

Die letale Dosis Äthylenoxyd bei *Calandra granaria*, *Tribolium confusum* und *Cimex lectularius*.

Von Karl Mayer.

(Aus dem Laboratorium für physiologische Zoologie der Biologischen
Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.)

(Mit 2 Textfiguren.)

I. Vorbemerkung und Methodik.

Äthylenoxyd ist wegen seiner großen insecticiden Wirkung bei geringer Toxicität für den Menschen zu einer Hauptwaffe im Kampfe gegen bestimmte Insektenschädlinge geworden. Es wird in der Praxis in Form von T-Gas, einem Gemisch (von 10 : 1) Äthylenoxyd und Kohlensäure, angewendet. Nach den bisherigen Erfahrungen beträgt die Einwirkungszeit bei einer Konzentration von 50 g pro Kubikmeter 20 bis 24 Stunden (Tesch 1933). Die Frage der Verkürzung der Begasungszeit ist mit der zunehmenden Anwendung dieses Präparats besonders dringlich geworden, bedeutet doch jeder Zeitgewinn einen Vorteil. Zugleich hiermit sollte die Frage der Wirkung dieses Gases auf häufige Mehl- und Getreideschädlinge, unter denen gerade heute wieder *Calandra* erhebliche wirtschaftliche Bedeutung erlangt hat, geprüft werden.

Die Untersuchungen wurden im strömenden Luft-Äthylenoxyd-Gemisch vorgenommen, da hier die Ergebnisse durch keinerlei Nebenumstände beeinflusst werden, wie dies bei Abblasen des Gases im Raum durch Bildung von höher oder schwächer konzentrierten Gaswolken eintreten kann. Es wurde folgende Strömungsapparatur (Fig. 1) gewählt: Von einer Preßluftflasche wurden zwei Ströme mittels eines T-Stückes (T) abgezweigt. Strom I führte über ein Differentialmanometer (D_1) durch einen mit flüssigem Äthylenoxyd¹⁾ gefüllten Zylinder (G), der in ein Kühlgemisch (Eis-Viehsalz) eingelagert war. Von hier führte die Leitung zur Mischkugel (M), von der aus dann das Gasgemisch in den Versuchsraum eintrat. Strom II ging ebenfalls über ein Differentialmanometer (D_2) und die Mischkugel (M) in den Versuchsraum (V). Vom Versuchsraum führte eine Leitung zu einer Wasserstrahlpumpe, die das Gasgemisch absaugte, wodurch die

¹⁾ Das Äthylenoxyd stellte die Fa. Degesch, Frankfurt a. M., in kleinen Ampullen zu 5 g, 30 g und 40 g zur Verfügung.

Bildung eines Gasüberdrucks im Versuchsraum verhindert wurde. Mit dieser Methodik war es möglich, durch Regulierung der zuströmenden Luftmenge die Äthylenoxydkonzentration im Versuchsraum beliebig zu

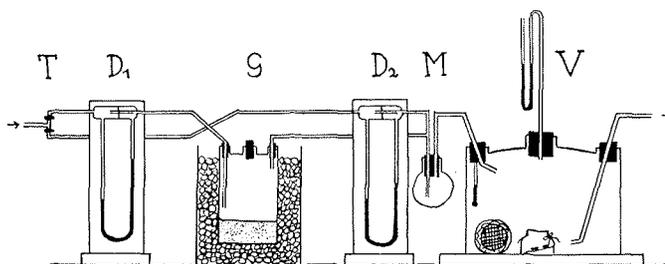


Fig. 1. Strömungsapparatur (Erklärung im Text).

ändern und konstant zu halten. — Während jedes Versuchs wurde zu Beginn und zum Schluß die Äthylenoxydkonzentration nach Deckert (1930) in Abänderung nach Lubatti (1932) bestimmt. Hierbei wird zur Chlorhydrinbildung die 22%ige NaCl-Lösung durch eine gesättigte $MgCl_2$ -Lösung ersetzt. Dadurch erübrigt sich das nachträgliche Erwärmen der Reaktionsflüssigkeit. Die erhaltenen Werte sind auch genauer. Das Absorptionsgefäß wurde zwischen Wasserstrahlpumpe und Versuchsraum eingeschaltet. Die Analysenwerte zeigten bei langandauernden Versuchen

Tabelle I.

