



# NACHRICHTENBLATT FÜR DEN DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENST

Herausgegeben von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin durch  
die Institute der Biologischen Zentralanstalt in Aschersleben, Berlin-Kleinmachnow, Naumburg/Saale

## Beiträge zur Anwendung cumarinhaltiger Präparate in der Nagetierbekämpfung

Von H.-J. TELLE

Biologische Zentralanstalt Berlin-Kleinmachnow

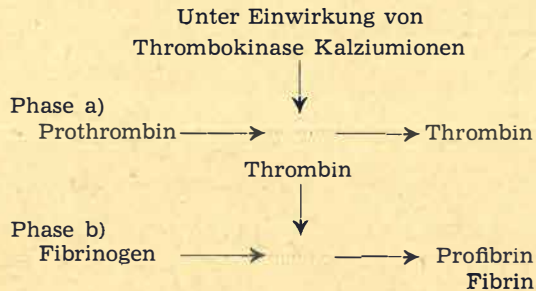
### I. Einleitung

In dem letzten Jahrzehnt ist seit Einführung der 4-Oxycumarinderivate in die Wanderrattenbekämpfung eine entscheidende Wende eingetreten: statt der bisher üblichen allgemeinen Rattenbekämpfung kann nun eine Rattenvernichtung angestrebt werden. Diese durchschlagenden Erfolge bei der Rattenbekämpfung lassen aber immer wieder die Frage aufkommen, ob nicht auch andere schädliche Nager durch diese neuen Cumarinmittel besser und intensiver als bisher bekämpft werden können. Die Erfolgsaussichten erscheinen um so größer, wenn wir bedenken, daß die toxischen Cumarinderivate keinesfalls nur rattenspezifisch wirksam sind, wie etwa die scillirosidhaltigen Präparate, sondern eine allgemeine Toxizität aufweisen. Wir wissen, daß einige Cumarinderivate das Pflanzenwachstum hemmen und ihres ungesättigten Laktoringes wegen auch eine mitosehemmende Wirkung aufweisen (HALSE 1952). Nach HARING (zitiert nach HALSE 1952) sollen gewisse Cumarinverbindungen sogar als Insektizid Verwendung finden. Soweit wir heute unterrichtet sind, besteht aber die Hauptwirkung der gebräuchlichen toxischen Cumarinabkömmlinge bei Wirbeltieren wohl in der Herabsetzung der Blutgerinnungsfähigkeit. Um diese also keinesfalls nur auf Ratten beschränkte Einwirkung der toxischen Cumarinverbindungen verstehen zu können, müssen wir uns zunächst den normalen Vorgang der Blutgerinnung vor Augen führen.

Das frische Wirbeltierblut besteht aus Blutzellen (roten Blutkörperchen = Erythrozyten, weißen Blutkörperchen = Leukozyten und Blutplättchen = Thrombozyten) und dem Blutplasma (zusammengesetzt aus Blutserum, Fibrinogen und Thrombogen = Prothrombin).

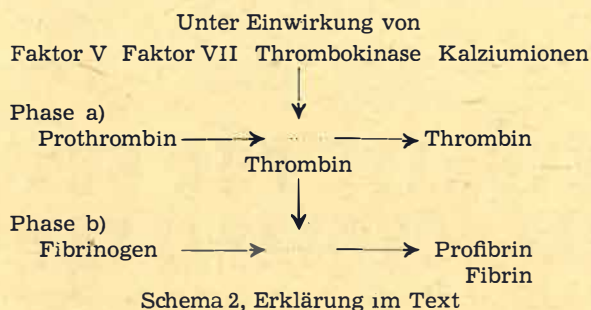
Bei normaler Gallensekretion (MONTIGAL und PULVER 1952) wird in der Leber der Hauptanteil des Prothrombins gebildet, das nach den bisherigen Anschauungen durch Einwirkung einer Kinase (der „Thrombokinase“) und von Kalziumionen in Throm-

bin umgewandelt wird. Das Thrombin wirkt nun auf das im Blutplasma enthaltene Fibrinogen ein und bildet so über das lösliche Profibrin den unlöslichen Blutfaserstoff, das Fibrin (s. Schema 1).



Schema 1, Erklärung im Text

Dicumarol und die 4-Oxycumarine greifen nach der bisherigen Anschauung in diesem Ablauf in Phase a) ein. Man vermutet, daß diese Cumarine die Bildung des täglich bis zu 50 Prozent meist in der Leber neu entwickelten Prothrombins verhindern. So wird nach mindestens zweitägiger Behandlung mit entsprechend hohen Dosen dem Blut die Gerinnungsmöglichkeit genommen. Neuere Untersuchungen von KOLLER (1952) zeigen, daß Dicumarol in erster Linie nicht auf das eigentliche Prothrombin einwirkt. Nach KOLLER zerfällt der bisher als „Prothrombin“ bezeichnete Faktor in drei Komponenten. Die eine Komponente beeinflusst die Menge des zu bildenden Thrombus und verschwindet im Serum bereits wenige Stunden nach der Gerinnung; sie soll das eigentliche Prothrombin darstellen. Die anderen beiden Komponenten beschleunigen die Umwandlung des Prothrombin in Thrombin in ähnlicher Weise wie die Thrombokinase (Schema 2) und werden als Faktor V und Faktor VII bezeichnet. Faktor VII beschleunigt die Bildung des Thrombins, ohne die Menge des zu bildenden Thrombus zu beeinflussen, und ist auch noch mehrere Wochen nach der Gerinnung in unverminderter Aktivität im Serum nachzuweisen.



