

## Der derzeitige Stand der Insektizidresistenz bei der Stubenfliege

(*Musca domestica* L.)

Christoph Künast

The present status of insecticide resistance in *Musca domestica* L. against organophosphates, chlorinated hydrocarbons and pyrethroids is reported (research has been carried out 1977-79). Housefly control was carried out particularly in pig and calf stables. We found multi-resistance against organophosphates with different resistance levels against distinct insecticides. Resistance against DDT was demonstrable in spite of the lack of DDT-use for several years. Resistance against pyrethroids seemed scarcely in our control stables 1977/78; 1979 the resistance level increased rapidly.

*Housefly control, resistance, resistance tests, insecticides.*

### 1. Einführung

Das Phänomen der Synanthropie ist sowohl von praktischem wie von theoretischem Interesse. Auf der einen Seite sind anthropogen bedingte Lebensräume einem schnellen Wechsel unterworfen und erlauben damit das Studium von schnell ablaufenden Anpassungsvorgängen; auf der anderen Seite zählt ein großer Teil der in der Umgebung der Menschen lebenden Tiere zu "Schädlingen" oder "Lästlingen". Die großräumig durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen, die mit Pestiziden durchgeführt wurden und werden, treffen in zunehmendem Maße bei den verschiedenartigsten Organismen auf Resistenz. Die praktischen Konsequenzen weltweiter Resistenzselektion sind enorm: Das wohl folgenreichste Beispiel im Bereich der Insekten ist bei der Gattung *Anopheles* zu sehen, bei der 1975 von 42 Spezies Resistenz beschrieben war; damit trifft eine weitere Eindämmung der Malaria zunehmend auf Schwierigkeiten (WHO 1976).

### 2. Zur Biologie und Bekämpfung der Stubenfliege

Unter den synanthropen Fliegen ist die Stubenfliege die Art, die sich am engsten dem Menschen angeschlossen hat. Sie tritt weltweit als Kulturfolger auf; ihre ursprüngliche Heimat ist unbekannt. Die Reproduktionsrate der Stubenfliege ist groß: Ein Weibchen legt im Lauf seines im Sommer 4-6 Wochen dauernden Lebens etwa 1000 Eier, die in Portionen von 100-150 Stück abgelegt werden. Die Maden schlüpfen innerhalb von 8-12 h aus. Die drei Larvenstadien können unter günstigen Bedingungen innerhalb einer Woche durchlaufen werden. Darauf folgt ein 3-4 Tage dauerndes Puppenstadium, so daß die Entwicklung in weniger als zwei Wochen beendet sein kann. Sie verläuft damit auch im Vergleich zu anderen brachyceren Dipteren dieser Größenordnung sehr schnell. In einer "Fliegensaison" - das ist etwa die Zeit zwischen März und Oktober - können sich in einem Stall wahrscheinlich fünf und mehr Fliegengenerationen entwickeln. Erst diese enormen Individuenzahlen machen es wahrscheinlich, daß innerhalb überschaubarer Zeiträume resistenzbedingende Mutationen auftreten.

Zu Massenvorkommen von Fliegen kommt es in unseren Bereichen in Kälber- und Schweinställen. Zur Bekämpfung werden in erster Linie Kontaktinsektizide auf freie Flächen im Stall, vor allem die Wände, aufgebracht; hier kommen die Insekten mit den Wirkstoffen in Berührung und werden getötet. Durch diese Art der Bekämpfung wird eine beträchtliche Resistenzselektion durchgeführt.

### 3. Der Begriff "Resistenz"

Der Terminus "Resistenz" wird in unterschiedlichem Sinne verwendet. Hier soll darunter die genetisch fixierte Fähigkeit verstanden werden, erhöhte Dosen eines schädigenden Umweltfaktors (in diesem Zusammenhang eines Insektizids) zu tolerieren. Sie wird nicht im Laufe eines individuellen Lebens unter dem Einfluß subletaler Dosen erworben, wie es bei der Immunität der Fall ist, sondern beruht auf resistenzbedingenden Genen. Resistente Stämme entstehen durch Selektion.

Man kann verschiedene Typen der Resistenz unterscheiden. Wirkt ein einziges Insektizid als Selektor, so kann sich die entstehende Resistenz nur gegen diesen Wirkstoff richten. Man spricht dann von "Einzelresistenz". Sehr häufig und mit in der Praxis verhängnisvollen Folgen tritt aber Mehrfachresistenz auf, d. h. auch

andere Wirkstoffe sind von der Resistenz betroffen. Dabei kann es sich um "Gruppenresistenz" handeln, bei der sich die Resistenz gegen andere Vertreter der chemischen Gruppe des Selektors richtet, oder um "Kreuzresistenz" (cross resistance), bei der auch Vertreter anderer chemischer Gruppen betroffen sind.