Versuchs-Nr.	$\frac{c \times t}{10^6}$	mg/l	Min.	T°
1	0,55	44	12	19
2	0,67	44	15	19,5
3	0,81	16,3	50	20
4	0,87	27,8	31	20
5	0,90	60	15	18,8
6	0,91	76	12	18
7	1,2	12	100	20,5
8	1,6	20	80	17,5—19
9	1,9	74	25	18
10	2,5	66,4	38	18
11	2,5	46,9	53	19
12	2,7	44	62	19,5
13	2,9	65	45	18
14	3,0	151	20	15,5—17
15	3,1	72	43	21
16	4,0	66,4	60	18
17	5,4	76	71	21
18	8,2	75	110	21
19	9,0	50	180	19
20	9,5	189	50	18
21	11,52	48	240	16
22	17,2	156	110	18,5
23	25,0	416	60	18

nur geringe Abweichungen. Für die Berechnung wurden die Mittelwerte gewählt, wie sie in der Tabelle I mit den im Versuchsraum vorherrschenden Temperaturen für die nummerierten Versuche angegeben sind.

In jedem Versuch wurden durchschnittlich 30 Tiere jedes Stadiums und jeder Art, bei Eiern war die Zahl meistens größer, in „Wanzen-gläsern“, die mit einer Bindung aus Glasbatist versehen waren, im Versuchsraum ausgesetzt. Die Gläser enthielten bei *Calandra* eine 1 cm hohe Schicht Korn, bei *Tribolium* eine ebenso hohe Schicht Mehl und bei *Cimex* eine Lage Fließpapier.

Die letale Dosis wurde mit Hilfe der Haber'schen Formel

$$c \times t = w$$

ermittelt. In dieser bedeutet c die Konzentration mg/cbm, t die Zeit in Minuten und w das Wirkungsprodukt (Flury 1921), hier besser: Tödlichkeitsprodukt, da nur die tödliche Wirkung des Gases ermittelt werden sollte. Mit Hilfe dieser Formel kann die Giftwirkung innerhalb eines passenden Konzentrationsbereiches hinreichend genau bestimmt werden (Flury-Zernik 1931). Durch zahlreiche Versuche konnte ich nachweisen, daß auch bei Insekten das Produkt $c \times t$ einen annähernd konstanten Wert besitzt. So wurde für *Cimex*-Larven das kleinste, tödlich wirkende Produkt für Äthylenoxyd mit 4 000 000 ermittelt, d. h. alle in den Versuch gebrachten Larven sterben ab, wenn sie einer Gaskonzentration von 40 mg/l (= 40 000 mg/cbm) 100 Minuten lang, oder 100 mg/l (= 100 000 mg/cbm) 40 Minuten lang ausgesetzt werden.

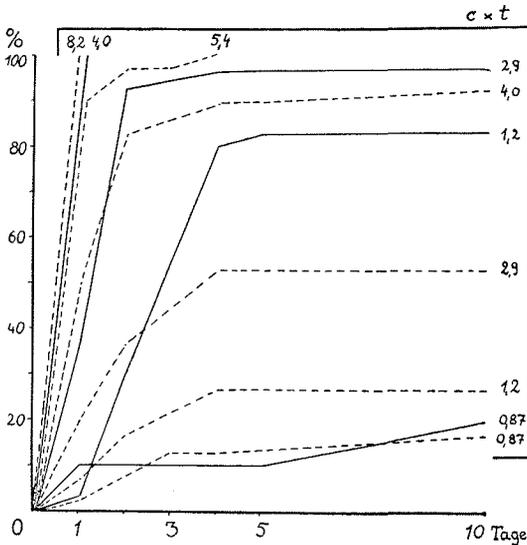


Fig. 2. Absterbeverhältnisse der Larven (-----) und Imagines (——) von *Cimex lectularius* L. bei verschiedenen $c \times t$ -Werten.