Eine gesteigerte Gerinnungsfähigkeit des Blutes, wie sie z. B. am Ende der Schwangerschaft oder im Wochenbett auftritt, wird durch eine Konzentration des Faktors VII hervorgerufen, nicht etwa durch Ansteigen des Prothrombinspiegels. Umgekehrt wird die Konzentration des Faktors VII durch Dicumaroleinwirkung wesentlich stärker und rascher vermindert als die des Prothrombins. Dicumarol — und damit wohl auch die 4-Oxycumarine — wirken also nach KOLLER in erster Linie auf Faktor VII, nicht auf das Prothrombin.

Inwieweit sich quantitative oder qualitative Umsetzungen des Dicumarols oder ähnlicher Derivate im Körper ergeben, wissen wir nicht.

Neben der blutgerinnungshemmenden Wirkung werden durch Dicumarin und 4-Oxycumarine Endothelschädigungen an den Arterien und eine gewisse Kapillarpermeabilität (DYSSEGARD 1952) hervorgerufen. Damit können die typischen inneren Blutungen erklärt werden, die wir bei den an toxischen Cumarinderivaten gestorbenen Tieren öfter finden. Ob der Tod des Tieres nach Verabreichung von Dicumarol oder 4-Oxycumarin nur auf innere Blutungen zurückzuführen ist, wird aber mit Recht angezweifelt. Da DYSSEGARD (1952) von einem Zerfall der roten Blutkörperchen nach Verabreichung von Warfarin berichtet, so können wir wohl für einen guten Teil der gestorbenen Tiere Erstickten als Todesursache annehmen. Dies trifft vor allem dann zu, wenn bei der Obduktion keinerlei innere Blutungen festgestellt wurden, wie das in einigen Fällen sowohl bei Verabreichung einer einmaligen sehr hohen Giftdosis (akut toxische Wirkung) als auch bei kleinen täglichen Giftgaben über mehrere Tage (cumulierend toxische Wirkung) hinweg der Fall war. Im allgemeinen war bei den Versuchstieren ein oder zwei Tage vor ihrem Tode ein Absinken der allgemeinen Aktivität zu beobachten. Wie gelähmt saßen die Tiere in ihren Versuchsbehältern. Die einförmigen, raschen Atemzüge waren die einzigen Lebenszeichen. Dieses Verhalten war bei fast allen Versuchstieren festzustellen, ganz gleich, ob sie nach ihrem Tode bei der Obduktion innere Blutungen aufwiesen oder nicht. Auch die Veränderungen, die durch längere Eiwirkung von Warfarin in den Organen — besonders im Herzen — auftreten, deuten darauf hin, daß innere Blutungen wohl nicht immer die alleinige Todesursache sein können.

Die allgemeine Wirkung der Cumarinderivate auf den Wirbeltierorganismus kann nun aber zu der Auffassung führen, daß alle Wirbeltiere diesem Gift gegenüber im Verhältnis zu ihrer Blutmenge (bzw. Körpergewicht) gleich empfänglich sind, und daß damit durch öffentliche Anwendung dieser Derivate

in der Nagetierbekämpfung ein neues allgemein wirkendes Gift in den Handel kommt, wie wir es bislang in Form von Meerzwiebelextrakten, den zinkphosphid-, arsen-, thalliumhaltigen und anderen Rattenbekämpfungsmitteln eingeführt haben.

Worin liegen aber nun die Vorteile, die diese neuen Gifte mit so großem Erfolg in die Rattenbekämpfung einführen?

Vor allem ist die Wirkung der 4-Oxycumarine auf die einzelnen Wirbeltierarten sehr unterschiedlich. Nach den bisherigen Untersuchungen scheint die Wanderratte sehr empfindlich zu sein. Wie wir weiter unten in einem besonderen Abschnitt näher ausführen werden, sind Haustiere fast durchweg weniger empfindlich gegen cumarinhaltige Mittel. Hühner reagieren z. B. auch auf starke Überdosierungen fast nicht.

Ein weiterer Vorzug der z. Zt. im Handel befindlichen Cumarinpräparate besteht darin, daß sie als Ködermittel oder Streupulver verwendet, im allgemeinen mindestens 2 bis  $\frac{3}{4}$  Tage hintereinander durch ein Tier aufgenommen werden müssen, ehe es stirbt. Es versteht sich von selbst, daß es bedeutend leichter ist, ein Haustier von einer 2- bis 4tägigen laufenden Aufnahme des ausgelegten Giftes fernzuhalten, als es von einem einmaligen Fraß der meist sofort tödlichen thallium-, arsen-, meerzwiebel-, antu-, zinkphosphidhaltigen oder anderen Giftköder zu bewahren. Da die 4-Oxycumarinderivate keine geschmacksbeeinträchtigende Wirkung haben, fällt es im allgemeinen nicht schwer, Ratten an eine Fraßstelle zu gewöhnen, an der ihnen ihr bevorzugtes Futter mit Cumarin vermischt mehrere Tage angeboten wird. Bei Verwendung als Streupulver kommen durch Ausstäuben der Schlupfwinkel und Nesteingänge die Ratten laufend mit dem Gift in Berührung, ohne daß Haustiere ernsthaft durch das nur in geringen Mengen frei umherliegende Streupulver gefährdet werden können.

Bei dieser relativen Unschädlichkeit der im Handel befindlichen 4-Oxycumarinhaltigen Rattenbekämpfungsmittel für Mensch und Haustier bleibt daher zu prüfen, ob auch andere schädliche Nager ebenso günstig auf die 4-Oxycumarine reagieren wie Wanderratten. Bei positiven Ergebnissen ist dann zu berücksichtigen, inwieweit die bei den einzelnen Nagetieren teilweise unterschiedlichen Bekämpfungsmethoden sich mit der notwendigen mehrtägigen Auslage dieser Giftgruppe vereinbaren lassen.