#### 4. Durchführung eines Resistenztests

Die Untersuchungen, über die hier berichtet werden soll, wurden im Zeitraum 197 -1979 in Süddeutschland zwischen Alpenrand und Donau durchgeführt. Die Fliegen wurden in Ställen gefangen und im Labor gezüchtet. Von 3-9 Tage alten Weibchen der F<sub>1</sub>-Generation wurden Dosis-Wirkungs-Kurven ermittelt, indem den Fliegen unterschiedlich konzentrierte Lösungen der Testsubstanz (Lösungsmittel: Aceton) auf den Thorax getropft wurden. Die so erhaltene absolute Mortalität wurde mittels der Abbott'schen Formel in die relative Mortalität umgerechnet. LD<sub>50</sub>- und LD<sub>95</sub>-Werte wurden graphisch mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitspapier ermittelt. Quantifizierbar wird die Resistenz im Vergleich zwischen einem Wildstamm und einem Stamm, der in seiner Vergangenheit keinem Selektionsdruck durch Insektizide unterworfen war. Ein derartiger Kontrollstamm stand in dem Stamm WHO/IN zur Verfügung. Als Maß für die Resistenz dient der Resistenzquotient R:

$$R = \text{LD}_{50}\text{Wildstamm} : \text{LD}_{50}\text{Kontrollstamm}$$

#### 5. Ergebnisse

Es sind vor allem drei Gruppen von Wirkstoffen, die zur Fliegenbekämpfung eingesetzt wurden und werden: Phosphorsäureester, chlorierte Kohlenwasserstoffe und Pyrethroide.

##### 5.1 Phosphorsäureester (PSE)

Zur dieser Gruppe gehört eine große Zahl von Insektiziden, von denen mehrere seit vielen Jahren und in breitem Umfang zur Fliegenbekämpfung dienen. Von ihnen wurden Trichlorphon, Malathion, Bromophos, Dimethoat, Dichlorvos (DDVP), Azinphos-Äthyl, Parathion und Bromophos-Äthyl für Resistenztests verwendet. Die drei letztgenannten dieser acht Insektizide wurden im Untersuchungsgebiet nicht, die drei ersten häufig gebraucht. Acht Wildstämme von *Musca domestica* wurden in die Untersuchungen einbezogen. Abb. 1 und 2 zeigen die Dosis-Wirkungs-Kurven für Trichlorphon und Dichlorvos (DDVP): die Resistenzquotienten gegenüber den anderen Testsubstanzen enthält Tab. 1.

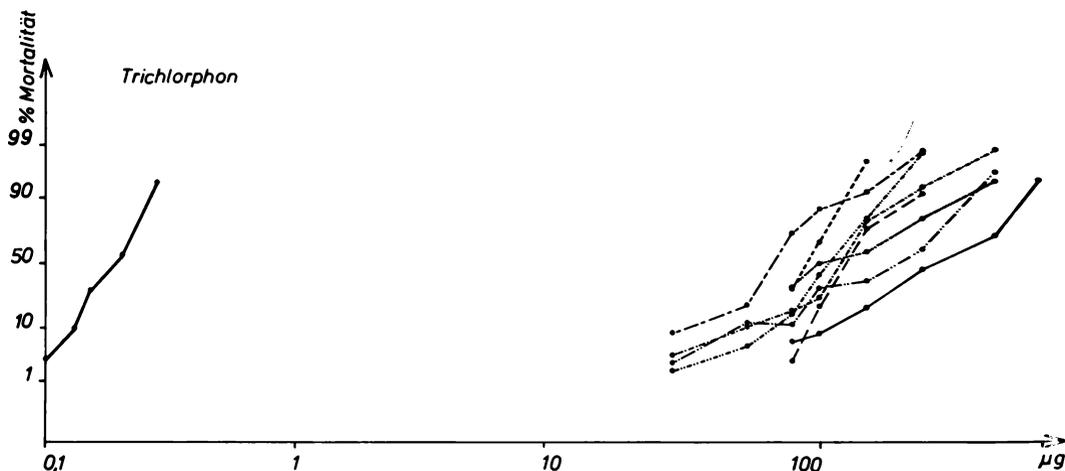


Abb. 1: Dosis-Wirkungs-Kurven bei Trichlorphon

Trichlorphon ist wahrscheinlich am häufigsten zur Fliegenbekämpfung verwendet worden, und zwar nicht nur als Kontakt-, sondern auch als Fraßgift. Das Resistenzniveau war sehr hoch, die Resistenzquotienten lagen bei allen Stämmen über 100 und erreichten Spitzenwerte von über 2000. Zumindest über die Kontaktwirkung von Trichlorphon ist eine Fliegenbekämpfung bei diesen hochresistenten Stämmen nicht mehr möglich.