Da nach Rebmann (1932) bei Äthylenoxyd eine ausgesprochene Spätwirkung auf Insekten beobachtet wurde, mußten die Versuchstiere tagelang beobachtet werden, damit man Aufschluß darüber erhalten konnte, bis zu welchem Tage nach dem Versuch mit einer Spätwirkung zu rechnen war. Die Kontrollen zeigten, daß eine Beobachtungszeit von 10 Tagen für alle Fälle (bei den angeführten Versuchstieren) ausreichte (Fig. 2). In der Abbildung sind auf der Abscisse die Prozentzahlen toter Tiere und auf der Ordinate die Zahl der Beobachtungstage abgetragen. Die Zahlen hinter den Kurven sind die entsprechenden $c \times t$ -Werte. Diese Kurven geben nun Aufschluß über die Absterbeverhältnisse der Tiere bei verschiedenem Wirkungsprodukt. Bei niedrigem $c \times t$ war meist eine Spätwirkung nach dem 10. Tage noch festzustellen, mit steigendem $c \times t$ jedoch trat der Tod früher ein (vgl. hierzu Hase 1932). Erst bei 100%igem Absterben der Versuchstiere innerhalb dieser 10-tägigen Beobachtungszeit wurde das Tödlichkeitsprodukt als erreicht angesehen. Da aber in der Praxis nie mit einer solchen Frist gerechnet werden kann, weil man den Erfolg möglichst nach Abbrechen der Begasung vor Augen führen muß, wurde als Tödlichkeitsprodukt in Anbetracht der im Vergleich zur Praxis sehr kurzen Zeiten die Zahl angenommen, die sich ergab, wenn der Tod innerhalb der ersten 5 Beobachtungstage eintrat.

Da für die Gaswirkung auch die untere Wirkungsgrenze eine wichtige Rolle spielt, wurde versucht, diese annähernd festzulegen. Bei Insekten ist nun das Überschreiten dieser Grenze schwer zu beobachten. Sprechen doch die Tiere auch bei darunter liegenden Konzentrationen schon mit Starre- oder Fluchtreflexen an. Die Grenze wurde daher als überschritten betrachtet, wenn mehr als 25% an den Nachwirkungen in der 10-tägigen Beobachtungszeit eingingen. Natürlich ist die Grenze vielleicht etwas zu hoch gelegen. Da aber die Grenze nur zahlenmäßig ausgedrückt werden kann, spielt die Größe an sich keine Rolle.

Um Aufschluß über die Konstanz der Haber'schen Formel für Äthylenoxyd zu erhalten, wurden c und t für das gleiche w häufig geändert. Die Werte sind aus Tabelle I zu entnehmen. Die Tabellen II bis VII zeigen die prozentualen Absterbeverhältnisse der Versuchstiere am angegebenen Beobachtungstag nach der Begasung.

II. Ermittlung der letalen Dosis Äthylenoxyd.

1. Bei *Calandra granaria* L. (Tab. II).

Vom Kornkäfer wurden nur Imagines zu den Versuchen verwendet. In den Versuch gebracht, reagierte der Käfer sofort auf geringe Gasmengen durch unruhiges Verhalten, dem bald Rückwärtsgehen und taumelnde Bewegungen folgten. Zum Schluß nimmt er Rückenlage ein und verfällt in Starre, in der er eine Zeitlang verbleibt. In diesem Zustand ist er nur

Tabelle II.

Calandra granaria.

Imagines.

Nr.	nach Versuch	% starr nach Tagen				
		1	2	4	5	10
3	—	—	—		30	77
4	—	—	1)	73		100
5	—	—	3	33		93
6	—	3	7	37	62	90
7	—	23	44	80	80	87
8	—	73	97	97	97	100
9	—	47	80	80	80	97
10	—	23	57	67	83	87
11	—	23	50	70	70	87
13	—	50	33	53	73	63
14	—	90	90	100	100	100
15	—	100	100	100	100	100
16	—	97	97	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100
19	—	100	100	100	100	100
20	—	100	100	100	100	100
21	—	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100

1) nach 3 Tagen 40 % starr.

von geübten Beobachtern von toten Tieren zu unterscheiden. In der Totenstarre sind die Beine zumeist vom Körper gespreizt, während in vorliegendem Stadium die Beine dicht an den Körper gelegt sind. Häufig wurden aber auch in dieser Lage tote Tiere festgestellt. Die untere Wirkungsgrenze war nicht feststellbar, da das Tier sehr empfindlich ist. Tödlichkeits- und Wirkungsprodukt liegen somit weit auseinander. — Das Tödlichkeitsprodukt wurde bei dieser Spezies mit 3×10^6 ermittelt

2. Bei *Tribolium confusum* Duval (Tab. III—IV).

Vom Reismehlkäfer wurden in 3 Versuchen Larven, hauptsächlich aber Imagines, auf ihr Tödlichkeitsprodukt untersucht. Das Verhalten der Larven ließ sich während der Versuche nicht weiter beobachten, da sie sich in der Mehlschicht verkrochen. Die Imagines begannen bei Begasung unruhig zu werden, und krampfartige Bewegungen folgten. Auf

Tabelle III.

