

Untersuchungen über den Einfluß der Zehrwespe *Aphelinus mali* Hald. auf den Massenwechsel der Blutlaus unter Berücksichtigung der biologischen Bekämpfung der Blutlaus.

Von H. Ehrenhardt,
Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt.

(Mit 3 Textfiguren.)

A. Einleitung.

B. Hauptteil.

I. Zur Einbürgerung von *Aphelinus mali* Hald. im Niederelbegebiet.

- a) Ursprung und Aussetzung der *Aphelinus*-zuchten.
- b) Vermehrung und Verbreitung an den Aussetzungsorten.
- c) Die Ausbreitung im Alten Lande.
- d) Die Ausbreitung außerhalb des Alten Landes.
- e) Schlußbetrachtung.

II. Der Massenwechsel der Blutlaus.

- a) Versuchsanordnung.
- b) Individuenanzahl und -verteilung.
- c) Die Ausbreitung der Blutlaus im Befallsraum.

III. Der Massenwechsel von *Aphelinus mali* Hald.

- a) Versuchsanordnung.
- b) Bestimmung der Parasitenzahl durch Auszählung und Präparation.
- c) Bestimmung der Parasitenzahl durch die Aufzucht der Wespen.

IV. Schlußbetrachtung.

- a) Der Einfluß der Zehrwespe auf den Massenwechsel der Blutlaus in biologischer und wirtschaftlicher Hinsicht.
- b) Zur Frage der Einbürgerung und Ausbreitung der Zehrwespe.

C. Zusammenfassung.

Schrifttum.

A. Einleitung.

Seitdem Howard und Marchal (vgl. Howard 1929) im Jahre 1920 die ersten Versuche zur Verwendung von *Aphelinus mali* Hald. für die biologische Bekämpfung der Blutlaus durchgeführt haben, ist dieser Parasit häufig Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Fast ausnahmslos standen seitdem zwei Hauptprobleme im Vordergrund des Interesses: Die Frage der Einbürgerungsmöglichkeit dieses Nützlings in den Ländern, in denen die Blutlaus eingeschleppt worden ist, und die Frage nach der Biologie der Wespe. Es ist hier nicht der Ort, auf all die Arbeiten einzugehen, die sich mit diesen beiden Problemen befaßt haben. Zudem haben Marchal (1929) und Sprengel (1981)

zusammenfassende Darstellungen über den Stand der Ausbreitung und über die Erfolgsaussichten der Wespe geliefert, während durch die umfassenden Studien Lundies (1924) die Kenntnis der Biologie dieses Insektes weitgehend gefördert worden ist, so daß auf diese Autoren verwiesen werden kann. Im übrigen wird auf die Fachliteratur an den entsprechenden Stellen eingegangen werden.

Bei kritischer Durchsicht des Schrifttums findet man die Erfolgsaussichten des Nützlings bald mehr, bald weniger günstig beurteilt. Das ist verständlich, wenn man die verschiedenen geographischen und klimatischen Lagen, in denen man die Zehrwespe ausgesetzt hat, berücksichtigt. Selbst schon in einem einzigen Lande können die auf den Nützlichling einwirkenden Umweltfaktoren so verschieden sein, daß nicht nur die Einbürgerung und Verbreitung, sondern mehr noch der Einfluß des Parasiten auf die Blutlaus je nach Lage und Art der Gebiete grundsätzlich verschieden beurteilt werden müssen, wie es neuerdings Sachtleben & Thiem (1937) gezeigt haben. Was jedoch auffällt, ist die Tatsache, daß man bisher nicht den Versuch gemacht hat, den Massenwechsel des Nützlings zu dem seines Wirtes, der Blutlaus, in Beziehung zu setzen. Auf die Notwendigkeit derartiger Versuche hat auch Jancke¹⁾ anlässlich einer Tagung im Februar 1938, also zur gleichen Zeit, als unsere Versuche bereits liefen, hingewiesen. Wie bedeutungsvoll z. B. gerade das gegenseitige Zahlenverhältnis von Wespen und Blutläusen im Verlauf einzelner Zeitabschnitte des Jahres ist, geht schon daraus hervor, daß sowohl der Parasit als auch sein Wirt mehrere Generationen in einem Jahr hervorbringen und daß, wie in der Literatur verschiedentlich erwähnt worden ist, gerade der Massenwechsel der Blutlaus erhebliche Schwankungen im Verlauf eines Jahres aufweisen kann.