## II. Material und Methode

Für vorliegende Untersuchungen, die in der Zeit vom 1. 9. 1952 bis 31. 3. 1954 durchgeführt wurden, kommen zunächst nur die zur Zeit im Handel befindlichen Wirkstoffe Warfarin, 3-(-Phenyl- -Acetyl)-äthyl-4-Oxycumarin und Cumachlor, 3-(-Chlorophenyl- -Acetyl)-äthyl-4-Oxycumarin in Betracht. Für die mit Warfarin durchgeführten Versuche verwendeten wir das von dem VEB Fahlberg/List hergestellte Horatin, welches nach EHRENTAUF (1953) 1%ig in Mehl aufbereitet ist. Für die Cumachlorversuche stand uns der reine Wirkstoff zur Verfügung, der auch 1%ig mit Talkum vermischt angewandt wurde.

Für die Versuche an Wanderratten, Hausratten, Feldmäusen und Hamstern wurden nur Frischfänge verwendet. Die Untersuchungen an Hausmäusen nahmen wir an gezüchtetem Labormaterial (Kreuzungen weißer Labor- und wilder Hausmaus) vor.



Sämtliche Tiere wurden einzeln gehalten und erhielten eine Woche vor Versuchsbeginn bis zum Abschluß des Versuches Normalfutter (Hafer 80%, Weizen 20%) und Wasser. Haus und Feldmäuse kamen in Glasschalen von 20 cm Durchmesser, die Wander- und Hausratten in verzinkte Eisenkäfige, die wir mit kleinen Veränderungen nach dem Vorbild der von BECKER (1952) beschriebenen Zuchtkäfige herstellten. Die Hamster setzten wir in normale Glasaquarien von 30×30×40 cm. Feldmäusen und Hamstern gaben wir noch einen umgestülpten Blumentopf, aus dem wir am Rand eine Scherbe ausgebrochen hatten, als „Wohnhaus“ bei. Alle Tiere erhielten die erforderliche Menge Gift jeweils am Nachmittag zwischen 15 und 17 Uhr in Brot vermischt. Früh gaben wir reichlich Normalfutter und Wasser. Bei dieser Versuchsanordnung konnten wir jeden Morgen einwandfrei feststellen, ob alles Brotgiftgemisch aufgefressen war oder nicht. Im allgemeinen nahmen die Tiere das Brotgiftgemisch bis zum letzten oder vorletzten Tag vor ihrem Tode restlos auf. Jedes verendete Tier wurde obduziert. Wenn nicht besonders vermerkt, sind für die Auswertung vorliegender Untersuchungen nur die Tiere herangezogen worden, deren Obduktionsbefund Unterhaut- oder Organblutungen ergab und die während des Versuches regelmäßig ihr Brotgemisch aufgefressen hatten. Trächtige Weibchen haben wir für die Auswertung der allgemeinen Versuchsreihen nicht mit angeführt.

Die mit Kohle beheizten Untersuchungsräume wiesen während der Zeitdauer der Versuche eine relativ einheitliche Temperatur von +18° Celsius bis +25° Celsius auf.

Als normal werden im weiteren alle Tiere bezeichnet, die 28 Tage ohne äußerlich erkennbare Beeinflussung durch Horatin oder Cumachlor im Versuch blieben.

### III: Untersuchungsergebnisse und Diskussion

#### a) Wanderratte (*Rattus norvegicus* ERXL.)

Über unsere Ergebnisse bei der Wanderratte soll nur kurz berichtet werden, da sie sich mit den bisher bekannten Untersuchungen decken. Wie bei allen Tieren unterliegt auch bei der Wanderratte die Dosis letalis starken individuellen Schwankungen. Wir können eine Aufnahme von 4 bis 8 mg Wirkstoff/kg Ratte an 5 aufeinanderfolgenden Tagen annehmen, um den Tod der Wanderratte sicher herbeizuführen. Eine unterschiedliche Wirkung zwischen Horatin und 1%igem Cumachlor war bei unseren Versuchen ebenso wie bei den von MEYER (1952) nicht festzustellen. Wie zu erwarten, trat bei Verabreichung kleinerer Dosen der Tod erst einige Tage später (Tab. 1) ein als bei den höheren Giftgaben von 20 mg bis 40 mg täglich (Tab. 2).

Tabelle 1

Wanderratten, Giftgaben: 15 mg Horatin/250-g-Rattengewicht täglich

Versuchsbeginn: 12. Mai 1953

Tier Nr.	Anfangsgewicht g	nach Giftgaben gestorben
16	220	11
4	221	6
2	267	5
3	236	6
1	250	5
9	248	9
8	263	8
5	252	7
6	264	7
7	275	8

Tabelle 2

Wanderratten, 20 mg — 40 mg Horatin täglich  
Versuchsbeginn: 20. Januar 1953

Tier Nr.	Anfangsgewicht g	Giftgabe/250-g-Ratte mg	gestorben nach Giftgaben
1	230	20	3
2	284	20	4
3	254	20	5
4	283	20	5
5	232	20	6
6	233	20	7
7	218	20	8
8	214	30	3
9	254	30	3
10	283	30	3
11	271	30	4
12	243	30	5
13	235	30	5
14	220	30	7
15	214	30	7
16	248	30	8
17	261	40	4
18	254	40	4
19	261	40	4
20	224	40	5
21	236	40	5
22	251	40	6
23	264	40	6

Nach STEINIGER (1952 a und b) sterben einzelne trächtige Weibchen schon nach einmaliger Aufnahme von 20 bis 40 mg Warfarin (1%ig).