Tribolium confusum.

Larven.

Nr.	nach Versuch	% starr nach Tagen				
		1	2	3	4	10
6	—	—	3		23	27
9	—	—	57	67	76	80
15	100	100	97	93	97	97
17	100	100	100	100	100	100

die darauffolgende Rückenlage trat Starre ein. Nach dem Versuch trat bald Erholung ein. Die Bewegungen waren noch zittrig (dies aber nur nach starken Dosen). Das Befinden der Tiere besserte sich erheblich schneller als bei *Calandra*. Bei den Larven war keine wesentliche Beeinträchtigung der Bewegungsfähigkeit zu beobachten. Der Tod war an der Verfärbung leicht zu erkennen. Leicht feststellbar war auch der Tod der Imagines, da Starre nach den Versuchen in den Zuchten sehr selten beobachtet wurde.

Tabelle IV. *Tribolium confusum*.
Imagines.

Nr	nach Versuch	% starr nach Tagen				
		1	2	4	5	10
3	—	—	—	—	3	10
4	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	7
6	—	—	3	—	—	7
7	—	3	3	7	10	17
8	—	7	7	1)	10	17
9	—	13	30	53	—	50
10	—	53	73	57	60	53
11	—	27	27	33	33	37
12	—	20	10	13	20	27
13	—	43	50	47	47	50
14	—	100	100	100	100	100
15	—	100	100	100	100	100
16	—	77	73	73	80	73
17	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100
19	—	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100
23	—	100	100	100	100	100

1) Nach 3 Tagen 10% starr.

Die 4 Versuche, die mit den Larven gemacht wurden, lassen den Schluß zu, daß das Tödlichkeitsprodukt in der gleichen Höhe wie bei den Imagines liegen muß. Die untere Wirkungsgrenze liegt für die Imagines bei $1,6 \times 10^6$, das Tödlichkeitsprodukt bei $4,5 \times 10^6$.

3. Bei *Cimex lectularius* L. (Tab. V—VII).

Von der Bettwanze wurden Eier, Larven und Imagines für die Untersuchungen genommen. Bei den Larven wurden die Stadien III—V stets gut gemischt genommen, um nicht jedes Stadium einzeln untersuchen zu müssen, da die Zahl der Versuchstiere sonst hätte zu sehr gesteigert werden müssen, was die Kontrolle der einzelnen Tiere erschwert hätte. Hier wurde auch eine Trennung in gefütterte und ungefütterte Tiere durchgeführt, da nach Hase (1932 a) die Widerstandsfähigkeit eine verschiedene sein soll. Das Verhalten der Tiere war stets unruhig. Sie

Tabelle V. *Cimex lectularius*.
Eier.

Nr.	nach Versuch		nach Tagen																						
			1				2				3				4				5				10		
	a	b	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d				
1	59	41	33	63	4	26	66	4	4					4	88	4	4	—	88	8	4	—	85	11	4
2	100	—	86	14	—	80	20	—	—					22	78	—	—	11	89	—	—	6	94	—	—
3	46	54	46	54	—	46	54	—	—					46	54	—	—	46	54	—	—	46	54	—	—
4	100	—	100	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—
5	100	—	—	—	—	100	—	—	—					90	10	—	—	82	18	—	—	70	30	—	—
6	21	79	8	92	—	8	92	—	—					8	92	—	—	8	92	—	—	8	92	—	—
7	100	—	100	—	—	85	15	—	—					85	15	—	—	85	15	—	—	85	15	—	—
8	58	42	58	42	—	58	42	—	—	58	42	—	—					58	42	—	—	58	42	—	—
9	—	100	—	100	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—
12	82	18	75	25	—	73	27	—	—					73	27	—	—	73	27	—	—	73	27	—	—
13	75	25	51	49	—	51	49	—	—					51	49	—	—	51	49	—	—	49	49	2	—
16	33	67	11	89	—	11	89	—	—					11	89	—	—	11	89	—	—	11	89	—	—
17	27	73	27	73	—	27	73	—	—					27	73	—	—			—	—	27	73	—	—
18	7	93	7	93	—	7	93	—	—	7	90	3	—	7	90	3	—			—	—	7	90	3	—
19	100	—	100	—	—	100	—	—	—					100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—
20	100	—	100	—	—	100	—	—	—					100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—
21	100	—	83	17	—	83	17	—	—	83	17	—	—	83	17	—	—	83	17	—	—	83	17	—	—
22	—	100	—	100	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—