Im folgenden sollen die Ergebnisse der Massenwechseluntersuchungen an Blutlaus und *Aphelinus*²⁾, die ich im Verlaufe der Jahre 1937—1939 im niederelbischen Obstbauggebiet durchgeführt habe, wiedergegeben werden³⁾. Da über die Einbürgerung von *Aphelinus mali* Hald. im niederelbischen Obstbauggebiet eingehendere Angaben nicht vorliegen, sollen zunächst die Ergebnisse der Einbürgerung der Wespe besprochen werden.

B. Hauptteil.

I. Zur Einbürgerung von *Aphelinus mali* Hald. im Niederelbegebiet.⁴⁾

a) Ursprung und Aussetzung der *Aphelinus*-Zuchten.
Zum ersten Mal ist die Blutlauszehrwespe Ende Oktober 1924 in das

¹⁾ Nach mündlicher Mitteilung. Professor Jancke bin ich für mancherlei Anregungen zu Dank verpflichtet.

²⁾ Diese Arbeiten wurden, wie die bereits von mir veröffentlichten, durch Beihillen der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht, wofür ich auch an dieser Stelle wieder meinen Dank zum Ausdruck bringe.

³⁾ Anm. bei der Korrektur: Als die vorliegende Arbeit, die Anfang Mai 1939 zum Druck eingereicht wurde, bereits in Druck gegeben worden war, erschien eine Arbeit von O. Jancke: „Blutlaus (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) und Blutlauszehrwespe (*Aphelinus mali* Hald.)“ (Gartenbauwiss., 13, 639—645, 1939), die sich mit ähnlichen Problemen befaßt. Infolge Einberufung zur Wehrmacht ist es mir leider nicht möglich, im Augenblick näher darauf einzugehen.

⁴⁾ Die Angaben über die durch die Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in den Jahren 1934—1937 durchgeführten Einbürgerungsversuche verdanke ich Herrn Oberregierungsrat Dr. W. Speyer.

Niederelbegebiet eingeführt worden. Da jedoch die Zuchten zu einer ganz unpassenden Zeit und in einer für die Einbürgerung völlig ungeeigneten Anlage ausgesetzt wurden, ist dieser Einbürgerungsversuch gänzlich fehlgeschlagen. Als dann die Blutlaus im niederelbischen Obstbaugebiet seit dem Jahre 1930 in immer stärkerem Maße auftrat, unternahm die Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt im Jahre 1934 den Versuch, die Wespe auch in diesem wichtigen Apfelanbaugebiet einzubürgern (Speyer 1935 u. 1936). Unabhängig davon sind zur gleichen Zeit auch vom Obstbauversuchsring in Jork Einbürgerungsversuche durchgeführt worden.

Die von der Reichsanstalt ausgesetzten Zehrwespen hat Oberregierungsrat Speyer von drei verschiedenen Stellen bezogen: am 29. 5. 1934 von Professor Catoni aus Trento, am 25. 6. 1934 von Dr. Jancke aus Naumburg, am 13. 8. 1934 von einem Obstzüchter aus Postal (Merano) im Auftrage von Professor Catoni. Die von dem Obstbauversuchsring eingeführten Wespen sind aus Bozen bezogen worden.¹⁾ Insgesamt ist also Infektionsmaterial aus vier verschiedenen Stammzuchten zur Aussetzung gelangt, die aber sämtlich auf italienisches Material zurückgehen, da auch Dr. Jancke sein Material aus Verona von Professor Malenotti bezogen hatte.¹⁾

