

Icerya purchasi Mask. und Novius cardinalis Muls.

Eine bevölkerungswissenschaftliche Studie über die Grundlagen der biologischen Bekämpfung.

Von

F. S. Bodenheimer-Jerusalem.

(Mit 8 Abbildungen).

Inhalt.

	Seite
I. <i>Icerya purchasi</i> Mask.	515
1. Über die Generationenzahl und die Entwicklungsgeschwindigkeit von <i>I. purchasi</i> . Zur Lebensgeschichte der Art in Palästina	515
2. Die begrenzenden und fördernden Faktoren für den Massenwechsel von <i>I. purchasi</i>	519
II. <i>Novius cardinalis</i> Muls.	521
1. Über die Generationenzahl und die Entwicklungsgeschwindigkeit von <i>Novius cardinalis</i> in Palästina	522
2. Über die klimabedingte Sterblichkeit	525
3. Über die Fraßmenge von <i>Novius cardinalis</i> in den verschiedenen Entwicklungsstadien	527
III. Die Wechselwirkung von <i>Icerya</i> und <i>Novius</i> als bevölkerungswissenschaftliches Problem	531
IV. Schaden und Bekämpfung von <i>Icerya purchasi</i>	540

* * *

Vor einigen Jahren versuchte Verfasser (1) den klimatischen und biotischen Komplex von *Pseudococcus citri* Risso in Palästina zu klären. Diesem Versuch folgt als zweite Studie zur Bevölkerungslehre der Citrus-Insekten nun eine weitere über die australische Wollaus *Icerya purchasi* Mask. Es muß als geradezu erstaunlich angesehen werden, daß bisher fast gar keine exakten Angaben zur Lebensgeschichte und Ökologie dieses Schädlings wie seines Feindes, *Novius cardinalis* Muls. existieren. Ein vereinzelter Versuch Kuwanas (2) fand keine Nachfolge. Gerade weil die Beziehungen *Icerya/Novius* als klassisches Beispiel erfolgreicher biologischer Bekämpfung in alle Lehrbücher übergegangen sind, war es endlich erforderlich, an Hand von einwandfreiem Zahlenmaterial dieselben quantitativ verstehen zu suchen. Dies Ziel ist keineswegs erreicht worden,

aber ein erster Schritt in dieser Richtung ist doch endlich getan. Neue Probleme sind dadurch vielfach an Stelle der alten entstanden.

Der Anstoß zu vorliegender Arbeit war ein großer Schadherd von *Icerya* in einer Gruppe von „Pardessim“ (= Orangengärten) in Chederah, welche von der „Agudath Netaim“ und der Anglo-Palestine Co. gemeinsam verwaltet wurden. Dem Verfasser wurde die Bearbeitung des Problems von der Leitung der beiden Gesellschaften anvertraut, Herr Tennenbaum als Hilfsarbeiter gewonnen und eine Feldstation eingerichtet, welche seit Mai 1928 in dem Schadbezirk selbst arbeitet. Den Leitern der beiden Gesellschaften, besonders den Herren Jacobson, Eisenberg und Margulies, wie den Verwaltern der Pardessim während dieser Jahre (besonders Herrn Dr. Eichenberg) gebührt der Dank für die verständnisvolle Förderung auch der außerhalb des direkten Rahmens der praktischen *Icerya*-Bekämpfung liegenden Arbeiten.

1. *Icerya purchasi* Mark.

1. Über die Generationenzahl und die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Icerya purchasi*. Zur Lebensgeschichte der Art in Palästina.

Individuelle Zuchten von *Icerya purchasi* erwiesen sich ohne besondere komplizierte Laboratoriumseinrichtungen als nicht durchführbar. Von 196 im Jahre 1928 bezeichneten Individuen, deren Entwicklungszyklus im Freien verfolgt werden sollte, wurden 130 einwandfrei durch *Novius*-Fraß beendet, wahrscheinlich auch die überwiegende Mehrheit der übrigen 66 Tiere, von denen nur eins zur Eisackbildung schritt. Ähnlich blieben die Ergebnisse der folgenden Jahre. Nur wenige Zuchten gestatteten genaue Angaben über alle Stadien.

Beginn	Ei	1. Larve	2. Larve	3. Larve	Präoviposition	Total
Juli 1930	35	17	18	11	15	96 Tage
Juli 1930	35	12	16	24	11	88 „
Juli 1931	16	18	17	23	15	88 „
Juli 1930	35	14	16	16	17	98 „
Juni 1931	16	19	14	18	12	79 „

Hingegen konnte die Entwicklung der Hauptmasse der Generationen leicht verfolgt werden. Für 1928/29 gelten z. B. folgende Daten:

Ende Dezember/Anfang Januar erreicht die letzte Generation ihre Reife und bildet gegen Ende Januar ihre Eiersäcke. Die Weibchen dieser ersten Generation reifen Ende April/Anfang Mai und bilden Mitte/Ende Mai ihre Eiersäcke. Anfang August wurden die Larven dieser zweiten Generation zu Weibchen, welche Mitte/Ende August ihre Eier legten. In warmen Jahren ist die gesamte Entwicklung etwas beschleunigt, so daß statt Ende Januar bereits im Ende Oktober/Anfang November (z. B. Herbst

1929) bereits die Eiersackbildung der dritten Generation einsetzt. Die Generationenzahl liegt für die Küstenebene Palästinas zwischen 6 und 7 in zwei Jahren näher an 7 als an 6.

Als Ansatz für unsere Berechnungen wählen wir die Tatsache, daß in Schizuoka 5, in Palästina 7 Generationen sich in je zwei Jahren entwickeln. Die gesamte Wärmesumme oberhalb 0°C beträgt aldann:

für Schizuoka . . 10 332 Tagesgrade : 5 = 2 066 Tagesgrade je Generation
für Saron . . . 14 568 " : 7 = 2 081 " " "

Die Gleichheit dieser Quotienten für jede Generation beweist, daß der Entwicklungsnullpunkt ganz in der Nähe von 0°C liegen muß. Wir erhalten also als Ansatz $c = 0^{\circ}\text{C}$; Th. C. = 2074 Tagesgrade.

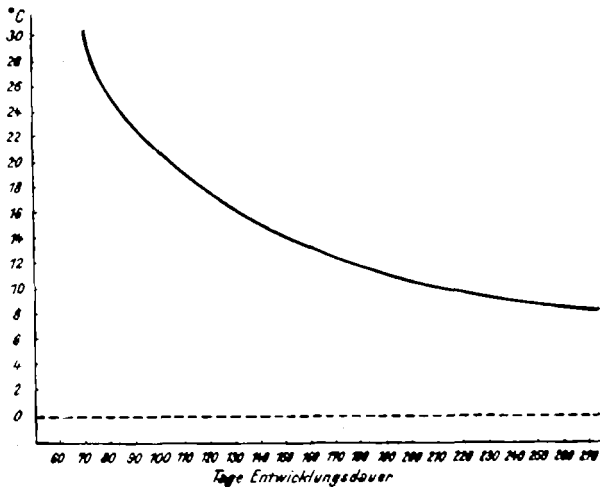


Abb. 1. Temperaturentwicklungskurve von *Icerya purchasi* Mask.

Die entsprechende Hyperbel ist in Abb. 1 dargestellt. In diese Berechnung ist die Präovipositionsperiode eingeschlossen und die mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit zugrunde gelegt, so daß die Ergebnisse epidemiologisch verwendbar sind.

Die Zahl der Generationen pro Jahr ist aus den später folgenden Tabellen zu ersehen. Das auffallendste und wichtigste Resultat dieser Hyperbel ist die Erklärung für die zuvor unverständliche Tatsache, weshalb *Icerya* auch in den Tropen nicht mehr als vier jährliche Generationen entwickelt. *Icerya* stellt einen neuen Massenwechsellyp dar, wie er zuvor noch nicht zur Analyse gelangte. Der überaus niedrige Entwicklungsnullpunkt sowie der hohe Wert der Thermalkonstante zusammen bewirken eine starke Abbremsung der Entwicklungsgeschwindigkeit bei höheren Temperaturen.

Wir sind somit auf überaus einfache Art und Weise zu einer brauchbaren Temperaturentwicklungskurve für *Icerya purchasi* gelangt.

Um einen Begriff über die Gesamtmenge von *Icerya* an einzelnen Orangenbäumen sowie ihre Verteilung nach Höhe und Himmelsrichtung

zu gewinnen, wurden im Befallsjahr 1930 im Monat September 4 mäßig befallene Bäume sorgfältig durchgezählt. Die Angaben betreffs der erwachsenen Tiere beanspruchen einen hohen Grad von Genauigkeit, während von Larven sicher sehr viele übersehen wurden. Die Verteilung ist eine gleichmäßige nach Himmelsrichtung und Höhe, da der unterste Meter und oberhalb zwei Meter das Laub weniger dicht und locker wird.

Verteilung von *Icerya purchasi* an 4 Orangenbäumen nach Höhe und Himmelsrichtung.

Höhe	Nord	Ost	Süd	West	Total	Novius
0—1,0 m	53/12	44/23	37/15	64/15	198/65 = 263	10
1,0—1,5 „	47/10	55/13	46/15	41/11	189/49 = 238	4
1,5—2,0 „	46/18	48/28	34/17	38/10	168/70 = 238	14
2,0—2,5 „	21/10	15/—	36/2	18/3	90/15 = 105	8
Total	215	226	199	200	645 + 199 L. = 161 + 50 L. pro Baum	36

L. = Larven auf der rechten Seite des Bruches.

Die Zahl von 161 erwachsenen *Icerya* übertrifft diejenige, auf welche ein flüchtiger Beschauer geschätzt hätte, um ein Beträchtliches. Sie erklärt aber, zumal wenn wir eine entsprechende Menge von Larven hinzurechnen, die überaus starke Honigtauproduktion auf einem solchen Baume.

Die Zahl der *Novius* (Nur Imagines) bezogen auf die der erwachsenen *Icerya* betrug 4,3%.

Die Eierzahl von *Icerya purchasi* ist außerordentlich variabel. Riley, Marchal und andere haben sie auf Grund von Stichzählungen auf 500 und darüber pro Ovisack bezeichnet. Sichere Beobachtungen liegen bisher wiederum nur von Kuwana vor, der von Schizuoka (Japan) folgende Werte meldet:

Monat	n	Durchschnittliche Ei-Zahl pro Ovisack
Mai	30	411
Juni	7	1592
September	24	220

Die Angaben für Mai und Juni beziehen sich auf die erste, diejenigen für September auf die zweite Generation. Etwa 10% der Werte für Mai und September sind noch im Weibchen befindliche Eier.

3 1/2 jährige Beobachtungen in Palästina ergaben wesentlich niedrigere Werte.

Eizahl von *Icerya purchasi* in Palästina.