Diese Befunde können wir bestätigen und dahingehend erweitern, daß auch zwei männliche Tiere nach einer einmaligen von je 20 mg Horatin/250 g Rattengewicht an den für Cumarinvergiftungen typischen Blutungen zugrunde gingen.

#### b) Hausratte (*Rattus rattus* L.)

Seit Ende des letzten Weltkrieges hat sich in Deutschland nach unseren bisherigen Beobachtungen die Hausratte immer mehr verbreitet. Häufiger als sonst scheint sie besonders in Sachsen innerhalb eines Gebäudekomplexes neben der Wanderratte vorzukommen. Über die Kausalität dieser teilweise recht plötzlichen Zunahme der Hausratte wissen wir noch nicht viel. Auf alle Fälle haben wir immer mehr mit der Hausratte zu tun, und es wird uns daher besonders interessieren, ob die heute im Handel befindlichen Cumarinpräparate auch für eine Hausrattenbekämpfung erfolgreich eingesetzt werden können, da mit den bisherigen Mitteln (außer Thalliumpräparaten) eine durchschlagende Hausrattenbekämpfung nicht möglich war.

PRICE (1951) betont in seiner leider sehr vergessenen Arbeit, daß die Hausratte 3- bis 4mal resistenter gegen Warfarin sei als die Wanderratte. MEYER (1952) berichtet dagegen von einer Hausrattenbekämpfung, bei der bereits nach 6 Tagen die erste tote Hausratte aufgefunden wurde. Auch HEINZ (1953) stellt in seinen Ausführungen fest, daß „nach den bisherigen Berichten“ die Cumarin-„von gleicher Wirkung für Haus- und Wanderratten“ seien. Diese voneinander abweichenden Ergebnisse machten weitere Untersuchungen notwendig. Von besonderer Wichtigkeit war diese Frage auch für die Anerkennung der bei uns einlaufenden Prüfungsmuster, die für die Hausrattenbekämpfung eingesetzt werden sollen.

Zunächst wurden zum Vergleich 4 Hausratten von durchschnittlich 191,09 g Gewicht bei einer täglichen Verabreichung von 27,5 mg/230 g Hausratte Horatin zum Versuch angesetzt. Die Hausratten erhielten knapp die doppelte Menge Horatin, wie die zu einem Parallelversuch angesetzten Wanderratten (15 mg Horatin/250 g Wanderrattengewicht). Die Wanderratten verendeten aber bereits nach durchschnitt-



lich 7,2 Giftgaben (Tab. 1). Von den 4 Hausratten starb jedoch nach 14 Giftgaben nur ein Tier, 1 weiteres nach 23 Giftgaben; die anderen 2 blieben nach 50 Giftgaben normal. Erhöhten wir die Dosis auf 40 mg Horatin/140 g Hausrattengewicht täglich, starben alle Hausratten nach durchschnittlich 11,3 Giftgaben (Tab. 3).

**Tabelle 3**  
Wirkung von Horatin auf Hausratte

Tier Nr.	Anfangsgewicht	Giftgabe/250 g	gestorben nach Giftgabe
	g	mg	
1	245	27,5	14
2	164	27,5	23
3	220	27,5	—
4	137	27,5	—
5	143	75	9
6	132	75	9
7	180	75	10
8	211	75	10
9	197	75	10
10	180	75	11
11	223	75	11
12	128	75	12
13	235	75	13
14	198	75	18

Um die Einwirkung des Cumachlors auf Hausratten festzustellen, erhielten 10 Tiere täglich 25 mg Cumachlor 1%ig/140 g Rattengewicht. Nur 1 Tier starb nach der 4. Giftgabe. Ab der 16. Giftgabe verdoppelten wir die tägliche Giftmenge (50 mg/140 g Körpergewicht). Sämtliche 9 Versuchstiere blieben nach weiteren 15 Giftgaben normal.

Diese Versuchsergebnisse zeigen, daß Cumachlor eine noch geringere Wirkung auf Hausratten besitzt als Horatin, für eine Hausrattenbekämpfung also kaum in Frage kommen kann. Demgegenüber stehen die Bekämpfungserfolge von MEYER (1952) mit dem cumachlorhaltigen Tomorin, bei dem bereits nach 6 Tagen die erste tote Hausratte aufgefunden und nach 25 Tagen der Befall in einem Brennholzstapel getilgt wurde.

Wir haben aber bei unseren praktischen Versuchen mit Cumachlor 1%ig keine nennenswerten Erfolge erzielen können. In parallel angesetzten Bekämpfungsversuchen mit Horatin und Delicia-Ratron-Körnern (0,1%iges Warfarin-Köderpräparat) in einem Kasernengebäude und einem Lagerraum für Mühlenprodukte tilgten wir den Hausrattenbefall nach 14tägiger Bearbeitung. Die Obduktionen der aufgefundenen Hausratten zeigten bei fast allen Tieren die für eine Cumarinvergiftung typischen Unterhaut- und Organblutungen.

Eine Bekämpfung der Hausratte mit warfarinhaltigen Präparaten (Actosin, Horatin, Delicia-Ratron-Streupulver u. a.) ist also durchaus gegeben. Die erforderliche 2- bis 4malig höhere Dosis gegenüber der Wanderratte wird auch bei Verwendung des Präparates als Streupulver (s. u.) noch gut von der Hausratte aufgenommen. Allerdings muß mit einer Verlängerung der Bekämpfungszeit um mindestens eine Woche gerechnet werden. Dazu kommt noch, daß zur Vermeidung einer unnützen Behandlung der „Gelegenheitswechsel“ (MEYER 1952) das Auffinder der dauernd belaufenen Hausrattenwechsel meist mehrere Tage in Anspruch nimmt.