Tab. 1: Resistenzniveau gegenüber einer Auswahl an Phosphorsäureestern

Wirkstoff	Resistenzniveau
Trichlorphon	463.2 - 2210.5
Malathion	47.8 - 150
Bromophos	8.6 - 24.3
Dimethoat	3.6 - 13.5
Dichlorvos	2 - 11.4
Azinphos-Äthyl	5.4 - 46.2
Parathion	15.6 - 53.8
Bromophos-Äthyl	5 - 30.3

Gegen Dichlorvos (DDVP) war das niedrigste Resistenzniveau von allen Phosphorsäureestern ausgebildet. Es lag zwischen 2 und 15. DDVP ist stark flüchtig, damit wenig persistent; es wird gelegentlich zur Stallfliegenbekämpfung herangezogen, häufig in Verbindung mit anderen Insektiziden. Die geringe Residualwirkung ist möglicherweise ein Grund dafür, daß der Wirkstoff noch relativ aktiv ist. Es ist anzunehmen, daß ein Insektizid einen geringen Selektionsdruck ausübt, das nur kurzzeitig auf eine Population einwirkt.

Gegenüber allen untersuchten PSE war Resistenz nachweisbar, wenn auch die Niveaus unterschiedlich hoch waren. Offensichtlich ist Gruppenresistenz verbreitet, denn auch Insektizide, die nicht zur Fliegenbekämpfung verwendet worden waren (Azinphos-Äthyl, Parathion, Bromophos-Äthyl), trafen auf Resistenz, und zwar durchaus nicht auf die niedrigsten Werte. Resistenzprobleme bei der Fliegenbekämpfung können also nicht durch den Einsatz eines beliebigen, neuen Wirkstoffs umgangen werden.

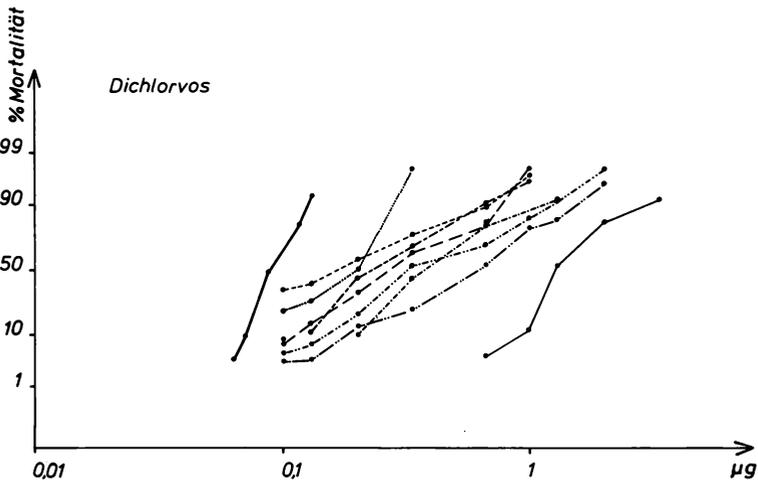


Abb. 2: Dosis-Wirkungs-Kurven bei Dichlorvos.

Als verstärkte Linie ist die Dosis-Wirkungs-Kurve des Kontrollstamms eingezeichnet.

Gleichzeitig mit den in Ställen gefangenen Fliegen wurden je ein Stamm aus München und von einer Almhütte in den bayerischen Alpen untersucht. In diesen Bereichen wird nicht großräumig mit Insektiziden gearbeitet. Beide Fliegenstämme unterscheiden sich nicht signifikant in ihren Resistenzspektren gegenüber PSE von den Stallfliegen.