Monat	1928			1929			1930			1931			Durchschnitt				
	n	Durchschnitt	Maximum	Länge des Ovisack	n	Durchschnitt	Maximum	Länge des Ovisack	n	Durchschnitt	Maximum	Länge des Ovisack					
1.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
2.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	199	345	17	(199)			
3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	374	602	24	(374)			
4.	—	—	—	—	10	167	266	32	10	216	376	31	10	357	525	25	247
5.	—	—	—	—	10	354	544	44	17	146	270	24	—	—	—	—	250
6.	10	312	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(312)
7.	4	355	400	41	10	260	415	32	20	149	340	16	10	126	180	16	297
8.	7	274	830	52	10	104	225	23	9	38	56	12	8	127	194	15	181
9.	—	—	—	—	10	115	231	27	10	56	80	—	4	104	122	15	92
10.	9	130	215	40	10	76	129	23	—	—	—	—	7	109	157	17	105
11.	—	—	—	—	5	102	172	21	9	73	130	13	10	75	119	12	83
12.	—	—	—	—	—	—	—	—	10	70	145	15	10	141	308	17	106
		221	n = 30		173	n = 65			127	n = 85			176	n = 79			169

Selbst wenn wir 10% noch nicht abgelegter Eier hinzurechnen, ergibt sich ein Durchschnittswert von nur 186 Eiern pro Weibchen.

Welch äußere Faktoren beeinflussen in erster Linie die Eierzahl? Es ist keine Frage, daß die Nahrung hierbei eine sehr wichtige Rolle spielt. Wir vergleichen die Daten für Orangen und *Spartium junceum* in Chederah aus dem Jahre 1931:

Durchschnittliche Eierzahl im Jahre 1931.

Monat	an Citrus		an Spartium		an Xanthium	
	Mittel	n	Mittel	n	Mittel	n
1.	—	—	255	10	—	—
2.	199	10	199	10	—	—
3.	374	10	115	10	—	—
4.	357	10	—	—	—	—
5.	—	—	—	—	—	—
6.	—	—	—	—	—	—
7.	126	10	100	7	—	—
8.	127	8	—	—	163	1
9.	104	4	118	10	—	—
10.	109	7	81	9	—	—
11.	75	10	94	10	—	—
12.	141	10	54	10	—	—
Total	188	79	128	76	163	1

In den vergleichbaren 7 Monaten verhält sich die durchschnittliche Eierzahl für *Citrus: Spartium* wie 100:64,5%. Da *Spartium* noch eine Nährpflanze ist, auf welcher sich *Icerya* relativ gut entwickelt, so muß bei ungünstigen Nährpflanzen eine noch viel größere Differenz angenommen werden. Warmhäuser mit mehr oder weniger gleichmäßiger Temperatur und Feuchtigkeit wären für Versuche dieser Art sehr geeignet.

Die Temperatur allein hat nur einen geringen Einfluß:

Temperaturbereich	n	Durchschnittliche Eierzahl
12—20 ° C	73	200
20—25 ° C	75	162
25—29 ° C	107	168

Die Feuchtigkeit allein hat ebenfalls nur einen geringen Einfluß, aber feuchte Wärme gewährt Optimalbedingungen. In der trockenen Sommerhitze Palästinas vermögen wir den einzigen Gegensatz zu dem warmen Sommer Japans aufzufinden, welcher die Unterschiede in den Eierzahlen der beiden Länder zu begründen vermöchte.

Die Zahl der bekannten Nährpflanzen von *Icerya* ist außerordentlich groß und trotzdem wissen wir über die Nahrungsökologie von *I. purchasi* so gut wie nichts.

So gibt es zum Beispiel verschiedene Aufsätze, welche auf *I. purchasi* als möglichen Kartoffelschädling hinweisen. Das bewog Verfasser zu dem Versuch *Icerya* in großen Mengen künstlich auf Kartoffelprossen ziehen zu wollen (analog *Pseudococcus citri*). Erwachsene Weibchen begannen leicht mit der Bildung von Eiersäcken, doch nie gelangte auch nur eine einzige der jungen Larven zur Fixierung. Alle wanderten vielmehr sofort ab und starben Hungers. Die Weibchen, welche wie viele Monophlebinen vor der Eiablage häufig wandern und vielleicht ein Hungerstadium durchmachen, hätten auch auf einem Kistenbrett mit der Bildung des Eiesackes begonnen. Es ist ganz sicher, daß viele Angaben über Nährpflanzen von *I. purchasi* lediglich auf der Auffindung von Weibchen mit Eiersäcken an denselben zurückzuführen sind. Eine Liste der wirklichen Nährpflanzen von *I. purchasi* mit Angaben über ihren Einfluß auf Eizahl, Entwicklungsgeschwindigkeit und Larvensterblichkeit unserer Schildlaus steht noch aus. Gewisse Nährpflanzen mögen älteren Larven eine Entwicklungsmöglichkeit bieten, nicht aber jüngeren.

Die Verbreitung von *I. purchasi* auf alle Entfernungen, welche ganz wenige Meter übersteigen, erfolgt passiv durch Wind oder Transport. In welchem Umfange ältere Larven oder ganz junge Weibchen noch durch den Wind verbreitet werden, wäre sicher wichtig festzustellen.

2. Die begrenzenden und fördernden Faktoren für den Massenwechsel von *Icerya purchasi*.

Vergleichen wir den Verlauf der Temperatur- und der Massenwechselkurve von *Icerya* von 1928—1931 in Chederah, so ersehen wir auf den

ersten Blick, daß die Gipfel sich häufig mehr oder weniger decken, wenn wir Verschiebungen um einen Monat außer acht lassen. Hierzu sind wir berechtigt, da ja die Temperatur auf die Sterblichkeit während der Gesamtentwicklung einwirkt. Nur der Frühjahrgipfel 1931 liegt lange vor dem Anstieg und ist wesentlich höher als der entsprechende Sommergipfel. Diese niedere Lage des letzteren beruht fraglos auf den intensiven Bekämpfungsmaßnahmen dieses Jahres. Hohe Wärme im Anstieg fördert unter normalen Bedingungen die Massenvermehrung von *Icerya*. Inwieweit die Hochsommerhitze die Sterblichkeit der Eier und jungen Larven von *Icerya* beeinflusst, läßt sich zurzeit noch nicht feststellen. Jedenfalls ist dieselbe weit geringer als bei ihrem Feinde *Novius*.

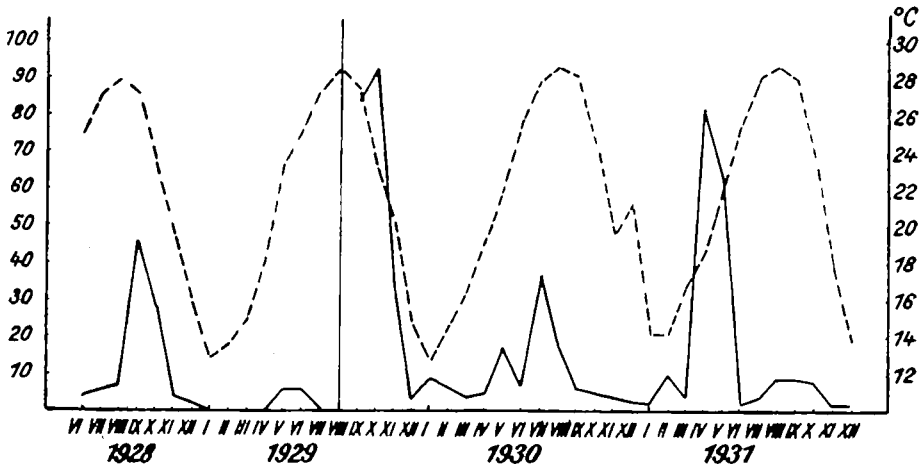


Abb. 2. Massenentwicklung von *Icerya* in *Atta* auf Grund der monatlichen 100-Blattzählungen (bis VIII. 1929 von je 3, später von je 4 Bäumen das Mittel; —) und der Temperaturgang (---) vom Juni 1928 bis Dezember 1931.

Die anderen Werte für den Winter sind ganz vorwiegend auf die Tätigkeit biotischer Faktoren, besonders von *Novius* zurückzuführen. Der Analyse derselben ist ein besonderer Abschnitt gewidmet.

Die Werte für den augenblicklichen Wärmetod liegen für *Icerya* auffallend niedrig:

	Ganz junge Larven n = 30	Junge ♀ n = 29
1. Beginn der Kältestarre	19,0	16,7
2. Nur leichte Bewegungen der Beine und Antennen	—	—
3. Kriechen mit Unterbrechungen	23,2	23,8
4. Normale Aktivität	23,4 (22,5—27,5)	24,2 (23—27)
5. Starke Aktivität	28,6	27,7
6. Höchste Erregung	33,0	35,6
7. Beginn der Wärmeparalyse	—	41,3
8. Wärmetod	38,9	42,2

Eine Vorzugstemperatur ließ sich nicht ermitteln, da die Tiere in der Temperaturorgel unbeweglich sitzen bleiben. Bei ca. 33° C liegt die Grenze der Schreckzone.

Es geht daraus hervor, welche vernichtende Wirkung ein mehrtägiger Chamsin von 38—42° C auf die *Icerya*-bevölkerung haben muß. Die Frühjahrs-Chamsine beeinflussen den Massenwechsel weitgehend. Ihr Ausbleiben fördert, ihr starkes Auftreten unterbricht eine Massenvermehrung.

Die niederen Werte für den augenblicklichen Wärmetod nebst der deutlichen Optimallage bei hoher Feuchtigkeit weisen darauf hin, daß *Icerya* von Hause aus ein echtes Tropentier, nicht eine Bewohnerin der Subtropen ist. Doch ist sie für das Leben in den letzteren — Vermeidung allzu großer Extremlagen und Vorhandensein einer gewissen Feuchtigkeit vorausgesetzt — gleichfalls geeignet. Die von Riley vermutete Heimat (Insel Mauritius und Bourbon; östlich von Madagaskar) stimmt gut zu diesen experimentellen Ergebnissen. Ebenso das neuerdings von Silvestri als Heimat vermutete Südchina.

Von entscheidend begrenzendem Einfluß sind Frosttemperaturen während des Winters. Balachowsky berichtet, daß in dem außergewöhnlich harten Winter 1928/1929, in dem an der französischen Riviera Minimalwerte von — 12° C gemessen wurden, zahlreiche Infektionsherde von *Icerya* daselbst vernichtet wurden. In der geographischen Verbreitung bilden die Alpenmassive in Frankreich, die Hochplateaus in Algerien mit ihrem normalerweise strengen Winter unüberwindliche Verbreitungshindernisse. Bei Paris vermag sich die Art im Sommer gut zu entwickeln und in milden Wintern auch durchzuhalten. Auf die Dauer scheint sie, auch nach der Ansicht Balachowskys, sich daselbst nicht halten zu können.

Kälte und hohe, trockene Hitze sind absolute Begrenzungen. Ein warmes, feuchtes Klima, wie es in Warmhäusern oft zu finden ist, ist einer Massenvermehrung günstig.

II. *Novius cardinalis* Muls.

Dieser Feind von *Icerya* ist zu bekannt, als daß eine morphologisch-systematische Beschreibung oder eine Wiederholung der Geschichte seiner erfolgreichen Einbürgerung in anderen Ländern wiederholt zu werden brauchte.

Die Art wurde um das Jahr 1912 von Beirut und Portici (Professor Silvestri) her mehrfach in die Orangengärten von Petach Tikwah eingeführt. In den Orangengegenden in Judäa und Samaria scheint *Novius* heute weit verbreitet zu sein, aber in einer im allgemeinen recht geringen Individuenzahl. Es hat Jahre gedauert, ehe Verfasser in Petach Tikwah zum Beispiel den ersten Käfer auffand.

1. Über die Generationenzahl und die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Novius cardinalis* in Palästina.