1) a ohne Augen, b mit Augen, c Totgeburten, d Larven I.

Tabelle VI. *Cimex lectularius*.

a) Larven gefüttert.

b) Larven ungefüttert.

Nr.	nach Versuch	% starr nach Tagen				
		1	2	4	5	10
3	—	—	—	—	3	10
4	—	3	—	13 ¹⁾	—	17
5	—	—	27	30 ²⁾	—	40
6	—	—	10	7	7	10
7	—	7	17	27	27	27
8	—	—	57	74	77	74
9	—	—	3	3	7	7
11	—	—	17	20	20	20
12	—	—	10	10	13	13
13	—	20	37	53	53	53
16	—	50	83	90	90	93
17	—	90	97	100 ³⁾	100	100
18	—	100	100	100	100	100
19	—	100	100	100	100	100
20	—	100	100	100	100	100
21	—	100	200	100	100	100
22	13	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100

Nr.	nach Versuch	% starr nach Tagen				
		1	2	4	5	10
3	—	—	—	—	3	7
4	—	—	—	7 ¹⁾	—	7
5	—	—	—	3	—	3
6	—	—	—	3	3	3
7	—	—	3	3	7	10
8	—	—	7	—	7	7
9	—	7	17	20	—	23
11	—	3	17	20	23	23
12	—	10	10	10	10	10
13	—	47	47	57	57	60
14	—	43	90	90	90	90
16	—	17	20	30	30	30
17	—	97	100	100	100	100
18	—	100	100	100	100	100
19	—	100	100	100	100	100
21	—	72	100	100	100	100

1) 13%, 2) 30% und 3) 97%, starr nach 3 Tagen.

1) Nach 3 Tagen 3% starr.

Tabelle VII. *Cimex lectularius*.

a) Imago ungefüttert.

Nr.	nach Versuch	% starr nach Tagen				
		1	2	4	5	10
3	—	—	10		17	37
4	—	—	—	23*)	23	37
5	—	—	32	43		57
6	—	13	37	50	57	57
7	—	13	30	47	57	60
8	—	—	13	20	23	37
9	—	20	80	93		94
11	—	3	13	20	33	40
12	—	—	27	40	40	47
13	—	20	83	90	90	90
14	—	50	81	89	89	100
16	—	77	97	100	100	100
17	—	100	100	100	100	100
18	—	100	100	100	100	100
19	—	100	100	100	100	100
20	—	100	100	100	100	100
21	—	100	100	100	100	100
22	31	100	100	100	100	100

*) Nach 3 Tagen 20 % starr.

b) Imago gefüttert.

Nr.	nach Versuch	% starr nach Tagen				
		1	2	4	5	10
3	—	—	3	—	7	10
4	—	10	—	10*)	10	20
5	—	—	30	52		52
6	—	3	40	53	57	60
7	—	3	30	80	83	83
8	—	7	67	87	87	97
9	—	23	56	60	63	73
11	—	—	40	63	67	67
12	—	7	63	73	83	85
13	—	37	93	97	97	97
16	—	100	100	100	100	100
17	—	100	100	100	100	100
18	—	100	100	100	100	100
19	—	100	100	100	100	100
20	—	100	100	100	100	100
21	—	100	100	100	100	100
22	90	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100

*) Nach 3 Tagen 10 % starr.