## 5.2 Chlorierte Kohlenwasserstoffe

Der Einsatz von Insektiziden aus dieser Gruppe ist in der Bundesrepublik Deutschland durch das Gesetz über den Verkehr mit DDT vom 7.8.1972 stark eingeschränkt worden. Von Interesse war vor allem, ob nach wie vor Resistenz vorhanden ist. DDT wird im Stallbereich nicht mehr verwendet. Bereits 1959 war DDT-Resistenz (das

Insektizid war damals seit 15 Jahren eingesetzt) in der Bundesrepublik mit Resistenzquotienten von 6 bis 30, im Extremfall bei 70, festgestellt worden (WEBB 1959). In unseren Tests von 1977/78 war Resistenz mit Resistenzquotienten zwischen 10 und 20 eindeutig nachweisbar. Trotz der mehrjährigen Einsatzpause ist DDT-Resistenz also nach wie vor verbreitet. Diese Ergebnisse stimmen mit Daten aus den USA überein, wo noch 10 Jahre nach dem Einsatz das Resistenzniveau gegenüber DDT nicht abgesunken war (GEORGHIOU 1966).

Auch Lindan wurde im Stallbereich eingesetzt. Es war auffällig, wie unterschiedlich resistent die Fliegenpopulationen waren: Einige Stämme waren mit Resistenzquotienten von 2 nach wie vor sehr empfindlich, andere zeigten Resistenzquotienten von über 100.

### 5.3 Pyrethroide

Pyrethroide sind synthetische Derivate des Pyrethrums, eines ursprünglich aus Pflanzen gewonnenen Wirkstoffs. Sie sind stark insektizid und schwach warmblütertoxisch und werden darum gern zur Stallfliegenbekämpfung verwendet. Vor etwa zwei bis drei Jahren kamen Präparate mit dem Wirkstoff Permethrin in breitem Umfang auf den Markt. Ihre Sofort- und Langzeitwirkung waren sehr gut. Die damit 1977/78 durchgeführten Resistenztests ergaben, daß fast alle Stämme von ähnlicher Empfindlichkeit wie die Kontrollfliegen waren; teilweise lagen die Resistenzquotienten sogar unter 1, d. h. die Wildfliegen waren empfindlicher als der Laborstamm. Nur ein Stamm war gegenüber den beiden Wirkstoffen Cypermethrin und Permethrin beträchtlich unempfindlich; das wurde damals als ein Anzeichen für beginnende Resistenz interpretiert (Tab. 2).

1979 wurden zunehmend Klagen laut, daß die Pyrethroidpräparate an Wirksamkeit verlore. Das wurde zunächst auf applikationstechnische Probleme zurückgeführt, z. B. auf die Instabilität der Pyrethroide bei alkalischem Untergrund. Darauf wurden von uns zwei Versuchsreihen durchgeführt: Einmal mit Fliegen aus den "Problemställen", in denen die Mittel nach Auskunft der Betriebsleiter offensichtlich nicht mehr aktiv waren, außerdem mit Fliegen aus den gleichen Ställen wie 1977; es wurden nur solche Ställe in die Untersuchungen einbezogen, bei denen sicher war, daß Pyrethroide zur Fliegenbekämpfung verwendet worden waren. In allen Ställen war im Vergleich zu 1977/78 ein teilweise beträchtlicher Resistenzanstieg zu verzeichnen. Diese Tendenz wurde auch bei der Untersuchung der "Problemställe" deutlich: Bei fast allen Stämmen fanden sich Resistenzquotienten über 20.

Tab. 2: Resistenzquotienten bei Pyrethroiden

Stamm Nr.	Cypermethrin	Permethrin	Permethrin
	1977/8	1977/8	1979
I	0.49	0.29	
II	0.58	3.26	
III	1.1	4.13	
IV	4.44	4.34	
V	0.84	4.78	12.3
VI	18.96	17.82	32.7
VII	1.06	1.13	8.7
VIII	2.06	3.95	5.6
IX	2.15	1.48	
X	1.18	2.13	14.1
XI	0.48	1.47	
XII	0.45	1.22	33.8
XIII	0.32	0.95	
XIV	0.79	1.34	
XV	0.32	1.13	12.6
XVI	5.17	8	
XVII	2.06	4.78	28.9
XVIII	4.8	6.08	20.3

### 6. Diskussion

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Gegenüber Phosphorsäureestern ist Gruppenresistenz mit unterschiedlich hohen Resistenzniveaus gegenüber den einzelnen Insektiziden verbreitet.

Gegenüber chlorierten Kohlenwasserstoffen liegt trotz mehrjähriger Einsatzpause nach wie vor Resistenz vor.

Die Resistenz gegenüber Pyrethroiden baut sich auf und hat 1979 bereits ein beträchtliches Niveau erreicht.