Auf Grund von Zimmerzuchten in luftiger Steinbaracke stellen wir die empirischen Daten über die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Außenwärme zusammen. Aus ihnen ergibt sich eine Hyperbel mit den Konstanten: $c = 9,0^{\circ}\text{C}$, $\text{Th. C.} = 371$ Tagesgrade für die kürzeste Entwicklungsdauer. Abb. 3 gibt die betreffende Hyperbel mit der Schwankungsbreite wieder. Das Entwicklungsoptimum liegt bei etwa 26°C .

Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von *Novius cardinalis* vom Ei bis zum Käfer von der mittleren Wärme während ihrer Entwicklung.

°C	n	Mittlere Entwicklungsdauer		Abweichungen in %	schnellste Entwicklung	
		empirisch Tage	berechnet Tage		empirisch Tage	berechnet Tage
13,8	1	86,0	77,3	+ 11,2	86	78
14,3	7	74,9	70,0	+ 7,0	68	68
15,5	3	65,3	57,1	+ 14,4	58	54
16,4	6	50,2	50,1	+ 0,2	39	46
17,5	5	42,6	43,6	- 2,3	40	40
18,6	3	36,7	38,2	- 3,9	33	35
19,5	6	33,8	35,3	- 4,2	30	32
20,5	11	31,8	32,2	- 1,2	28	29
21,5	7	29,2	29,8	- 2,0	26	26
22,5	6	28,3	27,5	+ 2,9	22	24
23,5	11	25,7	25,6	+ 0,4	20	22
24,5	7	24,3	23,9	+ 1,7	21	21
25,5	7	22,6	22,4	+ 0,9	19	19
36,6	11	24,6	21,1	+ 16,6	21	18
27,6	18	21,8	19,9	+ 9,5	18	17
28,2	23	20,9	19,3	+ 8,3	16	17

Die Kopula beginnt sofort nach dem Schlüpfen, die Präovipositionsperiode (Intervall) dauert im Sommer 3—4 Tage, im Winter 1—3 Wochen.

Diese Werte ergeben für die Küstenebene Palästinas eine Maximalgeschwindigkeit der sich am schnellsten entwickelnden Individuen von zwölf Generationen. Eine Kombination der mittleren Entwicklungsgeschwindigkeit jeder Generation mit dem kürzesten Intervall ergibt neun, eine solche des mittleren Intervalls mit der mittleren Entwicklungsdauer etwa sechs Generationen im Jahresverlaufe.

In der Küstenebene Palästinas tritt keine Ruheperiode ein. Im Winter ist die Entwicklung lediglich verlangsamt, aber nicht unterbrochen. Die kürzeste beobachtete Entwicklungsdauer war 16 Tage im Hochsommer, die kürzeste mittlere Entwicklungsdauer 21 Tage zur selben Jahreszeit! Die längste beobachtete Entwicklungsdauer war 110 Tage im Winter bei einer gleichzeitigen mittleren Entwicklungsdauer von 70 bis 77 Tagen.

Die Eier werden vereinzelt in oder an die Eihaufen von *Icerya* gelegt und schlüpfen nach wenigen Tagen. Auch die Puppenruhe ist ver-

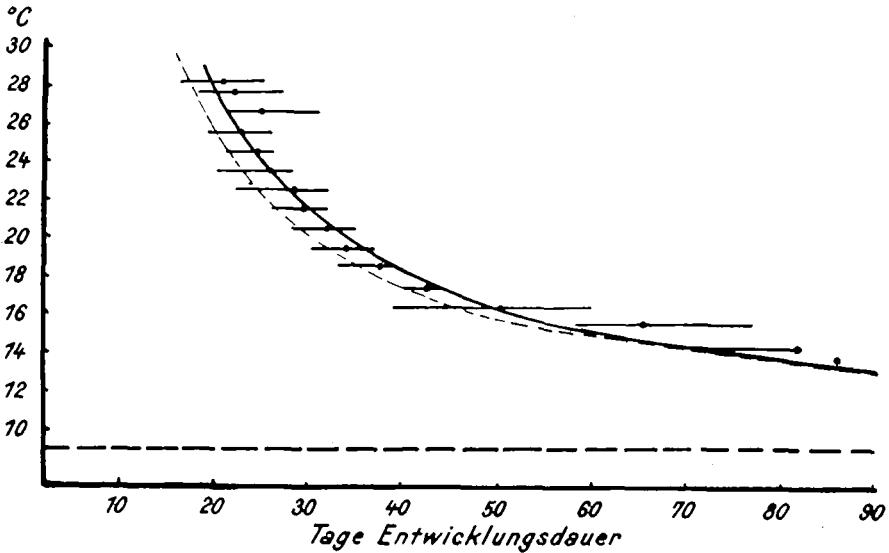


Abb. 3. Temperaturentwicklungskurve von *Novius cardinalis* Muls. ——— mittlere Entwicklungsdauer; - - - kürzeste Entwicklungsdauer.

hältnismäßig kurz. 15 typische Lebensgeschichten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nummer	Präovipositions- periode Tage	Eistadium		Verpuppung	Dauer des Larvenstadiums Tage	Schlüpfen der Käfer	Dauer des Puppenstadiums Tage	Totale Ent- wicklungsdauer Tage
		Datum	Dauer in Tagen					
1.	4	13.—18. 11. 1928	5	25. 12. 1928	37	29. 1. 1929	35	78
2.	4	11.—17. 3. 1929	6	7. 4. 1929	21	19. 4. 1929	12	39
3.	4	14.—16. 5. 1929	2	26. 5. 1929	10	3. 6. 1929	8	20
4.	5	4.—9. 6. 1929	5	18. 6. 1929	9	25. 6. 1929	7	21
5.	6	17.—25. 7. 1929	8	4. 8. 1929	10	13. 8. 1929	9	27
6.	3	14.—22. 11. 1929	8	5. 12. 1929	13	8. 1. 1930	34	55
7.	4	15.—22. 11. 1929	7	1. 12. 1929	9	5. 1. 1930	35	51
8.	11	2.—11. 3. 1930	9	27. 3. 1930	16	14. 4. 1930	18	43
9.	5	16.—20. 5. 1930	4	29. 5. 1930	9	8. 6. 1930	10	23
10.	—	29.—31. 7. 1930	2	8. 8. 1930	8	14. 8. 1930	6	16
11.	—	5.—10. 10. 1930	5	21. 10. 1930	11	31. 10. 1930	10	26
12.	8	8.—14. 12. 1930	6	13. 1. 1931	30	9. 2. 1931	27	63
13.	3	23.—27. 8. 1931	4	3. 9. 1931	7	14. 9. 1931	11	22
14.	—	18.—21. 9. 1931	4	27. 9. 1931	5	11. 10. 1931	14	26
15.	5	1.—6. 11. 1931	5	22. 11. 1931	16	13. 12. 1931	21	42

Die Lebensdauer der Männchen ist im allgemeinen länger als die der Weibchen.

	Lebensdauer in Tagen		
	mittlere	längste	kürzeste
Männchen	81	216	20
Weibchen	70	178	16

Die Weibchen legen während der bei weitem größten Zeit ihres Lebens Eier ab. Die maximale beobachtete Eizahl eines Weibchens betrug 1037, die minimale 35, der Durchschnitt 307. Die Legetätigkeit schmiegt sich der tatsächlichen Lebensdauer gut an. Die längste beobachtete Legedauer war 170, die kürzeste 11, die mittlere Legedauer 57 Tage.

Lebensdauer und Eiablage bei *Novius cardinalis*.

Nr.	Beginn der Zucht	Lebensdauer		Zahl der Eier pro ♀	Legedauer der Weibchen		Eier pro Tag
		♀	♂		Datum	in Tagen	
1.	9. 11. 1928	178	24	193	13. 11. 1928—2. 5. 1929	170	1,14
2.	22. 11. 1928	38	167	35	26. 11.—24. 12. 1928	29	1,21
3.	7. 3. 1929	57	57	300	11. 3. 1929—2. 5. 1929	53	5,64
4.	8. 5. 1929	28	47	136	14. 6.—3. 7. 1929	20	6,80
5.	29. 5. 1929	30	22	82	4.—17. 6. 1929	13	6,31
6.	10. 6. 1929	17	20	106	16.—27. 6. 1929	11	9,64
7.	13. 6. 1929	21	21	47	16.—27. 6. 1929	11	4,27
8.	30. 6. 1929	16	22	44	3.—14. 7. 1929	11	4,00
9.	11. 7. 1929	44	—	70	17. 7.—11. 8. 1929	25	2,80
10.	14. 7. 1929	41	30	250	11. 7.—23. 8. 1929	38	6,58
11.	20. 9. 1929	51	128	151	23. 9.—3. 11. 1929	41	3,68
12.	8. 11. 1929	107	109	190	14. 11.—31. 1. 1930	79	2,40
13.	8. 11. 1929	63	216	128	15. 11.—3. 1. 1930	48	2,66
14.	19. 2. 1930	109	132	300	2. 3. 1930—6. 5. 1930	66	4,54
15.	11. 5. 1930	76	80	621	16. 5.—23. 7. 1930	68	9,13
16.	25. 7. 1930	88	80	383	29. 7.—26. 9. 1930	59	6,67
17.	3. 10. 1930	131	95	274	5. 10. 1930—1. 2. 1931	119	2,30
18.	30. 11. 1930	175	191	607	8. 12. 1930—16. 5. 1931	160	3,78
19.	13. 5. 1931	36	—	73	18. 5.—14. 6. 1931	28	2,68
20.	12. 6. 1931	60	—	591	14. 6.—10. 8. 1931	58	11,92
21.	12. 6. 1931	72	—	1037	16. 6.—22. 8. 1931	68	15,25
22.	12. 6. 1931	83	—	605	16. 6.—2. 9. 1931	79	7,66
23.	18. 6. 1931	90	—	502	21. 6.—3. 9. 1931	74	6,79
24.	18. 6. 1931	73	81	501	19. 6.—18. 8. 1931	61	8,21
25.	20. 8. 1931	27	43	244	23. 8.—10. 9. 1931	19	12,85
26.	3. 9. 1931	89	—	559	6. 9.—26. 11. 1931	81	6,89
27.	3. 9. 1931	112	—	365	6. 9.—13. 12. 1931	98	3,73
28.	10. 9. 1931	50	54	402	18. 9.—24. 10. 1931	37	10,81
29.	4. 10. 1931	70	—	119	11. 10.—19. 11. 1931	39	3,05

Die Aktivitätsskala der normalen Aktivität umfaßt ca. 21° C, von 15,5 bis 36,6° C.

Aktivität von *Novius cardinalis* Muls.

	Käfer n = 25 ° C	Larven n = 15 ° C
1. Beginn der Kältestarre	11,9	16,9
2. Nur leichte Bewegungen der Beine und Antennen	13,3	—
3. Kriechen mit Unterbrechungen	10—28	—
4. Normale Aktivität	15,5—38,5	23,5
5. Starke Aktivität	23—36,5	26,8
6. Höchste Erregung	35,5	32,5
7. Beginn der Wärmeparalyse	41,0	—
8. Wärmetod	43,0	41,3

2. Über die klimabedingte Sterblichkeit.