An dieser Stelle seien noch zwei Versuche erwähnt, die sich mit der von PRICE (1951) aufgestellten Behauptung befassen, daß Hausratten an Dicumarol doppelt so schnell zugrunde gehen wie Wanderratten. Je drei Wander- und Hausratten erhielten täglich 20 mg Dicumarolwirkstoff in etwa 10 g Brot

vermischt auf 250 g Rattengewicht. Die Wanderratten starben nach durchschnittlich 12 Giftgaben, während die Hausratten (Durchschnittsgewicht 165 g) nach 25 Gifttagen keinerlei Schädigungen zeigten. Ist auch das vorliegende Material mehr als gering, so können wir doch auf Grund der einheitlichen Versuchsausgänge keine unbedingt schnellere bzw. größere Wirkung des Dicumarolwirkstoffes auf Hausratten annehmen.

### c) Hausmaus (*Mus musculus* L.)

Treten die Hausmäuse in nicht allzu großer Anzahl auf, wird ihre Bekämpfung im allgemeinen keine Schwierigkeit bereiten. Hier tun Zinkphosphidweizen oder mit Nuß beköderte Schlagfallen ihre Dienste. Diese Bekämpfungsmethoden werden besonders bei einem massenhaften Auftreten nicht mehr genügen. Können wir in solchen Fällen Cumarinderivate anwenden oder nicht?

Die Ergebnisse unserer gesamten Versuche lassen nur wenig Hoffnung, Hausmäuse mit diesen Präparaten zu vernichten. In Tabelle 4 sind unsere Versuche bei täglicher Verabreichung von Horatin übersichtlich zusammengestellt. Trotz des für die einzelnen Versuche recht geringen Materials ersehen wir, daß erst tägliche Dosen über 10 mg sicheren Erfolg gewährleisten. Nehmen die Hausmäuse täglich nur 10 mg oder weniger auf, liegen die Todestage zwischen 3 und 19 (!) Tagen. Verabreichten wir das Horatin nur alle zwei Tage, änderten sich die Versuchsergebnisse wesentlich (Tab. 5). Auf Gaben von 5 und 7,5 mg alle 2 Tage reagierten die Hausmäuse überhaupt nicht. Erst bei Verabreichung von 30 mg verbesserte sich die Wirkung.

Die parallel dazu laufenden Versuche mit Cumachlor zeigten eine noch geringere Wirkung: von je 10 Versuchstieren starben bei 25 und 30 mg Cumachlor 1%ig nur insgesamt drei Tiere (Tab. 5). Wurde Cumachlor täglich verabreicht, deckten sich die gefundenen Werte mit denen von Horatin.

Für die praktischen Versuche außerhalb des Laboratoriums verwandten wir nur Horatin. Die Ergebnisse der Versuchsbekämpfungen waren, wie auf Grund der Laborversuche zu erwarten, wenig erfolgreich. Von einer Verwendung des Streupulvers muß grundsätzlich abgeraten werden. Hausmäuse sind nicht so stark an Wechsel gebunden wie Wander- oder Hausratten, und es bleibt zu wenig Giftpulver an der Hausmaus haften, wenn nur die Durchschlupflöcher eingestäubt werden. Die Bekämpfungszeit zog sich bei allen unseren Versuchsbekämpfungen auf 18 bis 24 Tage hin. Auch bei Verwendung von Ködern (Horatin: Köder = 1:10) dauerte die Begiftung 2 bis 3 Wochen. Daß trotz intensivster Bemühungen während unserer drei Versuchsbekämpfungen nach Abschluß der Aktionen immer noch eine erhebliche Anzahl Mäuse vorhanden war, beweisen die Fänge in mit Nuß beköderten Schlagfallen:

In Schlagfallen gefangene Hausmäuse nach Bekämpfungsaktionen mit Horatin

Bekämpfung Nr.	Bekämpfungsdauer	aufgestellte Fallen pro Tag	Tage nach der Bekämpfung gefangen am						
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1	28. 6. — 16. 7. 1953 Streupulver	35	11	4	6	3	1	—	—
2	8. 7. — 26. 7. 1953 Haferfl. u. Brot	30	6	7	2	—	—	—	—
3	22. 9. — 15. 10. 1953 Streupulver	35	4	9	3	1	1	—	—



Tabelle 4

Hausmäuse, Horatingaben täglich  
 Giftmenge bezogen auf 15 g Hausmausgewicht

Versuchsbeginn	Zahl der Versuchstiere	Giftmenge mg	gestorben nach Giftgaben																	normal
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
3. 8. 1953	10	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
27. 8. 1953	10	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
2. 7. 1953	10	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
9. 9. 1953	10	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9
2. 11. 1953	10	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
12. 1. 1954	5	5,0	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
7. 8. 1953	15	10,0	1	1	1	3	3	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	2
20. 4. 1953	10	10,0	1	—	1	—	3	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	1
2. 12. 1952	10	25,0	—	1	—	5	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
1. 9. 1952	10	50,0	1	2	3	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0

Tabelle 5

Hausmäuse, Horatin- und Cumachlorgaben alle 2 Tage  
 Giftmenge bezogen auf 15 g Hausmausgewicht

Versuchsbeginn	Zahl der Versuchstiere	Giftmenge mg	gestorben nach Giftgaben													normal				
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15			
<b>Horatin</b>																				
3. 5. 1953	10	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
3. 5. 1953	10	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
27. 4. 1953	10	10,0	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
1. 7. 1953	10	12,5	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	7
29. 6. 1953	10	15,0	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
1. 7. 1953	10	20,0	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	7
9. 12. 1953	10	20,0	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
17. 6. 1953	10	25,0	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	5
2. 7. 1953	10	30,0	1	—	2	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
15. 10. 1953	10	30,0	1	6	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<b>Cumachlor</b>																				
2. 7. 1953	10	25,0	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
2. 9. 1953	10	30,0	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9

Diese Versuche zeigen deutlich, daß eine Bekämpfung der Hausmaus mit Cumarinderivaten keinesfalls erfolgreicher ist, als mit den bisher gebräuchlichen Mitteln. Eigentlich bringen die Cumarinpräparate bei der Hausmausbekämpfung besonders wegen der zu langen Bekämpfungszeit nur Nachteile mit.