Für die Praxis der Fliegenbekämpfung hat diese Situation fatale Konsequenzen. Es gibt Ställe, in denen keines der auf dem Markt befindlichen Mittel - und das sind

nicht wenige - mehr uneingeschränkt wirkt. Das äußert sich vor allem darin, daß die Langzeitwirkung der Präparate abnimmt, was wieder zur Folge hat, daß in immer kürzeren Zeiträumen Behandlungen durchgeführt werden. Es wird sich zeigen, wie weit neue Wirkstoffgruppen, etwa Carbamate oder Larvizide, in Zukunft eine Lösung bringen können.

Resistenz bei Stubenfliegen tritt, regional unterschiedlich, auf der ganzen Welt auf (Zusammenfassung bei KEIDING 1976a). Von KEIDING (1975) wird aus Dänemark "the world's most rapid and serious development of resistance and failure of control by one insecticide after another" beschrieben. Bei den dänischen Stubenfliegen ist die Resistenzentwicklung offensichtlich weiter fortgeschritten als bei denen der Bundesrepublik. So wird Pyrethroidresistenz schon 1973 mit Resistenzquotienten bis über 100 beschrieben (KEIDING 1976b).

Warum neigt gerade die Stubenfliege in diesem Maße zur Resistenzbildung? Ein Faktor ist zweifellos die bereits angesprochene enorm hohe Individuenzahl, die das Auftreten resistenzbedingender Mutationen erst wahrscheinlich macht. Es spielt wohl auch eine Rolle, daß Stubenfliegenpopulationen in Ställen teilweise isoliert sind, es also in einem Stall zu einer weitgehenden Homozygotisierung der resistenzbedingenden Gene kommen kann, ohne daß auf breiter Front Wildtypallele in die Populationen eingeschleust würden (KEIDING 1975). Auch in der Fähigkeit, Mehrfachresistenz auszubilden, kann eine Ursache für schnelle Resistenzbildung liegen. So ist der steile Anstieg der Pyrethroidresistenz möglicherweise darauf zurückzuführen, daß die vor dem Einsatz der persistenten Pyrethroide bereits vorhandene Resistenz gegenüber cholerierten Kohlenwasserstoffen zumindest teilweise durch Gene bedingt war, die auch gegenüber Pyrethroiden Resistenz bedingen können (SAWICKI 1973). Ein wesentlicher Punkt ist schließlich in Art und Stärke des ausgeübten Selektionsdrucks zu sehen. Es werden vor allem hochpersistente Mittel eingesetzt, die über einen großen Zeitraum aktiv sind und damit stärkere Selektoren darstellen als kurzfristig wirksame Mittel, etwa Aerosole. Da die meisten Präparate zur Fliegenbekämpfung in der Bundesrepublik nicht verschreibungspflichtig sind, ist es dem Gutdünken eines Betriebsleiters überlassen, welche er verwendet und wie oft er die Behandlungen wiederholt. In vielen Ställen werden auch in schneller Aufeinanderfolge Phosphorsäureester und Pyrethroide, auch Mischpräparate, eingesetzt. Damit wird mit mehreren Insektiziden gleichzeitig Selektion betrieben. Wollte man versuchen, die Resistenzentwicklung zu verlangsamen, so wäre eine Grundvoraussetzung in einer großräumigen Planung der Fliegenkontrolle zu sehen.

#### Literatur

- GEORGHIOU P., 1966: Distribution of insecticide-resistant houseflies on neighbouring farms. J. Econ. Ent. 59: 341-
- KEIDING J., 1975: Problems of housefly (*Musca domestica*) control due to multiresistance to insecticides. J. Hyg. Epidem. Microbiol. Immunol. 19: 340-
- KEIDING J., 1976a: Resistance in the housefly in Denmark and elsewhere. In: (Ed. Watson D.L., Brown A.W.A.) Pesticide management and insecticide resistance. Academic Press, New York/London (Academic Press).
- KEIDING J., 1976b: Development of resistance to pyrethroids in field populations of Danish houseflies. Pestic. Sci. 7: 283-
- SAWICKI R.M., 1974: Recent advances in the study of the genetics in the housefly, *Musca domestica*. Pestic. Sci. 4: 501.
- WEBB E., 1959: A study of insecticide resistance in houseflies in Germany and France. J. Econ. Ent. 52: 419-
- WHO, 1976: Resistance of vectors and reservoirs of disease to pesticides. Techn. Rep. Ser. 585: 22<sup>th</sup> report Geneva.

#### Adresse

Dr. Christoph Künast  
Institut für Tierwissenschaften  
Abt. Angewandte Zoologie

D-8050 Freising 12 (Weißenstephan)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [8\\_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Künast Christoph

Artikel/Article: [Der derzeitige Stand der Insektizidresistenz bei der Stubenfliege \(\*Musca domestica\* L.\) 417-421](#)