Richtiger hätte in der Überschrift dieses Absatzes „temperaturbedingt“ statt „klimabedingt“ gestanden, da wir zur Zeit über die Feuchtigkeitskomponente der Klimamortalität noch recht wenig auszusagen vermögen. Dies ist bei einer Verallgemeinerung der hier, zunächst nur für das palästinensische, im Sommer stark aride, im Winter feuchte Klima durchgeführten Berechnungen stets zu berücksichtigen.

Die Tabelle informiert zunächst über die Sterblichkeit der einzelnen Stadien im Jahresverlaufe. Die geringste Mortalität finden wir im Mai mit 14,4 %, die höchste im August mit 79,8 %.

Noviussterblichkeit aus Eizuchten pro Monat.

	Monat												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
1929	Eierzahl	—	—	—	—	—	101	72	35	3	28	60	20
	Larvenzahl	—	—	—	—	—	66	41	21	3	22	45	18
	Puppenzahl	—	—	—	—	—	34	35	9	3	20	43	15
	Käferzahl	—	—	—	—	—	31	28	4	3	18	40	15
	Käfer-% von Eiern	—	—	—	—	—	30,6	38,8	11,4	100	64,2	66,2	75
1930	Eierzahl	—	—	26	11	16	106	116	116	123	121	120	120
	Larvenzahl	—	—	19	5	15	95	88	60	94	97	100	105
	Puppenzahl	—	—	10	5	15	81	64	41	59	64	83	99
	Käferzahl	—	—	7	5	15	81	46	28	48	58	81	97
	Käfer-% von Eiern	—	—	26,9	45,4	93,7	76,4	39,6	24,1	39	47,9	67,5	82,5
1931	Eierzahl	126	120	125	120	120	120	100	100	100	100	100	100
	Larvenzahl	109	89	97	118	101	99	57	92	74	78	84	53
	Puppenzahl	86	82	91	104	98	89	5	71	53	60	74	33
	Käferzahl	84	79	91	79	93	86	5	25	49	58	72	31
	Käfer-% von Eiern	66,8	65,8	72,8	65,8	77,5	71,6	5,0	25,0	49,0	58,0	72,0	31,0
Erfolgreiche Entwicklung im Durchschnitt der drei Jahre vom Ei zur Geschlechtsreife	66,8	65,8	49,9	55,6	85,6	59,5	27,8	20,2	44,0	56,7	68,6	62,8	

Gesamtzahlen											
1929				1930				1931			
Eier	Larven	Puppen	Käfer	Eier	Larven	Puppen	Käfer	Eier	Larven	Puppen	Käfer
319	216	159	139	875	678	521	466	1331	996	848	748
100%	67,7%	49,8%	43,6%	100%	77,2%	59,4%	53,4%	100%	74,7%	63,7%	56,2%

Die einzelnen Stadien nehmen wie folgt an der Sterblichkeit teil:

Zahl der	Eier	Larven	Puppen	Käfer
Zahl	100	73,2	57,6	51,1
Sterblichkeit % .		26,8	15,6	6,5
Sterblichkeit in % jeden Stadiums		26,8	20,2	11,3

Ein Blick auf Abb. 4 belehrt über den gegenläufigen Verlauf der Temperatur- und der Entwicklungskurve im Sommer. Der Gipfel der Temperatur und das Tal der Entwicklungskurve liegen im Juli/August,

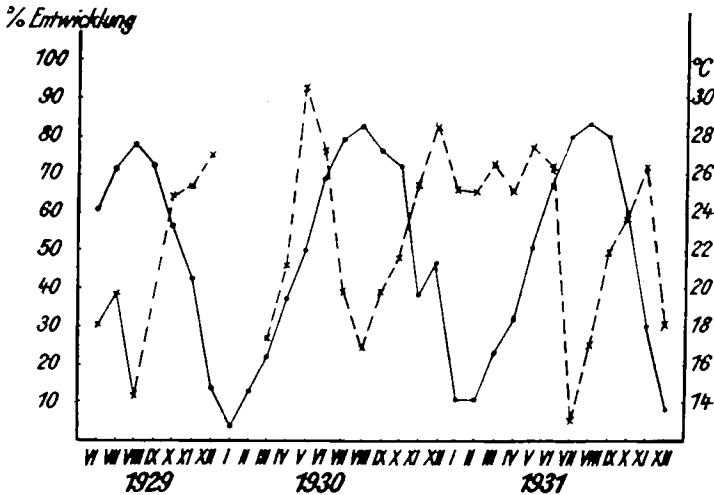


Abb. 4. Prozent der sich in jedem Monat erfolgreich im Imago entwickelnden Eier von *Novius cardinalis* (—) in Beziehung zum Temperaturverlauf (---).

zwischen 23 und 26° C überschneiden sich die beiden Kurven, zwischen 18 und 22° C liegen die Gipfel der Entwicklungskurve. Sie fallen nicht mit den Tälern der Temperaturkurve zusammen, sondern liegen früher wie später als dieselben.

Die Eiproduktion verteilt sich auf die einzelnen Jahreszeiten:

	Mittlere Eizahl pro ♀	Eiablage pro Tag und ♀
Winter	198	2,15
Frühjahr	320	4,18
Sommer	335	7,79
Herbst	272	4,90

Für die gesamte Eiablage erhalten wir im frühen Frühjahr wie im Hochsommer ein Maximum. Die Eiablage pro Weibchen und Tag strebt jedoch bis oberhalb 28 ° C ununterbrochen einem Maximum zu; auch das Maximum der Gesamteiablage wird hier erreicht. Die in dieser Jahreszeit so stark erhöhte Sterblichkeit der jungen Entwicklungsstadien wird so zu einem geringen Teile wieder ausgeglichen.

Die Eiablage von *Novius cardinalis* sowie seine Sterblichkeit in Abhängigkeit von der Außenwärme.

Temperatur in ° C	Eiablage pro Tag und ♀	Gesamte Eiablage	n	Überlebens- prozentsatz von 100 Eiern	n
12	—	—	—	31,0	1
14	2,40	(190)	1	69,3	3
16	2,39	164	254	50,0	2
18	3,91	394	(15—20 ° C)	62,8	4
20	3,05	(119)	1	68,7	3
22	3,71	258	187	78,3	3
24	7,71	171	(20—25 ° C)	56,8	4
26	7,55	317	5	39,6	3
28	7,90	475	414	22,8	5
		(25—30 ° C)	8		
30	—	—	—	—	—

Gegen die heißen, austrocknenden Chamsinwinde scheinen die Eier und jungen Larven sich in einem geschützten Mikroklima überraschend gut zu halten.

Trockene Hitze in langer Dauer erweist sich als ungünstigste Klimakombination, es folgt an Bedeutung die feuchte, kalte Winterhälfte, hingegen sind Frühjahr und Herbst als günstige Jahreszeiten anzusehen.

3. Über die Fraßmenge von *Novius cardinalis* in den verschiedenen Entwicklungsstadien.

Es wurde Wert darauf gelegt, brauchbare Unterlagen für die Ernährungsökologie von *Novius* zu gewinnen. Die folgenden großen Tabellen enthalten in konzentrierter Form den größten Teil der Ergebnisse.

Gesamtfräßmenge der Noviuslarven an Iceryalarven.

	Monat											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
An Spartium 1931												
n	7	7	8	7	—	—	—	—	—	3	—	8
Fräßtage total	246	69	217	156	—	—	—	—	—	44	—	227
Gefressen total	27	9	44	31	—	—	—	—	—	14	—	31
Fräß pro Noviuslarve	3,8	1,3	5,5	4,4	—	—	—	—	—	4,7	—	3,9
Entwicklungsdauer der Noviuslarve in Tagen	35,1	9,8	27,1	22,3	—	—	—	—	—	14,7	—	28,4
An Citrus 1931												
n	7	9	8	8	7	2	3	4	7	3	3	3
Fräßtage total	240	213	165	124	83	18	18	37	64	25	55	69
Gefressen total	20	35	35	27	26	10	18	20	45	28	29	18
Fräß pro Noviuslarve	2,8	3,9	4,3	3,3	3,7	5,0	6,0	5,0	6,4	9,3	9,7	6,0
Entwicklungsdauer der Noviuslarve in Tagen	34,3	23,6	20,6	15,5	11,8	9,0	6,0	9,2	9,1	8,3	18,3	23,0
An Citrus 1930												
n	—	—	3	3	2	2	1	4	8	8	7	8
Fräß pro Noviuslarve	—	—	4,0	4,0	3,5	6,0	5,0	4,5	5,6	6,6	11,0	6,8
Entwicklungsdauer der Noviuslarve	—	—	16	12	14,5	12,5	10,0	9,2	8,3	9,8	15,8	32,2

Fräßmenge der Noviuskäfer an Iceryalarven.

	Monat												1932
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	1.
Auf Spartium 1931													
n	3	3	3	3	—	—	—	—	3	3	3	3	—
Fräßtage total	60	60	57	60	—	—	—	—	60	59	60	60	—
Gefressen total an Iceryalarven	16	8	16	20	—	—	—	—	75	38	55	16	—
Durchschnitt pro Käfer und 20 Tage	5,3	2,7	5,6	6,7	—	—	—	—	25,0	12,7	18,3	5,3	—
Auf Citrus 1931													
n	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Fräßtage total	60	60	66	20	60	39	60	60	40	60	60	60	60
Gefressen total an Iceryalarven	18	9	25	15	34	27	46	55	56	100	57	20	8
Durchschnitt pro Käfer und 20 Tage	6,0	3,0	8,3	15,0	11,3	13,8	15,3	18,3	28,0	33,3	19,0	6,7	2,7
An Citrus 1930													
n	—	—	1	3	2	1	1	1	5	3	3	3	—
Durchschnitt pro Käfer und 20 Tage	15,0	8,3	10,5	14,0	8,0	13,0	23,6	21,0	17,3	11,3	—	—	—

Wie Abb. 5 zeigt, verläuft die Gesamtfraßmenge zur Temperaturkurve durchaus gegenläufig. Zu Winterbeginn frißt eine Noviuslarve fünfmal so viel Icerya-Larven während ihrer Gesamtentwicklung als im Juli. Der Verzehr einer Generation im Winter ist daher höher, denn die Entwicklungsdauer ist nur um das drei- bis vierfache verlängert. Die Fraßkurve pro Larve und Tag ergibt natürlich ein anderes Bild, doch ist auch hier das tiefe Herabsinken der täglichen Fraßmenge im Hochsommer von Interesse. Da im Winter die Lebensdauer der Weibchen etwa 6- bis

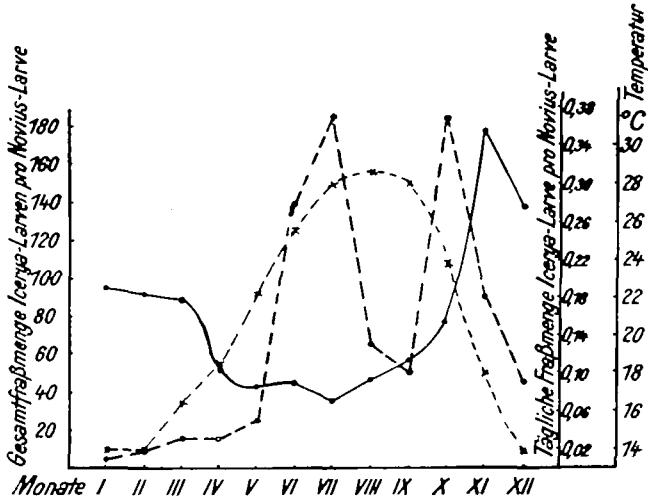


Abb. 5. Fraßzahlen der Novius-Larven an Icerya-Larven während ihrer Gesamtentwicklung (—) wie täglich im Jahresverlauf (o — —) sowie in Beziehung zur Gesamttemperatur (x — —).