Das von der Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt eingeführte *Aphelinus*-Material wurde z. T. noch im gleichen Jahre in 3 Apfelanlagen des Alten Landes ausgesetzt, z. T. an der Anstalt selbst weitergezogen. Um bis zum endgültigen Abschluß der Einbürgerungsversuche ständig über ausreichendes Infektionsmaterial verfügen zu können, wurde ein besonderer Zuchtkäfig (*Aphelinus*-Zwinger) 1935 errichtet, der sich für die Massenaufzucht von *Aphelinus*-Material sehr gut bewährt hat und erst im Jahre 1938 wieder für andere Zwecke benutzt wurde, nachdem sich eine Weiterzucht von *Aphelinus* erübrigte. Der Zwinger besteht aus einem 3 m breiten, 10 m langen und im First 2 m hohen hausähnlichen Holzgestell, das mit Nessel überspannt ist. Hier konnten zahlreiche Apfelzwergebäume bequem eingepflanzt und an den daran befindlichen Blutlauskolonien hinreichende Mengen von *Aphelinus* gezogen werden.

In Tabelle 1 sind die von der Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt im Niederelbegebiet durchgeführten Aussetzungen eingetragen, die bis zum Jahre 1936 einschließlich von Oberregierungsrat Dr. Speyer durchgeführt wurden. In Tabelle 2 stehen die von dem Obstbauversuchsring in Jork durchgeführten Aussetzungen der Zehrwespe. Bei den in Tabelle 1 genannten Aussetzungsorten 2, 4 und 7 handelt es sich um

¹⁾ Nach brieflicher Mitteilung.

die gleiche Apfelanlage, dasselbe gilt auch für die Aussetzungsorte 5 und 6 sowie 11 und 14. In Tabelle 2 sind 3 und 4 dieselben Apfelanlagen.

Tabelle 1. Von der Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt durchgeführte Aussetzungen der Zehrwespe *Aphelinus mali*.
(Nr. 1—14 nach Aufzeichnungen von Oberregierungsrat Dr. Speyer)

Lfd. Nr.	Datum der Aussetzung	Aussetzungsort	Entfernung von Stade in km (Luftlinie)	Bezeichnung der Landschaft
1	29. 5. 34	Biol. Reichsanst. Stade	0	Peripherie des Alten Landes
2	30. 5.	Mittelnkirchen	12,5	Altes Land
3	30. 5.	Brunshausen	3,5	Peripherie des Alten Landes
4	25. 6.	Mittelnkirchen	12,5	Altes Land
5	13. 8.	Wöhrden	2,5	" "
6	26. 7. 35	"	2,5	" "
7	26. 7.	Mittelnkirchen	12,5	" "
8	26. 7.	Götzdorf	5	Kehdingen (Peripherie des Alten Landes)
9	9. 8.	Esch b. Freiburg	30	" "
10	4. 9.	Steinkirchen	10	Altes Land
11	22. 6. 36	Götzdorf-Driiftblock	3	Kehdingen (Peripherie des Alten Landes)
12	26. 6.	Steinkirchen	10	Altes Land
13	26. 6.	Grünendeich	9,5	" "
14	20. 7.	Götzdorf-Driiftblock	3	Kehdingen (Peripherie des Alten Landes)
15 ¹⁾	7. 8. 37	Auestade	40	Land Hadeln

Tabelle 2. Von dem Obstbauversuchsring in Jork durchgeführte Aussetzungen der Zehrwespe *Aphelinus mali*.
(Briefliche Mitteilung von Dr. Loewel)

Lfd. Nr.	Datum der Aussetzung	Aussetzungsort	Entfernung von Stade in km (Luftlinie)	Bezeichnung der Landschaft
1	5. 10. 34	Jork	16	Altes Land
2	5. 10.	Höhen	11	" "
3	25. 6. 35	Hollern	5	" "
4	11. 7.	"	5	" "
5	11. 7.	Borstel	17,5	" "
6	11. 7.	Oster-Jork	17,5	" "
7	11. 7.	"	17,5	" "
8	11. 7.	"	17,5	" "

