
(1969)
- CLARKE, E.G.C. and :Garners veterinärmedizinische Toxikologie.
M. L. CLARKE VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
(1969)
- DEICHMANN, W.B. and :Toxicology of drugs and chemicals. Academic
H.W. GERARDE Press New York London.
(1969)
- FREAR, D.E.H. :Pesticide Index. College Science Publ.
(1965) Pennsylvania.
- GLEASON, M.N. :Clinical toxicology of commercial products.
et al. Baltimore.
(1968)

- HAPKE, H.-J. : Toxikologie für Veterinärmediziner.
(1975) Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- HAYES, W.J. : Toxicology of pesticides. Williams
(1975) & Wilkins Co., Baltimore.
- KLIMMER, O.R. : Pflanzenschutz- und Schädlingsbekäm-
(1971) pfungsmittel, Hundt-Verlag.
- KOIVISTOINEN, P. : Pesticides. Georg Thieme Publ.
(1975) Stuttgart.
- INDUSTRIEVERBAND : Wirkungsstoffe in Pflanzenschutz- und
PFLANZENSCHUTZ e.V. Schädlingsbekämpfungsmitteln.
(1982) Physikalisch-chemische und toxikolo-
gische Daten. Selbstverlag.
- LUDEWIG, R. und : Akute Vergiftungen, VEB Gustav Fischer
K.H. LOHS Verlag Jena.
(1966)
- MAIER-BODE, H. : Pflanzenschutzmittel-Rückstände.
(1965) Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- MAIER-BODE, H. : Herbizide und ihre Rückstände. Verlag
(1970) Eugen Ulmer, Stuttgart.
- MATSUMARE, F., : Environmental Toxicology of Pesticides.
G.M. POUH and T. MISATO Academic Press New York and London.
(1972)
- PERKOW, W. : Wirkungssubstanzen der Pflanzenschutz-
(1971) und Schädlingsbekämpfungsmittel.
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg.
- RADELEFF, R.D. : Veterinary Toxicology. Lea and Febiger
(1964) Philadelphia.
- WIRTH, W., E. HECHT : Toxikologie-Fibel,
und C. GLOXHUBER Thieme Verlag Stuttgart.
(1981)

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. H. J. Hapke
Pharmakologisches Institut
Tierärztliche Hochschule
Bischofsholer Damm 15

3000 Hannover 1