ertrugen jedoch die Versuche besser als die beiden vorhergenannten Versuchstiere. Nur bei stärkeren Konzentrationen konnte das Eintreten der Starre beobachtet werden, wenn *Calandra* und *Tribolium* längst in Starre verfallen waren. Nach den Versuchen fielen sie aber durch unruhiges Zittern auf. Ferner wurden Störungen der Darmperistaltik sowie Darmperforation mit Blutergüssen in die einzelnen Glieder beobachtet (Hase 1932 a, Kemper 1933, Mayer 1934). Die Gaswirkung auf Eier wurde nach der Weiterentwicklung des Eies beurteilt, die an der Augenbildung deutlich wahrzunehmen ist. Nur in einem Fall ($c \times t = 0,9 \times 10^6$) konnten sich lebensfähige Larven entwickeln. Die Wirkungsprodukte sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich¹⁾.

Stadien	untere Wirkungsgrenze	Tödlichkeitsprodukt
Eier	?	$0,7 \times 10^6$
Larven gefüttert	$0,87 \times 10^6$	}
Larven ungefüttert	$2,7 \times 10^6$	
Imago gefüttert	$0,87 \times 10^6$	}
Imago ungefüttert	?	

¹⁾ In drei Versuchen wurden auch Eier der Mehlmotte auf ihr Tödlichkeitsprodukt hin untersucht. Die Zahl der Versuche ist aber für eine genauere Angabe zu gering. Aus den wenigen Versuchen ergab sich aber, daß das Tödlichkeitsprodukt unter $0,8 \times 10^6$ liegen muß.

Demnach werden durch die Fütterung nur die unteren Wirkungsgrenzen verschoben. Das Tödlichkeitsprodukt wird wenig oder gar nicht beeinflusst. Die Eier sind viel empfindlicher als die Imagines. Ähnliches wurde auch von Lindgreen-Sheppard (1932) bei Eiern von *Tribolium confusum* beobachtet, die der Einwirkung des Chlorpikrins ausgesetzt waren.

III. Auswertung der Ergebnisse.

Vorliegende Versuche ergaben nun Zeiten, die erheblich unter den praktisch angewandten lagen. Zur Kontrolle wurden einige Versuche mit *Cimex lectularius*, *Calandra granaria* und *Tribolium confusum* im $\frac{1}{2}$ Kubikmeter-Gaswürfel vorgenommen, die die Richtigkeit dieser Annahme bewiesen. Die Tiere wurden hier einer Äthylenoxydkonzentration von 160 g/cbm 15 Minuten bei 25° C ausgesetzt. Nach 2 Tagen waren alle Versuchstiere tot. Berücksichtigt man weiter die Beobachtungen Cottons (1932), wonach bei Zusatz von atmungssteigernden Stoffen, wie sie durch Zusatz von Kohlensäure im T-Gas erfolgte, die Empfindlichkeit des Insekts gesteigert wird, so ist daraus zu ersehen, daß die Zahl, welche das Wirkungsprodukt angibt, damit verringert wird, wie auch aus den Untersuchungen von Saling und Kemper (1931) hervorgeht: d. h. die Wirkung des Gases wird erhöht. Diese Versuche zeigen klar, daß die Begasungszeit ohne weiteres verkürzt werden kann, wenn die entsprechenden Konzentrationen bei einer Raumbegasung wirklich vorherrschend sind. Die Vergiftungskurve, die man bei graphischer Darstellung der Haberschen Formel erhält, würde im Prinzip der des Phosgens entsprechen. Nach Hofbauer (1933) liegt bei Äthylenoxyd eine Wirkung durch Bildung von Aldehyden oder stickstoffhaltigen Reaktionsprodukten im Organismus bei Säugern vor. Eine völlige Klärung kann aber hier nur durch vergleichende Untersuchungen mit anderen Gasen und mit Insekten als Versuchstieren geschaffen werden. Außerdem müßte die Physiologie der Giftwirkung bei Insekten näher untersucht werden. Zum Vergleich wurden entsprechende Versuche mit HCN unternommen, die jedoch leider nicht mehr zu Ende geführt werden konnten. Es zeigte sich dabei eine umgekehrte Empfindlichkeitsreihe wie bei Anwendung von $\text{CH}_2\text{-O-CH}_2$, nämlich: *Tribolium-Cimex-Calandra*. Eine Erklärung hierfür wird sich wohl erst dann finden lassen, wenn wir die Atmungsgröße dieser Insekten kennen, um mit ihrer Hilfe die Giftmenge zu errechnen, die den Tod verursachte.