7 mal so lange währt als im Hochsommer, fressen auch die Käfer der Wintergeneration absolut mehr Iceryalarven als die der Sommergenerationen.

Die bisher erwähnten Iceryalarven gehörten stets den letzten beiden Larvenstadien zu. Außerdem liegt eine Beobachtungsserie vor, wieviele Iceryaeier eine Noviuslarve während ihrer Entwicklung verzehrt.

Monat	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	1931
Fraß pro Noviuslarve	35	74	89	142	22	24	181	198	215	355	Eier
Durchschnittl. Freßzeit pro Larve	21	22	26	20	12	12	12	10	12	44	Tage
Fraß pro Tag	0,2	0,4	0,4	1,3	3,0	9,8	3,7	6,4	5,7	8,1	Eier

Ökologisch ist diese Serie von größerer Bedeutung als diejenige bezüglich der Larven, da die jungen Larven sich in der Natur fast nur von Icerya-Eiern, bzw. dem gerade aus diesen geschlüpften Larven ernähren.

Von lediglich theoretischem Interesse sind einige Daten über die Fraßmenge nur mit Eiern ernährter Käfer:

Nr.	Geschlecht	Zeit	Lebensdauer in Tagen	Zahl der verzehrten Eier	Eiablage der Weibchen	Zahl der Eiablage-Tage
1	Männchen	13./V.—28./VII. 1931	76	2700	—	—
2	Weibchen	13./V.—18./VI. 1931	36	1430	73	31
3	Weibchen	18./VI.—10./IX. 1931	84	3750	502	74
4	Weibchen	4./X.—13./XII. 1931	39	1258	119	39

Bezüglich *Spartium junceum* haben im Jahre 1930 Poutiers für Südfrankreich und Borg für Malta mitgeteilt, daß *Novius* die auf dieser Pflanze lebenden *Icerya* nicht angreife. In einem Kasten mit *Pittosporum* wurden *Icerya* sofort gefressen und Eier abgelegt in einem anderen mit *Spartium* wurde keine *Icerya* angerührt und alle Weibchen starben Hungers ohne Eier abzulegen. Poutiers schloß daraus, daß von der Nährpflanze aufgenommene und im Fettkörper deponierte Alkaloide im letzteren Falle abschreckend wirken. Eine Vererbung dieser „Schutzwirkung“ finde nicht statt.

Unsere eigenen Versuche widersprechen dieser Ansicht deutlich. Die Tabellen beweisen, daß ohne weiteres *Icerya* auf *Spartium* angenommen wird und sowohl volle Larvenentwicklung wie Eiablage und normales Altern der Käfer sogar bei Ausschluß jeder anderen Nahrung gestatten. Unsere Versuche sind so oft wiederholt, daß wir die Ergebnisse als gesichert betrachten können. Hingegen lassen sich unseren Tabellen folgende Entwicklungsunterschiede entnehmen:

	<i>Icerya purchasi</i>		Bemerkungen
	an <i>Spartium</i>	an <i>Citrus</i>	
1. Durchschnittlicher Fraß der Käfer im Jahre 1931 pro 20 Tage	10,6	16,1	Während der vergleichbaren sechs Monate
2. Durchschnittlicher Larvenfraß während der Gesamtentwicklung im Jahre 1931	3,9	4,9	Während der vergleichbaren sechs Monate
3. Entwicklungsdauer pro <i>Novius</i> larve im Jahre 1931	25,5	14,3	Während der vergleichbaren fünf Monate
4. Eiablage	—	—	—

Ein bedeutsamer Unterschied der Fraßmenge wie der Entwicklungsgeschwindigkeit ist also tatsächlich vorhanden.

Diese Tatsache ist auch aus einem anderen Grunde von Bedeutung. Es ist eine überaus wichtige Vorfrage bei jeder biologischen Bekämpfung, auf welche Weise das Schadinsekt dauernd in genügender Menge zur Ernährung des Nützlings gezogen werden kann. Silvestri zieht seit Jahrzehnten *Icerya* und *Novius* an offenen Sträuchern von *Spartium*

junceum in Portici. Die Kultur beider Insekten erhält sich selbst. Stets sind dort Individuen beider Arten in mäßiger Menge vorhanden, so daß stets einige *Novius*-Käfer zum Versand entnommen werden können. Bei einzelnen Pflanzen von Citrus oder Pittosporum stellt sich ein solches „Gleichgewicht“ nicht her. Hier wird zunächst die *Icerya* völlig ausgerottet, darauf folgt ein Aussterben des *Novius*. Manchmal erzeugen vereinzelte überlebende *Icerya*-Larven einen neuen Befall des Baumes. War *Novius* zu dieser Zeit noch nicht völlig ausgestorben, so vermag er den Befall wieder zu vernichten. Das Ende ist ein Aussterben beider Arten oder eine durch *Novius* ungestörte Entwicklung (bei isolierten Bäumen) der *Icerya*.

Der Nahrungswiderstand von auf *Spartium* gezogenen *Icerya purchasi* gegen *Novius* ist von ökonomischer Bedeutung. *Icerya*-Nester an *Spartium* garantieren einen Dauerbestand von *Novius* in der betreffenden Umgebung. Sie sind daher nützlich und bei geringem, regelmäßigem *Icerya*-Befall durchaus empfehlenswert.

III. Die Wechselwirkung von *Icerya* und *Novius* als bevölkerungswissenschaftliches Problem.

Eine quantitative Analyse der Wirkung der *Novius*-Aktivität auf die *Icerya*-Bevölkerung wurde bisher noch nie versucht. Obwohl unsere Daten völlig unzulänglich für eine vollkommene Analyse sind, wollen wir versuchen, die wichtigsten Faktoren abzuwägen.

Die Orangengärten stellen fast überall eine künstliche Biokönose dar, in welcher nur wenige und quantitativ unbedeutliche Nährpflanzen für *Icerya* in Frage kommen. Außer *Novius* kommt fast nur die seltene Fliege *Cryptochaetum grandicorne* als biotisch einschränkender Faktor in Frage.

Die Nahrung ist — abgesehen von einem eventuellen, zur Zeit noch unbekanntem, jahreszeitlichen Einfluß derselben — im Jahresverlaufe gleichmäßig und in überschüssiger Menge vorhanden. *Novius cardinalis* ist ebenfalls auf *Icerya purchasi* als Nahrung beschränkt, da andere Monophlebinen (*Gueriniella serratulae* Sign.) nur in ganz geringer Menge in oder direkt bei den Orangengärten vorkommen. Die biotischen Verhältnisse liegen also übersichtlicher als das gewöhnlich der Fall zu sein pflegt.

Die klimatischen Konstanten wären für die Entwicklung:

	Entw. Nullpunkt	Thermalkonstante
<i>Icerya</i>	0 ° C	2074 Tagesgrade
<i>Novius</i>	9 ° C	371 „

Diese Formel ergibt folgende Generationenzahl für typische Orte des Verbreitungsgebietes:

Ort	Generationen		
	Icerya	Novius	
		mittel	maximal
Antibes	2,6	5	6—7
Neapel	2,7	6	8—9
Tel-Aviv	3,5	9	11—12
Schizuoka (Japan)	2,5	6	8
Koschum (Formosa)	4,2	14	15
Adelaide (S. Austr.)	3,0	7	8—9
Honolulu (Hawaii)	4,0	13	14
Los Angeles (Kalifornien)	2,5	5	6—7
St. Mauritius	3,7	12	13
Paris	1,8	3	4

Je höher die Temperatur, desto größer wird die Generationenzahl von *Novius* im Verhältnis zu *Icerya*. Wo bei ähnlicher Jahressumme eine gleichmäßig wärmere Jahrestemperatur herrscht, da entwickeln sich mehr *Novius*-Generationen als bei stärkeren jahreszeitlichen Gegensätzen (vgl. z. B. Mauritius und Saron).
 Ohne das zahlenmäßig begründen zu können, läßt sich bereits vermuten, daß auch *Novius* feuchte Wärme bevorzugt. Dann wäre die starke Sommersterblichkeit in normalen Jahren in Palästina nicht auf die Hitze, sondern in erster Linie auf die trockene Hitze dieser Jahreszeit sowie auf die extrem trocken-heißen Chamsine des Frühjahrs zurückzuführen.

Ohne das zahlenmäßig begründen zu können, läßt sich bereits vermuten, daß auch *Novius* feuchte Wärme bevorzugt. Dann wäre die starke Sommersterblichkeit in normalen Jahren in Palästina nicht auf die Hitze, sondern in erster Linie auf die trockene Hitze dieser Jahreszeit sowie auf die extrem trocken-heißen Chamsine des Frühjahrs zurückzuführen.

Legen wir für eine Schätzung einmal die Klimaverhältnisse von Mauritius zugrunde: Ein Jahresklima, das zwischen 20 und 26° C schwankt und verhältnismäßig feucht ist. In dreizehn Monaten entwickeln sich dort vier Generationen von *Icerya* und 13 von *Novius*. Das Vermehrungspotential von 100 sich parthenogenetisch fortpflanzenden Weibchen wäre bei 200 Eiern pro Weibchen:

	100
Generation 1	20 000
„ 2	400 000
„ 3	800 000 000
„ 4	160 000 000 000

Für *Novius* setzen wir 300 Eier pro Weibchen sowie gleiches Geschlechtsverhältnis an. Das ergibt bei einem Elternpaar der Ausgangsgeneration (= 2% im Verhältnis zur ursprünglichen *Icerya*-Bevölkerung):

	2
Generation 1	300
„ 2	45 000
„ 3	6 750 000
„ 4	1 012 500 000
„ 5	151 975 000 000

Schon nach 5 Generationen hätte *Novius* das Endergebnis der Jahresentwicklung von *Icerya* eingeholt, die sich zur selben Zeit aber erst in ihrer zweiten Generation befindet. Nun vernichtet aber *Novius* während seiner Entwicklung und seines Lebens nicht einen, sondern viele Wirte. Unter Zugrundelegung der Daten aus den in diesen Temperaturbereich fallenden Monaten in Palästina würde das 126 Eier pro Larvenentwicklung und bei 80 Lebens-Freßtagen des erwachsenen Käferfraßes 13,9 mittlere *Icerya*-Larven pro 20 Tage insgesamt 56 mittlere Larven. Ein *Novius*paar, welches den normalen Alterstod stirbt, vernichtet also mehr als 150 Individuen des Wirtes. Die Rechnung würde also aussehen:

<i>Icerya</i>	<i>Novius</i>
100	2

Generation 1 : 20 000. Generation 1 : 300; vernichtet an *Icerya* 45 000.