Für das Verständnis der weiteren Ausführungen über die Aussetzung, vor allem über die Art der Verbreitung der Wespe ist eine Darstellung der Verhältnisse des niederelbischen Apfelanbaugebietes bedeutungsvoll (vgl. auch Rothe 1930, Speyer 1930, Wartenberg 1930). Das Kerngebiet des Obstbaues an der Niederelbe ist das sogenannte „Alte Land“

¹⁾ Hier war die Zehrwespe unmittelbar vor der Aussetzung in geringer Zahl vorhanden.

(Für die folgenden Ausführungen vgl. Fig. 1). In einer Länge von rund 40 km zieht es sich in wechselnder Breite auf der linken Seite des Elbtrichters in der sog. Elbmarsch, etwa von Harburg bis Stade hin und bildet mit seinen fast durchgehend zusammenhängenden Obstanlagen nahezu einen „Obstwald“. An der Nordost-Seite wird dieses Obstbauggebiet, in dem der Apfelanbau vorherrscht, von der Elbe, an der landeinwärts gelegenen Südwest-Seite von einem Moorstreifen begrenzt, der gleichfalls in der Nähe von Harburg beginnt und sich bis Stade in wechselnder Breite hinzieht; es ist ein Niedermoor, das entstehungsgeschichtlich mit der Bildung der Marsch zusammenhängt und ein ausgesprochenes Grasanbaugebiet darstellt. Hieran schließt sich weiter nach Südwesten die sog. Geest an, auf der vornehmlich Ackerbau betrieben wird.

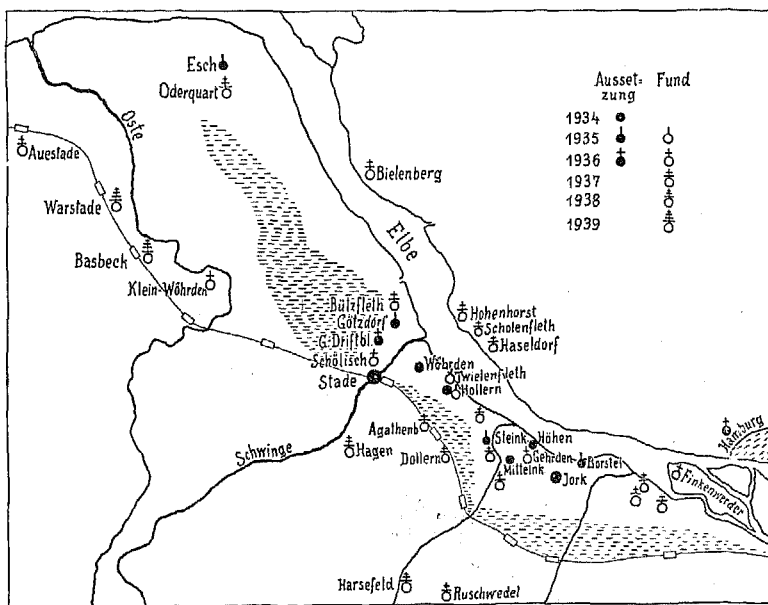


Fig. 1. Zur Einbürgerung der Zehrwespe im Niederelbegebiet.

Stade liegt auf der Grenze zwischen dem Alten Lande und der Landschaft „Kehdingen“. Obwohl diese Landschaft gleichfalls in der Elbmarsch liegt, ist für sie Weidewirtschaft und Ackerbau charakteristisch. Zwar findet man auch hier Apfelanlagen, die eine Größe bis zu 10 ha und mehr haben können; bedeutungsvoll ist jedoch, daß diese Obstanlagen im Vergleich zu dem in sich geschlossenen Altländer „Obstwald“ mehr einzeln liegen. In dieser Landschaft findet man die Trennung von Marsch, Moor und Geest nicht so eindeutig ausgeprägt wie im Gebiet des Alten Landes. Hier liegen zwischen Marsch und Geest bisweilen Hochmoore,