Zusammenfassung.

Bei Vergiftungen mit Äthylenoxyd tritt die Spätwirkung bei geringeren Konzentrationen bis zum 10. Tage, bei höheren allgemein am 2. bis 3. Tage auf.

Die Habersche Formel ist auch auf Untersuchungen mit Insekten anwendbar. Die Vergiftungskurve für Äthylenoxyd auf Insekten entspricht derjenigen des Phosgens.

Die Widerstandsfähigkeitsreihe bei den Versuchstieren gegen Äthylenoxyd ist (beginnend mit dem hinfälligsten Stadium): *Cimex*-Ei, *Ephestia*-Ei, *Calandra*-Imago, *Cimex*-Imago, *Tribolium*-Larve, *Tribolium*-Imago *Cimex*-Larve.

Die Eier waren laut gefundenem $c \times t$ -Wert also 7 mal so empfindlich wie die sehr widerstandsfähigen Wanzenlarven, die fast doppelt so widerstandsfähig waren wie ihre Imagines.

Berücksichtigt man eine mit Anwendung des T-Gases sicher eintretende höhere Empfindlichkeit der Insekten, so ist mit einer Verkürzung der Begasungszeit zu rechnen, sofern die Räume eine entsprechende Konzentration erreichen.

Literatur.

- Cotton, R. T., The relation of respiratory metabolism of insects to their susceptibility to fumigants. Journ. econom. Ent. **25**, 1932, p. 1088—1103.
- Deckert, W., Bestimmung des Äthylenoxyds bei Durchgasungen mit äthylenoxydhaltigen Präparaten. Zs. f. analyt. Chemie **82**, 1932, p. 297—307.
- Flury, F., Über Reizgase. Zs. experiment. Med. **13**, 1921, p. 1—15.
- Flury-Zernik, Schädliche Gase. Berlin 1931.
- Hase, A., Weitere Beiträge zur Kenntnis von Äthylenoxyd als Schädlingsbekämpfungsmittel. Arb. Biol. Reichsanst. **20**, 1932a, p. 101—110.
- Über die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit der parasitären Hauswanzen *Cimex lectularius* und *Cimex rotundatus* gegenüber der Einwirkung von Äthylenoxyd, nebst Bemerkungen über die Wirkung von Äthylenoxyd auf Meerschweine. Zs. f. Parasitenk. **4**, 1932 b, p. 369—386.
- Hofbauer, A., Beiträge zur Toxikologie des Äthylenoxyds und der Glykole. Inaug. Dissert. Würzburg 1933.
- Kemper, H., Beiträge zur Biologie der Bettwanze (*Cimex lectularius* L.). Zs. f. Parasitenk. **5**, 1932, p. 112—137.
- Lindgren, D. L., Shepard, H. H., The influence of humidity on the effectiveness of certain fumigants against the eggs and adults of *Tribolium confusum*. Journ. econom. Ent. **25**, 1932, p. 248—253.
- Lubatti, O. F., Determination of ethylene oxide. Journ. Soc. Chem. Ind. **51**, 1932, p. 361—367.
- Mayer, K., Eine merkwürdige Blausäurebeschädigung bei Larven der Wanze *Rhodnius pictipes* Stål (Triat. Hemipt.). Zs. f. Parasitenk. **6**, 1934, p. 557—558.
- Rebmann, O., Die bisherigen Ergebnisse der Schädlingsbekämpfung mit Äthylenoxyd (T-Gas). Zs. f. Gesundheitstech. Städtehyg. **24**, 1932, p. 57—70.
- Salting, T. — Kemper, H., Über die Wirkung des T-Gases (Aetox) auf verschiedene Warmblüter und Gliederfüßler, insbesondere über seine Eignung zur Vertilgung von Gesundheits- und Vorratsschädlingen. Zs. f. Desinfekt. **7**, 1931, p. 285—314.
- Tesch, B., T-Gas, das Mittel zur Entwesung einzelner Räume inmitten bewohnter Räume. Zs. f. Gesundheitstech. Städtehyg. **25**, 1933, p. 1—8 (Sep.).