Auf die höhere Resistenz der Hausmaus Ratten gegenüber wies schon PRICE (1951) hin. Bedenken wir, daß bei Zugrundelegung unseres geringen Materials 700 mg Horatin/kg Hausmaus gegenüber 280 mg/kg Hausratte und 120 mg/kg Wanderratte täglich verabreicht werden muß, um mindestens über 50% der Versuchstiere abzutöten. Wesentlich wichtiger als diese nur relativen Zahlen erscheint die bedeutende Verlängerung der absoluten Bekämpfungszeit, die sich nach dem mit Horatin und Delicia-Ratron-Streupulver in der Praxis durchgeführten Versuchen etwa folgendermaßen zusammensetzt:

Wanderratte nach  
 5 bis 9 Tagen 100%ige Abtötung mögl.  
 Hausratte nach  
 7 bis 17 Tagen 90—100%ige Abtötung mögl.  
 Hausmaus nach  
 18 bis 24 Tagen max. 80%ige Abtötung mögl.

Die hin und wieder auftauchenden Meldungen über erfolgreiche Hausmausbekämpfungen mit Cumarinderivaten (z. B. LAUE 1952) können wir uns nur so erklären, daß nach Abschluß der jeweiligen Aktion keine Nachkontrollen (vor allem mit Schlagfallen!) durchgeführt wurden, so daß man die Restbestände der Hausmäuse übersah.

#### d) Feldmaus (*Microtus arvalis* Pall.)

In der Literatur ist schon öfters die Frage behandelt worden, ob Cumarinderivate auch für die Feld-

mausbekämpfung herangezogen werden können oder nicht. Die bisher bei der Feldmausbekämpfung übliche Auslage von Zinkphosphidgetreide auf größere Flächen stellt doch für Haus- und Wildtiere eine gewisse Vergiftungsgefahr dar, die man durch Anwendung von Cumarinmitteln abzuwenden hoffte.

Wenn auch die Cumarinderivate eine geringere toxische Wirkung als die Zinkphosphidpräparate besitzen, so müssen wir doch von ihrer Verwendung bei der Feldmausbekämpfung absehen. Die für uns besonders ausschlaggebenden Feldversuche ergaben, daß 4-Oxycumarinderivate als Köder- oder Streumittel in der handelsüblichen Dosierung verabreicht, mindestens 3- bis 4mal ausgelegt werden müssen. Das ist wirtschaftlich untragbar und technisch kaum durchzuführen.

Wie wir weiter oben bereits erwähnten, besteht neben der cumulierend-toxischen Wirkung des Cumarins auch eine akut-toxische Wirkung. Bei Aufnahme einer einzigen sehr hohen Dosis gehen die betreffenden Tiere ebenfalls an den typischen Blutungserscheinungen zugrunde. Diese Anwendung wäre wohl theoretisch die einzig mögliche für die Feldmausbekämpfung. Auffallend bei den in Tab. 7 zusammengestellten Versuchen bei einmaliger Aufnahme hoher Giftmengen ist die allgemein große Zeitspanne zwischen der Verabreichung des Giftes und dem Exitus der Feldmäuse (maximal am 22. Tag nach der Giftgabe).

Von der Herstellung reiner Cumarinwirkstoffpräparate für die Feldmausbekämpfung muß schon auf Grund dieser Versuche abgeraten werden. Ob bei Verwendung des reinen Wirkstoffes noch die geringere Toxizität der Cumarinpräparate gegenüber den Zinkphosphidzubereitungen ins Gewicht fällt, wird

Tabelle 7

Feldmaus,  
einmalige Wirkstoffgabe (Horatin und Cumachlor)  
Giftmenge bezogen auf 35 g Feldmausgewicht

Versuchs- beginn	Zahl der Tiere	Durch- schnitts- gewicht g	Gift- gabe mg	Tod nach Tagen													nor- mal	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	22		
Horatin																		
9. 11. 1953	10	18,71	7	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	1	—	—	3	2
2. 10. 1953	12	21,59	10	1	3	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Cumachlor																		
2. 10. 1953	10	19,7	10	—	—	1	2	3	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2

Tabelle 8

Hamster, Horatin und Cumachlor 1%ig, täglich  
Giftmenge bezogen auf 200 g Hamstergewicht

Versuchs- beginn	Anzahl der Tiere	Gift- gaben mg	Durch- schnitts- gewicht g	Tod nach Giftgaben														nor- mal		
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	18
Horatin																				
14. 10. 1953	11	50	193	—	1	2	—	—	—	1	—	2	1	—	—	—	1	—	1	2
25. 9. 1953	10	80	204	1	—	1	1	—	—	1	—	1	2	—	—	—	—	1	—	2
25. 9. 1953	10	100	198	—	—	—	1	—	—	3	—	2	1	—	—	—	—	—	—	3
Cumachlor																				
14. 10. 1953	10	50	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
25. 9. 1953	10	80	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
25. 9. 1953	10	100	208	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10

Tabelle 9

Hamster,  
einmalige Horatin- bzw. Cumachlor-Wirkstoffgabe  
Giftmenge bezogen auf 200 g Hamstergewicht

Versuchs- beginn	Anzahl der Tiere	Gift- mengen mg	Durch- schnitts- gewicht g	Tod nach Tagen										nor- mal				
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
Horatin																		
25. 9. 1953	3	30	290	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
25. 9. 1953	3	40	210	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
27. 10. 1953	3	50	203	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
12. 11. 1953	10	100	198	—	1	2	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	5
Cumachlor																		
14. 10. 1953	10	106	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
27. 10. 1953	10	150	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
9. 12. 1953	10	200	215	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10

bezweifelt. Auch dürfte der mit reinem Cumarin-  
wirkstoff hergestellte Giftweizen bedeutend teurer  
als Zinkphosphidgetreide sein.