Selbst wenn wir annehmen, daß statt eines Teiles der Eier Larven, ferner, daß statt eines Teiles der Larven erwachsene Weibchen verzehrt

Monat	Zahl der Arbeitstage	Zahl der gesammelten <i>Icerya</i>	Zahl der <i>Novius</i> an dieser <i>Icerya</i>	Prozent des <i>Novius</i> -befalls	Mittleres Sammelergebnis eines Arbeitstages <i>Icerya</i>	Zahl der ausgesetzten <i>Novius</i> -käfer		
4.	13,00	672	86	12,8	52	—	} 1930	
5.	65,50	5 059	162	3,2	77	—		
6.	96,50	9 685	324	3,3	101	—		
7.	347,50	69 495	2 591	3,7	200	—		
8.	487,00	96 865	2 628	2,7	199	1 654		
9.	231,50	25 552	602	2,3	110	825		
10.	111,50	9 848	331	3,3	88	589		
11.	9,00	585	6	1,0	65	371		
12.	—	—	—	—	—	180		
Summe	1361,50	217 761	6 730	3,1	160	3 619		
1.	7,00	1 200	21	1,7	171	70		} 1931
2.	38,75	7 587	283 + 43 Eier	3,7	196	90		
3.	581,50	141 369	7174 + 203 Eier	5,0	243	378		
4.	631,00	248 454	33 158	13,3	393	9 978		
5.	283,25	128 143	17 183	13,4	452	39 225		
						53 350		
6.	123,50	29 201	399	1,3	236	18 100		
7.	102,50	29 202	1 390	4,7	285	—		
8.	181,25	38 321	1 819	4,7	211	1 655		
9.	70,00	10 827	787	7,2	155	296		
10.	62,00	5 154	919	17,8	83	420		
11.	36,00	1 946	28	1,4	54	173		
12.	46,25	1 826	7 + 8 Eier	0,6	39	—		
Summe	2163,00	643 230	63 168 + 254 Eier	—	—	123 735		

werden, so kommen doch immer noch weit über 50 *Icerya*-Individuen auf jedes sich voll entwickelnde *Novius*-Paar.

Nach dieser Rechnung müßte, sobald einmal ein Prozentsatz von 1 bis 2% *Novius* im Verhältnis zur *Icerya*-Bevölkerung erreicht ist, *Icerya* im Laufe der nächsten Generation völlig zur Vernichtung gebracht werden.

Wenn wir des ferneren bedenken, daß *Novius* außerordentlich aktiv in der Nahrungssuche wie in der Suche nach geeigneten Eiablageplätzen ist, daß Überbelegung von *Novius*-Eiern in *Icerya*-Eisäcken nur selten stattfindet, daß *Novius*, offenbar durch den Wind, kilometerweit entfernt sich verbreitet, so gestalten sich die Verhältnisse für *Novius* noch günstiger. Eine klimabedingte Sterblichkeit von 37%, wie sie in den entsprechenden Temperaturen in Palästina beobachtet wurde, kann demgegenüber nur ein schwaches Gegengewicht darstellen.

Bevor wir zu weiteren Überlegungen schreiten, betrachten wir das Tatsachenmaterial der palästinensischen Statistik.

Die wichtigste Unterlage bieten uns die nach später zu beschreibenden Gesichtspunkten erfolgten Zählungen aus der etwa 40 Hektar großen Gruppe Atta von Orangengärten bei Chederah (1930, 1931). (S. Tabelle auf S. 533.)

Die folgende Übersicht zeigt recht deutlich die Unterschiede in den verschiedenen Teilen dieses Atta-Komplexes auf:

1930	Bezeichnung der Gärten													
	Monat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N
4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,1	50,8	—	—
5.	—	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1	6,2	—	—
6.	—	3,6	1,3	—	—	—	—	—	2,2	—	4,1	3,6	—	—
7.	5,3	—	6,1	4,6	—	1,3	3,3	—	—	2,9	5,5	3,2	3,4	4,6
8.	3,2	—	—	0,8	2,5	2,2	3,0	—	—	3,1	2,3	2,6	2,0	2,0
9.	8,3	—	—	—	4,4	—	2,6	—	—	1,0	1,2	3,1	1,5	—
10.	8,3	—	—	—	—	—	1,8	—	—	3,1	4,7	6,6	5,1	—
11.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—
12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1931														
1.	—	—	—	—	3,5	—	—	—	—	—	—	0,7	1,6	—
2.	—	9,0	—	—	5,2	—	2,7	0,3	2,6	2,6	2,5	5,0	—	—
3.	5,4	3,0	3,8	3,1	5,8	3,5	4,7	6,0	5,0	4,4	4,5	5,0	—	—
4.	14,0	7,1	7,9	20,5	23,0	8,2	15,1	16,2	7,4	3,9	7,2	4,1	6,4	—
5.	—	21,0	16,2	10,8	—	7,0	23,0	31,8	3,5	6,4	10,0	4,9	16,3	—
6.	—	—	—	6,5	8,0	2,3	—	—	—	1,8	—	—	—	—
7.	—	1,1	—	—	3,5	3,3	7,7	—	—	3,8	3,6	4,6	4,4	—
8.	—	—	6,5	—	5,9	4,5	5,0	2,8	4,6	4,0	4,6	4,2	3,9	—
9.	—	—	—	—	4,7	—	—	—	—	7,1	7,4	10,3	6,9	—
10.	—	0,9	—	—	—	—	15,0	—	—	18,6	10,4	11,9	25,6	14,4
11.	—	—	—	1,1	0,6	—	—	—	—	—	—	—	2,6	—
12.	—	—	—	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—

Setzen wir jetzt das mittlere Sammelergebnis an *Icerya* pro Arbeiter und Tag (als Index der Dichte der *Icerya*-bevölkerung) in Beziehung zur Stärke der *Novius*-infektion, so erhalten wir:

% <i>Novius</i> befall	n	Mittleres Sammelergebnis von <i>Icerya</i>
0—2	5	113
2—4	7	139
4—6	3	247
6—8	1	(155)
8—10	—	—
10—15	3	312
15—20	1	(83)

Leider liegen viel zu wenig Beobachtungen bei höheren Befallsprozenten vor. Ist, wie wahrscheinlich, der starke Abfall bei 17,8% bedeutungsvoll, so heißt das, daß es in dem Dichteverhältnis der *Icerya*-

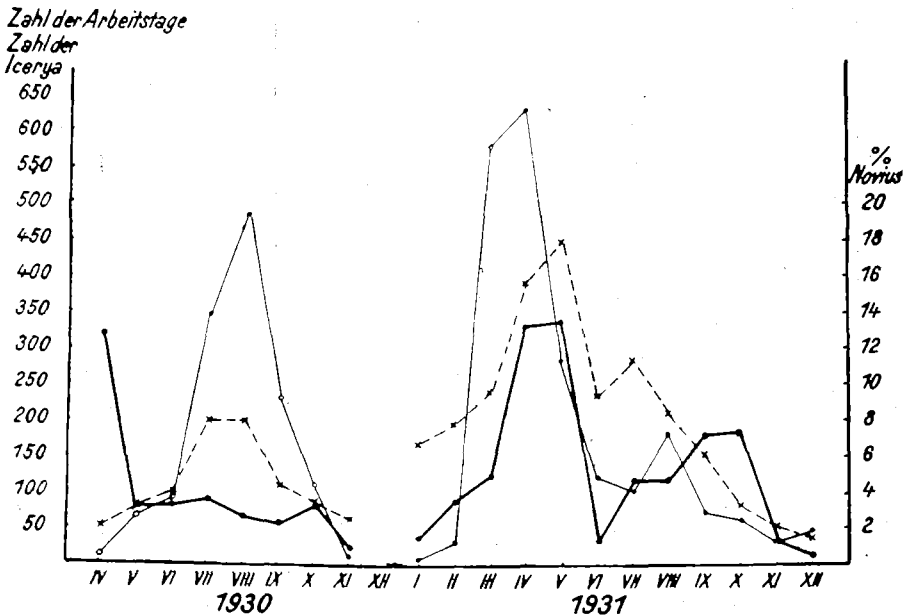


Abb. 8. *Icerya*- und *Novius*-Bevölkerung in den Orangegärten von Atia x—x, Zahl der gesammelten *Icerya* (Mittleres Ergebnis eines Arbeitstages im betreffenden Monat; o—o Zahl der Arbeitstage insgesamt im betreffenden Monat (Zahl der Arbeiter pro Tag addiert × Sammelstage addiert); ●—● % *Novius*-Befall.

zur *Novius*-bevölkerung ein Optimum für *Novius* gibt, welches zwischen 10 und 15% *Novius*-befall liegen würde. Jeder weitere Anstieg muß die *Icerya*-bevölkerung derart geschwind ausdichten, daß die Nahrungssuche, die Eiablage usw. ungeheuer erschwert wird. In der vorigen wie in der

folgenden Tabelle sei darauf hingewiesen, daß auf die höchsten *Novius*-prozentsätze ein plötzlicher und steiler Abfall zu ganz niederen folgt.

Abb. 6 zeigt nochmals die Beziehungen zwischen gesammelter *Icerya* (als Index der *Icerya*-bevölkerung), Zahl der Arbeitstage in dem betreffenden Monat (als Index der Sammelintensität) und des prozentualen *Novius*-befalles. *Novius*- und *Icerya*-befall steigen gleichzeitig und fallen gleichzeitig. Der gänzlich abnorme Verlauf im Herbst 1931 ist als Folge der durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen anzusehen.

Eine weitere Illustration dieser Verhältnisse erhalten wir, wenn wir den empirischen durchschnittlichen *Novius*-prozentsatz in Beziehung zu dem (mit 1000 multiplizierten) Ergebnissen der monatlichen durchgeführten 100 Blattzählungen in Beziehung setzen.

Monat	1930			1931		
	<i>Icerya</i> × 1000	<i>Novius</i> %	<i>Novius</i> absolut	<i>Icerya</i> × 1000	<i>Novius</i> %	<i>Novius</i> absolut
1.	2 000	1,7	34	—	—	—
2.	10 000	3,7	370	—	—	—
3.	4 000	5,0	200	—	—	—
4.	87 000	13,3	11 571	5 000	12,8	640
5.	63 000	13,4	8 442	17 000	3,2	544
6.	2 000	1,3	26	7 000	3,3	231
7.	4 000	4,7	188	37 000	3,7	1 369
8.	9 000	4,7	423	18 000	2,7	162
9.	9 000	4,2	648	6 000	2,3	115
10.	8 000	17,8	14 24	5 000	3,1	124
11.	2 000	1,4	28	4 000	1,0	30
12.	2 000	0,6	12	3 000	—	—

Auch diese Zahlen bestätigen den durchaus gleichsinnigen Anstieg und Abfall der beiderseitigen Bevölkerungskurve mit Ausnahme der Verhältnisse im Herbst 1931.

Es ergibt sich also ganz eindeutig, daß alle theoretischen Berechnungen nicht stimmen. Abgesehen von übersehenen Sterblichkeitsfaktoren hebt sich ganz eindeutig die Bevölkerungsdichte als bestimmender Faktor hervor. Bei Überschreitung einer ungefähr zwischen 10 und 15% *Novius*-befall liegenden Grenze erfolgt ein starker Abfall, keine Steigerung des *Novius*-befalles mehr. Wo diese Grenze liegt, das mag stark von der absoluten Bevölkerungsdichte der *Icerya* abhängig und daher nicht absolut zu ermitteln sein.

Die Tabelle über die Beziehungen zwischen *Icerya*-dichte und *Novius*-befall zeigt jedenfalls zur Genüge, daß bei geringer *Icerya*-dichte auch nur geringer *Novius*-befall herrscht (Abb. 7).