#### e) Hamster (*Cricetus cricetus* L.)

Wenn auch eine chemische Bekämpfung bei Ham-  
stern umstritten ist, da uns dadurch das wertvolle  
Fell des Tieres verlorengeht, so werden doch in den  
Plagejahren immer wieder Stimmen laut, die durch-  
greifende Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Ham-  
ster fordern. Soweit wir die Literatur überblicken,  
ist über die Einwirkung von Cumarinderivaten auf  
europäische Hamster noch nichts bekannt.

Bei unseren Versuchen standen die Fragen ähnlich  
wie bei der Feldmausbekämpfung. Eine tägliche  
Bepuderung der Baueingänge erfordert viel Zeit und  
verteuert die Bekämpfung. Wir haben aber im Ge-  
gensatz zur Feldmausbekämpfung bisher noch keine  
so sicher wirkenden chemischen Bekämpfungsmittel.  
Es war daher zu prüfen, ob mit Warfarin oder Cuma-  
chlor als Streupulver, Köder oder Wirkstoff ein  
Erfolg zu erzielen ist.

Tab. 8 gibt die Laborversuche bei täglicher Ver-  
abreichung von Warfarin und Cumachlor 1%ig wie-  
der. Von den insgesamt 31 Tieren, die Warfarin er-  
hielten, blieben 7 am Leben (etwa  $\frac{1}{4}$ !). Von den 30  
mit Cumachlor behandelten Hamstern starb nicht  
einer. Das gleiche ersehen wir aus Tab. 9, wo die  
Wirkungen einmaliger hoher Wirkstoffgaben zu-  
sammengestellt sind. Selbst bei solchen hohen Dosen

von 200 mg Cumachlorwirkstoff/200 g Hamster starb  
keines der 10 angesetzten Tiere. Bei Horatinwirk-  
stoffgaben starben zwar einige Tiere, aber sehr er-  
folgsversprechend sind die Befunde nicht. Leider  
konnten wir keine praktischen Versuche durchfüh-  
ren. Als Ersatz dafür setzten wir zwei Käfigversuche  
an, die die Möglichkeit einer Anwendung von Streu-  
pulvern prüfen sollten. In den bereits weiter oben  
beschriebenen Zuchtkäfigen setzten wir vor den  
Futterkasten einen 30 cm langen, 7 cm breiten und  
4 cm hohen Holzkasten an. Die Versuchstiere mußten  
also, um zum Futter zu gelangen, durch diesen bei-  
derseitig offenen Holzkasten kriechen, der täglich  
einmal dick mit Horatin eingestäubt wurde. An den  
Hamstern blieb beim Durchlaufen des Kastens das  
Cumarinpulver hauptsächlich am Bauch und an den  
Pforten haften. Sämtliche 6 Versuchstiere starben  
nach 6 bis 8 Tagen. Bei Verwendung von Cumachlor  
1%ig blieben nach 30 Streutagen sämtliche 6 Ham-  
ster am Leben.

Cumachlorhaltige Bekämpfungspräparate werden  
wir also ihrer mehr als geringen Wirksamkeit we-  
gen in der Hamsterbekämpfung nicht einsetzen  
können. Aber auch warfarinhaltige Präparate werden  
sich bei einer Hamsterbekämpfung wohl kaum ren-  
tieren. Die Abtötungserfolge sind zu schwankend  
und zu unsicher.

#### f) Erdmaus (*Microtus agrestis* L.)

Giftgetreide wird von diesem Schädling kaum oder  
gar nicht gefressen. Man versucht deshalb, die von



der Erdmaus bevorzugt angenommenen Zweige verschiedener Holzarten mit Giftpasten oder -lacken zu bestreichen. Nach GERSDORF (1953 a und b) sind unter anderem Schwarzpappel-, Ulmen-, Eschen-, Rotbuchen-, Roterlen-, Weißerlen- und Eberschenzweige für derartige Versuche geeignet. Neben anderen Giften wurde auch eine cumarinhaltige Paste (Cumaraxpaste der Firma C. F. Spiess & Sohn) verwendet. GERSDORF stellte fest, daß sich „eine unterschiedliche Annahme in der Reihenfolge unbehandelt, Cumaraxpaste, Kalkarsen, Bleiarsen“ ergab. Es scheint also, daß wir auch bei der Bekämpfung der Erdmaus bedingt auf cumarinhaltige Pasten oder Lacke zurückgreifen können. Die leider nur theoretischen Vorschläge von MÜNCHBERG (1953) laufen ebenfalls darauf hinaus, wenn auch seine Meinung, daß die 4-Oxycumarinpräparate Nagetieren gegenüber „keine differentielle Wirkung“ zeigen, nicht zutrifft.

In der DDR befinden sich zur Zeit keine cumarinhaltigen Pasten oder Lacke im Handel. Eigene Untersuchungen wurden nicht durchgeführt.