Das war ein Beispiel auf großer Fläche. Ein solches ganz anderer Art liefert uns der Fall einer isolierten Infektion in Jerusalem. Im Garten

der Universität war *Icerya* unbekannt. Im Mai 1930 wurde ein auf zwei Seiten von Gebäuden eingefasster Zitronenbaum mit etwa 20 Eisäcken von *Icerya* infiziert und im Juli war der Baum weiß verkrustet von den Eisäcken der nächsten Generation. 10 *Novius*käfer, also vermutlich 5 Pärchen, wurden Anfang August auf den Baum gesetzt, der einen Monat später ohne jedes Zeichen einer lebenden *Icerya* war. Im Oktober-November fanden sich vereinzelte Eisäcke, welche aus einzelnen, von *Novius* verschonten Larven sich entwickelt hatten. Im folgenden Jahre kam es zu einer erneuten Massenvermehrung, welche durch — vielleicht von uns unabsichtlich eingeführte, vielleicht vom Vorjahr überlebende — *Novius* wieder reduziert wurden. Diesmal war die Ausrottung gründlicher, da im Winter 1931/32 kein Ovisack mehr gefunden wurde. Der Versuch war nicht völlig isoliert. Wir können aber leicht ermessen, was bei völliger Isolation eingetreten wäre. Im ersten Falle wären etwa 5—10 Junglarven oder Eier der völligen Vernichtung entgangen, hätten eine neue Massenvermehrung aufgebaut, welche ohne den inzwischen an Nahrungsmangel eingegangenen *Novius* sich selbst überlassen geblieben wäre. Im zweiten Falle wären beide Arten ausgestorben.

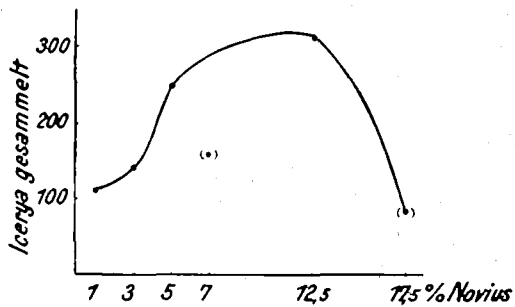


Abb. 7. Beziehung zwischen Dichte der *Icerya*-Bevölkerung (dargestellt als mittleres Sammelergebnis eines Arbeitstages) und dem Prozentsatz von *Novius*-Befall.

In der Liste der Einzelgärten des Atta-Komplexes hatten wir bereits gesehen, daß die *Novius*intensität in den verschiedenen Gärten nach Zeit und Raum wechselt. Dieser Wechsel ist von entscheidender Bedeutung für den Massenwechsel. Während in einem alten *Icerya*zentrum die Bevölkerung auf ein Minimum reduziert wird, entstehen neue, anfangs noch wenig befallene Zentren, welche die Orte künftiger Massenentwicklung von *Novius* bilden und welche die das alte Zentrum verlassenden, suchenden *Novius*käfer anlocken. Dieses Wechselspiel stets neuer, alternierender Zentren für *Icerya* und *Novius* ist typisch für jeden stärkeren *Icerya*-befall. Im Gegensatz zu vielen anderen Schädlingen bilden sich hier keine permanenten Dauerbefallsherde aus.

Maximaler Monatsbefall an *Icerya* (100 Blattzählungen in Atta).

<i>Icerya</i> -Maximum	Pardess			
	A	J	K ₁	K ₂
1928	12	2	34	—
1929	14	9	70	32
1930	14	3	12	10
1931	59	5	9	20

Zum Schlusse seien einige Klimogramme des normalen Verbreitungsgebietes beider Arten dargestellt (Abb. 8). Einerseits finden wir Orte des mediterranen Klimatypes (Antibes, Sarona, Los Angeles, Adelaide), andererseits der mäßig feuchten Tropen (Honolulu, Mauritius). Japan (Schizuoka) hat wenigstens im Sommer ähnlichen Klimacharakter und die Wintertemperaturen sinken tief genug herunter, um die normale Aktivität beider Arten stillzulegen. In Paris finden wir einen nördlichen Grenzort, welcher dauernde Einbürgerung wegen der Winterkälte nicht mehr gestattet, dargestellt. Im streng eremischen Gebiet finden wir *Icerya* nicht mehr. So hat sie bereits in Ägypten keinerlei ökonomische Bedeutung mehr.

Icerya ist eine recht euryöke Art, welche in manchen Klimatypen sich gut zu entwickeln vermag. Ihre, von S. Huges-Schrader erst kürzlich aufgeklärte hermaphroditische Fortpflanzung, ihre trotz der hier durchgeführten Reduktionen noch immer beträchtliche Eizahl verleihen ihr ein großes Vermehrungspotential.

Novius mit seinem viel höher gelegenen Entwicklungsnullpunkt ruht in den Gegenden von kühlerem Mediterrantyp (nicht in Palästina), während für *Icerya* das nie zutrifft. *Icerya* hat also hier mehrere Monate, während welcher sie sich ungestört von *Novius* zu entwickeln vermag. Balachowsky schätzt für Antibes diese Periode auf vier Monate. Dazu kommen drei Wintermonate, in welchen er die Entwicklungsverlangsamung von *I. purchasi* irrigerweise für einen Entwicklungsstillstand ansieht.

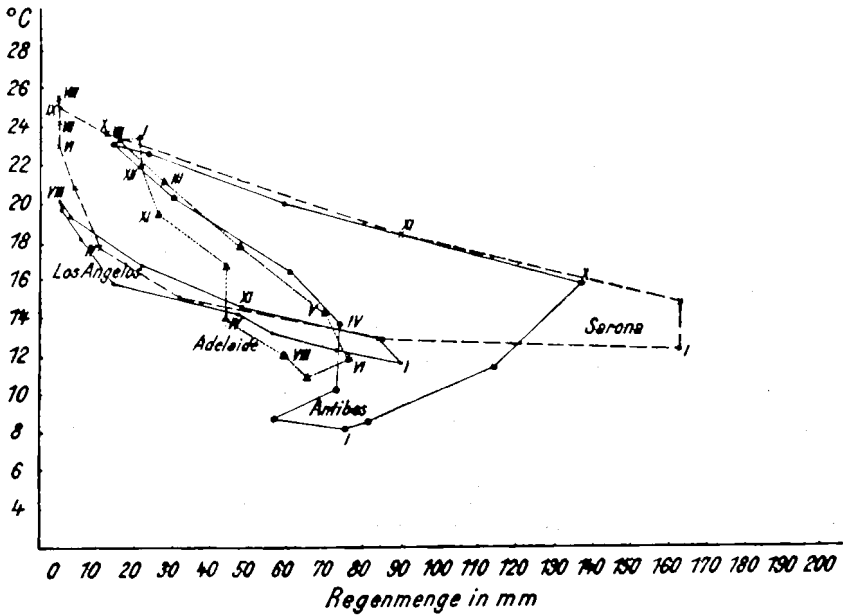
Novius leidet wohl unter Winterkälte wie unter trockener Sommerhitze entschieden mehr als *Icerya*. Er ist weit stenöker. Beide Arten scheinen zwischen 18 und 23° C ihre vitalen Optima während der empfindlichsten Entwicklungsstadien zu haben. Die entsprechende relative Luftfeuchtigkeit liegt wohl über 70%.

Für den mediterranen Klimatyp ist die Möglichkeit zur Massenentfaltung für *Novius cardinalis* durch zahlreiche Erfahrungen nachgewiesen. Für die mäßig feuchten Tropen bestätigen die Erfahrungen auf Hawaii das gleiche.

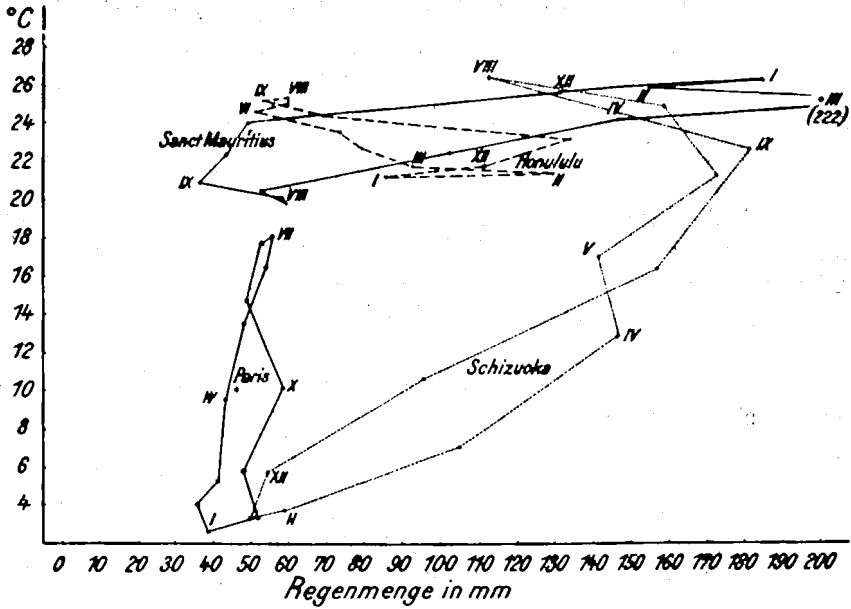
Balachowsky meint: „Les exigences biologiques d'*Icerya purchasi* et de *Novius cardinalis* étaient les mêmes, le prédateur d'étant toujours acclimaté dans les localités où *Icerya purchasi* a pu lui même se maintenir.

Die letztere Feststellung ist richtig, die Folgerung keineswegs. *Novius* hat sich bisher überall da einzubürgern vermocht, wo *Icerya* zur Massenvermehrung gelangen konnte. Das beruht aber nicht etwa darauf, daß beide ökologisch gleichartig beschaffen seien und gleichartige Anforderungen stellen. Die bisher ermittelten ökologischen Konstanten gestatten bereits einen großen Unterschied zwischen den beiden Arten festzustellen. Aber in jedem Klima, welches

1. keine solchen Extreme aufweist, daß die *Novius*bevölkerung 1 bis 2mal im Jahre fast bis zum Nullpunkte vernichtet wird,
2. während einer längeren Monatsfolge nicht allzusehr von der eben geschilderten Optimallage abweicht,



A



B

Abb. 8. Klimogramme aus dem Verbreitungsgebiet von *Icerya* und *Novius*. A. Mediterrane Klimatypen (Antibes, Sarona, Adelaide, Los Angeles). — B. Tropische Klimatypen (Honolulu, Mauritius, Schizuoka [partim]) und boreales Grenzklima (Paris). Die römischen Zahlen bedeuten Monate.

überall dort holt *Novius* mit seinem bereits geschilderten explosionsartigen Vermehrungs- und Vernichtungsvermögen unter solchen Bedingungen die *Icerya* stets rasch ein. In dieser Eigenschaft ist unter den genannten Klimabedingungen die Erklärung für das stets erneute Massenauftreten von *Novius* zu suchen. Im tropischen Klimatyp bestimmt in erster Linie die Dichte der *Icerya*-Bevölkerung den Massenwechsel des *Novius*, vielleicht daß in feuchten Gegenden die Regenperiode noch ungünstig auf ihn einwirkt.

Das Verhältnis *Icerya/Novius* stellt das wirksamste bisher bekannte Beispiel einer biologischen Bekämpfung dar.

Die hier vorliegende Analyse zeigt, wie weit wir einerseits noch von einem wirklichen Verständnis dieser Wechselwirkung entfernt sind und wie wenig rein theoretische Berechnungen den wirklichen Vorgängen der Natur Rechnung tragen. Generationenzahl, Klimasterblichkeit und Fraßvernichtungszahl bei gegebenen Temperaturen vermögen zusammen die Dynamik der *Icerya/Novius*-Fluktuationen nicht zu erklären. Die Bevölkerungsdichte ist sicher ein weiterer Faktor von grundlegender Bedeutung, zu deren vollem Verständnis wir noch weiterer zahlreicher Arbeiten bedürfen. Auf diesem Felde liegen jedenfalls die aussichtsreichsten Phasen künftiger Forschung der *Icerya*-epidemiologie.

IV. Schaden und Bekämpfung von *Icerya purchasi*.

In dem 40 Hektar umfassenden Komplex tragender Orangengärten in Atta bei Chedera trat seit dem Jahre 1926 in starkem Maße Rußtau an der Frucht auf. Da in Palästina die Frucht durch kein Waschverfahren — wie in Kalifornien — vor der Verpackung gesäubert wird und schwarz befleckte Frucht einen erheblich schlechteren Preis erzielt und im steigenden Maße durch die Fruchtinspektion von der Ausfuhr gänzlich ausgeschlossen wird, so war der entstandene Schaden ein ganz beträchtlicher. Im Herbst 1927 war der Schaden so groß, daß der Verlust dieses Jahres auf gegen 5000 L. P. geschätzt wurde. Ein solches Massenauftreten von Rußtau war für das Land neu und die ältesten und erfahrensten Bauern konnten sich an etwas ähnliches nicht erinnern. Man beschloß damals, die Frucht erst nach den starken Winterregen zu pflücken, in der Hoffnung, daß dieselben den Rußtau abwaschen werden. Dieselben spülten zwar einen Teil der schwarzen Flecken herunter, beschmutzten aber gleichzeitig den bisher leidlich rein gebliebenen Teil der Früchte. Im Januar 1928 wandte sich die Leitung an den Verfasser, der den Schadherd besuchte. Aus dem damaligen Bericht vom 2. Februar 1928 sei folgender Passus wiedergegeben:

„In einigen Pardessim der Atta sind die Orangenbäume (Blätter und Früchte) äußerst stark von Rußtau bedeckt. Nach eingehender Besichtigung wurde festgestellt, daß derselbe auf den überaus zahlreich vorhandenen *Ceroplastes floridensis* zurückzuführen ist. An den Blättern

und grünen Ästen sitzen zahlreich große Larven und wenige junge Weibchen. Zurzeit nur wenig Honigtauabsonderung, die wohl vorhanden, flächenartig ganze Blätter bedeckt oder auf die Früchte heruntertropft. Die Hauptentwicklung des Rußtaus soll im Oktober begonnen haben. Seit dem Dezember hat keine weitere Verbreitung mehr stattgefunden. Beobachtungen darüber, ob eine neue, starke Sekretion im Frühjahr einsetzt, sind wichtig. Der *Ceroplastes* war von den Arbeitern für *Icerya purchasi* gehalten worden.“

„*Icerya purchasi* fand sich überall vereinzelt. Es handelte sich stets um junge Weibchen mit entwickeltem Ovisack, die aus klimatischen Gründen vertrocknet waren und sich hart und borkig anfühlten. Der Ovisack war stets von außen unverletzt und enthielt nur in ganz seltenen Fällen eine geringe Anzahl Eier, die meisten Eisäcke waren völlig leer. Eine starke Entwicklung von lebenden *Icerya*, meist junge Weibchen bei Beginn der Ovisackbildung, fand sich am Stamm und den großen Ästen einiger Zitronenbäume, neben massenhaft vorhandenen verpuppungsreifen Larven von *Novius cardinalis*. *Novius* war überhaupt überall in den Pardessim massenhaft vertreten, an den übrigen Stellen des Pardeß zumeist in Puppen oder frisch geschlüpften Imagines.“

Die geringe Zahl der vorhandenen *Icerya* schien in gar keinem Verhältnis zum Ausmaß des Rußtaubefalles zu stehen, während *Ceroplastes floridensis* in ungeheueren Mengen (oft 20 und mehr Larven und Adulte auf einem Blatt!) auftrat, so daß er zur Zeit dieses Besuches als der wahrscheinlichste Erreger desselben erschien. Nur als zweite Möglichkeit wurde damals *Icerya purchasi* ins Auge gefaßt. Da die Biologie beider Arten noch dringend der Aufklärung bedürftig war, so wurde seit Mai 1928 eine Feldstation im Schadherd selbst begründet, an der zuerst Herr Dr. Guttfeld, seit Beginn 1929 Herr Tennenbaum arbeitete.

Gegen *Ceroplastes* wurden sofort Spritzversuche mit Schwefelkalkbrühe eingeleitet, welche besonders gegen die jungen Larven gute Resultate ergaben, jedoch einen neuen starken Rußtau im Jahre 1928 nicht verhinderten. Die Einzelzuchten dieser Art erwiesen alsbald zur Genüge, daß dieselbe überhaupt keinen Honigtau in irgendwie beträchtlichem Ausmaße produziert und daß sie daher als Erreger des Rußtaus gar nicht in Frage kam. Nach dieser Klarstellung konnte die gesamte Arbeit auf die Klärung der Biologie und Bekämpfung von *Icerya* konzentriert werden.

Es ist nicht beabsichtigt, alle Irrungen und Versuche der Untersuchung hier zu schildern; es sei nur erwähnt, daß manche Versuche zur technischen Bekämpfung und zum Waschen der Frucht mit Antiseptika unternommen wurden. Von vornherein spielten die Pläne bezüglich einer biologischen Bekämpfung durch *Novius* die erste Rolle. Zunächst wurde versucht, *Icerya* in künstlichen Massenkulturen, ähnlich den von Smith und Armitage eingeführten künstlichen Massenzucht von *Pseudococcus* an vergeilten Kartoffeltrieben, heranzuziehen. Mannigfache Versuche an

Kartoffeln und anderen Pflanzen mißlingen. Es wurde daher eine größere Pflanzung von *Spartium junceum* angelegt, um diesem Zwecke zu dienen. Sie wuchs jedoch viel zu langsam heran, um in dem Kampf gegen die *Icerya* noch von Bedeutung sein zu können. Im Winter 1929 wurde der Schaden wiederum auf 3000 Pfund geschätzt und die Verwaltung und Leitung der Gärten verlangten, daß neben den Untersuchungen auch praktisch etwas geschehe. Der damalige Stand der Frage gestattete nicht, einen sicheren Weg anzugeben. Da aber einige Vorversuche mit Massenaussetzen von *Novius* ermunternde Resultate ergeben hatten, wurde vorgeschlagen, die Eiersäcke von *Icerya* in großen Mengen sammeln zu lassen, dieselben im Feldlaboratorium aufzubewahren, die aus ihnen schlüpfenden *Novius*käfer täglich zu sammeln und planmäßig an die derzeitigen Vermehrungszentren von *Icerya* auszusetzen.

Die sehr guten Ergebnisse führten bald dazu, daß das Sammeln von *Icerya* und Aussetzen von *Novius* in dem Distrikt bald allgemein im folgenden Jahre auch in einigen Orangengärten in Chederah durchgeführt wurde. Wie die zuvor bereits angeführten Tabellen zeigen, war das Ausmaß der Sammlungen teilweise beträchtlich. So wurde ein großer Teil der Eiersäcke vernichtet, bevor die Larven schlüpften. Die in ihnen befindlichen *Novius*käfer wurden aber aufgezogen und ausgesetzt. Da diese Arbeit sich natürlich stets an den Stellen konzentrierte, an denen stärkere *Icerya*-Entwicklung stattfand, war die Wirkung viel beträchtlicher, als dies bei gleichmäßig verteilterm Sammeln und Aussetzen zu erwarten gewesen wäre. Bereits im Winter 1930 war die Frucht in allen Teilen von Atta auffallend rein von Rußtau. In der Umgebung besuchte arabische Orangengärten waren zur selben Zeit vom Rußtau beinahe schwarz gefärbt.

Das verhinderte nicht, daß nach dem auffallend milden Winter im Frühjahr 1931 eine *Icerya*-Entwicklung einsetzte (cf. Abb. 6), wie sie in den Beobachtungsjahren uns noch nie vor die Augen gekommen war. Mit aller Energie wurde schon frühzeitig mit Sammeln und Aussetzen begonnen und diese Arbeit mit einem vollen Erfolge gekrönt. Im Herbst war die *Icerya* recht selten und die Frucht sauberer denn je. Die gesamte, in diesem Jahre sehr intensiv betriebene Arbeit hatte $\frac{1}{2}$ £ pro Dunam gekostet, während eine einzige Spritzung mit Ölen (gegen *Chrysomphalus aurantii*) gegen 1 £, eine Vergasung mit Blausäure 3 bis 4 £ pro Dunam kostet. Die Bekämpfung war also ökonomisch und erfolgreich. Sie hat den Vorteil, daß nur Arbeitsausgaben entstehen und daß deren Ausmaß in jedem Jahre nach dem Schadmaß eingerichtet werden kann. So werden überflüssige Ausgaben vermieden. Nachdem bei der außergewöhnlichen Gefahr des Jahres 1931 ein solcher Erfolg erreicht wurde, kann die Methode der Praxis übergeben werden. Sie hat ferner den großen Vorteil, daß eine künstliche Massenzucht von *Icerya* als Voraussetzung einer solchen von *Novius* — ein Problem, welches wir nicht zu lösen vermochten — nicht erforderlich ist.

Es wären noch einige Worte über die jahreszeitliche Verteilung des Sammelns zu sagen. Im allgemeinen soll dasselbe bei jeder Aufwärtsbewegung der *Icerya* verstärkt einsetzen. Besonders wichtig erscheinen die Monate Juli/August, in welchen bei stärkerer *Icerya*-Entwicklung die schwächere *Novius*wirkung durch intensives Sammeln ersetzt werden soll.

Bezüglich zahlreicher weiterer Angaben betreffs *Icerya purchasi* in Palästina sei der Kürze halber auf eine frühere Arbeit des Verfassers verwiesen (1930 S. 141—147).

Literatur.

1. Bodenheimer, F. S. und Guttfeld, M., Über die Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus citri* Risso in Palästina. Eine epidemiologische Studie. Zeitschr. angew. Entom. S. 67—136, 1929.
 2. Kuwana, J., Studies on Japanese Monophlebinae II: The Genus *Icerya*. Dept. Agric. and Commerce, Imper. Plant Quart. Sta., Yokohama, Bull. 2, 43 S., 1922.
 3. Balachowsky, A., et Molinari, L., L'extension de la Cochenille Australienne (*Icerya purchasi* Mark.) en France et de son Prédateur *Novius cardinalis* Muls. Ann. des Epiphyties 16, p. 1—24, 1930.
 4. Poutiers, R., Sur le comportement du *Novius cardinalis* vis-à-vis de certaines alcaloïdes. C. R. Soc. Biol. 103, p. 1023—1025, 1930.
 5. Borg, P., Entomological Notes. Malta Dept. Agric. Typescript, 9 S., 1930.
 6. Bodenheimer, F. S., Die Schädlingfauna Palästinas. Berlin 1930, 438 S.
-