#### g) Wühlmaus (*Arvicola amphibius* L.)

Wühlmäuse sicher zu bekämpfen, stellt selbst Fachleute immer wieder vor eine schwierige Aufgabe. Ausräuchern der oft über 30 m langen Gangsysteme bringt nicht immer Erfolg. Das Fangen dieses Schädlings mit eigens dafür hergestellten Wühlmausfallen erfordert eine Menge praktischer Erfahrungen und Geduld. Am meisten werden Möhren oder Obstbaumzweige, die von der Wühlmaus gern angenommen werden, vergiftet in die Gänge gelegt. Oft wirken aber die mit Thallium- oder Zinkphosphidzubereitungen hergestellten Köder fraßabschreckend. Warfarin- oder cumachlorhaltige Präparate haben nach den bisherigen Untersuchungen an Ratten kaum eine geschmacksbeeinträchtigende Wirkung. FISCHER (1952) versuchte daher eine Bekämpfung mit frisch geschnittenen Obstbaum-

zweigen, die mit Cumaraxpaste bestrichen und besonders im zeitigen Frühjahr in die Wühlmausgänge eingeschoben wurden. Die Aufnahme der Obstbaumzweige erfolgte gleichmäßig und ohne Bevorzugung der unvergifteten Zweige meist bis zur völligen Entzündung. Eine geschmacksbeeinträchtigende Wirkung des Cumarins konnte FISCHER auch bei der Wühlmaus nicht feststellen. Seine Laborversuche ergaben bei täglicher Gabe vergifteter Zweige durchschnittlich nach 4 bis 5 Tagen den Tod der Versuchstiere. Eine Wühlmaus (Nr. 8) starb erst nach 11 Tagen.

Um nachzuprüfen, ob auch bei Unterbrechung der Cumarinaufnahme, mit der im Freiland gerechnet werden muß, immer noch eine befriedigende Wirkung erzielt wird, setzte FISCHER folgende interessante Versuche an:

Tier Nr. 9: erhielt nur am 1. und 9. Tag mit Cumarin bestrichene Zweige. Der Tod trat am 13. Tag nach der ersten Giftgabe ein.

Tier Nr. 17: Giftgabe am 1., 5. u. 7. Tag,  
Tod am 9. Tag nach der 1. Giftgabe

Tier Nr. 18: Giftgabe am 1. u. 5. Tag,  
Tod am 6. Tag nach der 1. Giftgabe

Tier Nr. 19: Giftgabe am 1., 5., 8., 12. Tag,  
Tod am 21. Tag nach der 1. Giftgabe.

Auch bei diesen Versuchen traten die langen Zeitspannen zwischen der letzten Giftgabe und dem Tod ein, besonders bei Tier Nr. 9 und 19. Ob es sich hier, wie FISCHER meint, noch um eine cumulative Wirkung in dem Sinne handelt, wie wir sie bei Ratten und Hausmäusen vorfinden, bleibt dahingestellt. Auf Grund unserer Feldmausversuche kommen wir vielmehr zu der Auffassung, daß bei den Wühlmausversuchen von FISCHER bereits so hohe Mengen Cumarin aufgenommen wurden, daß man von der akut toxischen Wirkung der Cumarinderivate sprechen müßte.

(Fortsetzung folgt)

## Versuche zur Bekämpfung der Phytophthora an Tomaten

von H. A. SCHMIDT,

Biologische Zentralanstalt Berlin-Kleinmachnow,  
Zweigstelle Rostock

Bedingt durch den höheren Feuchtigkeitsgehalt der Luft, tritt im Küstengebiet die Phytophthoraerkrankung im allgemeinen stärker als im Binnenlande auf. Neben der Kartoffel hat z. B. in Mecklenburg auch die Tomate erheblich unter dieser Krankheitserscheinung zu leiden. Seit Jahren sind hier die Verluste an Tomatenfrüchten, die durch Braunfäule dem Verbrauch entzogen werden, sehr hoch. Besonders verheerend wirkte sich die Phytophthora in dem niederschlagreichen Sommer und Herbst 1954 aus. In diesem Jahre war es beispielsweise in Rostock nicht möglich, bei dem an sich schon geringfügigen Angebot an Tomatenfrüchten einwandfreie Ware zu bekommen. Ein großer Teil der zum Verkauf gelangten Früchte war braunfaul.

In der Praxis begegnet man einer gewissen Interesselosigkeit gegenüber den Spritzungen mit Kupferkalk, weil aus Unkenntnis über den richtigen Anwendungszeitpunkt die Bekämpfungsmaßnahmen nicht immer den gewünschten Erfolg gebracht haben.

Da wiederholt die Ansicht vertreten wurde, daß die Kupferkalkspritzungen in unserem feuchten Küstengebiet überhaupt unwirksam bleiben, wurden von uns seit zwei Jahren Bekämpfungsversuche gegen die Phytophthora bei Tomaten durchgeführt.

Im Jahre 1953 sollte zunächst noch einmal die Wirksamkeit des Kupferkalkes überprüft werden. Zum Vergleich wurde Ceresan-Naßbeize, die sich nach Angaben von L. NOLL (1952) in Sachsen zur Bekämpfung der Braunfäule an Tomaten bewährt hatte, sowie Fuklasin F herangezogen. Das zuletzt genannte Präparat wurde lediglich zur Feststellung einer evtl. vorhandenen phytophthorabeeinflussenden Wirkung hinzugenommen. Die Konzentration der Kupferkalkbrühe in Form des 16 Prozent Kupfer enthaltenden Cupral betrug 1 Prozent, die der Ceresan-Naßbeize 0,1 Prozent und des Fuklasin F 0,75 Prozent. Zur Feststellung einer etwa vorhandenen längeren Wirkungsdauer wurde in einem Parallelversuch den obengenannten Präparaten ein Haft-