die von recht beträchtlicher Größe sein können und z. T. weit in die Geest hineingreifen. Ähnliche Verhältnisse, wie sie in „Kehdingen“ anzutreffen sind, findet man auch in dem sog. „Land Hadeln“, das sich westwärts an die Landschaft „Kehdingen“ anschließt. Schließlich sei noch erwähnt, daß sich sowohl auf der Geest als auch rechts der Elbe ebenfalls Obstanlagen wechselnder Größe befinden. Sie alle bilden zusammen das niederelbische Obstabgebiet. Bei Berücksichtigung dieser Verhältnisse dürfte es wohl verständlich erscheinen, daß für die Verbreitung der Wespe in dem völlig geschlossenen Obstkomples des Alten Landes andere Bedingungen vorliegen als in den isoliert liegenden Anlagen „Kehdingen“ und des „Landes Hadeln“, ferner der Geest und rechts der Elbe.

Wie aus Tabelle 1 und 2 hervorgeht, ist die Wespe an 14 Stellen des Alten Landes in verschieden weiter Entfernung von einander, nur in 3 Obsthöfen Kehdingens und einmal im Land Hadeln ausgesetzt worden. Außerdem sind Blutlauszehrwespen im Jahre 1936 von einem Entomologen in Hamburg-Altona, im Jahre 1937 vom Hamburgischen Pflanzenschutzamt in Hamburg-Fuhlsbüttel ausgesetzt worden, 1938 vom gleichen Pflanzenschutzamt wiederum in Hamburg-Fuhlsbüttel und in den „Vierlanden“, einem Gebiet, das südöstlich von Hamburg an der Elbe liegt. Die an diesen Stellen ausgesetzten *Aphelinus*-Zuchten waren von der Stader Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt bezogen worden. Da persönliche Nachforschungen über das Schicksal der an diesen Stellen ausgesetzten Wespen nicht durchgeführt wurden, soll diese Tatsache hier nur erwähnt werden. Die Geest und die rechtselbischen Apfelanlagen Holsteins konnten vorerst noch nicht berücksichtigt werden.

b) Vermehrung und Verbreitung an den Aussetzungs-orten. Unmittelbar nach der Aussetzung der Wespe war natürlich das Augenmerk in der Hauptsache auf die Frage gerichtet, ob die Einbürgerung des Nützlings gelingen würde. In Tabelle 3 sind für je zwei Aussetzungsorte des Alten Landes und Kehdingens die Kontrollerggebnisse der beiden ersten Jahre zusammengefaßt wiedergegeben worden. Wie man sieht, konnte im Aussetzungsjahr nur an den Aussetzungsorten selbst eine geringe Neuinfektion an dem Auftreten schwarzer von Parasiten befallener Läuse und an einzelnen leeren, also von der Zehrwespe bereits verlassenen schwarzen „Blutlaushüllen“ das Auftreten der ersten Wespengeneration festgestellt werden. Die Imagines selbst aber waren nicht zu finden; der Ausgang des Einbürgerungsversuches in den Obstanlagen der Niederelbe war demnach im Aussetzungsjahr noch ungewiß.

Im folgenden Jahre dagegen konnte nicht nur eine Vermehrung sondern auch schon eine Ausbreitung bis zu einer Entfernung von 75 bis 500 m von der Aussetzungsstelle festgestellt werden, wobei der Grad der Parasitierung an den Aussetzungsorten am größten war und vom

Zentrum nach außen hin abnahm. Auch Wespen selbst waren nun vereinzelt zu finden. Das Ergebnis im ersten Jahre nach der Aussetzung lautet demnach: Die Einbürgerung der Zehrwespe ist gelungen; die Wespe beginnt sich bereits von dem Aussetzungszentrum aus zu verbreiten.

Tabelle 3. Beobachtungen über den Vorgang der Einbürgerung von *Aphelinus mali* an den Aussetzungsorten.

Aussetzungsort	Zeitpunkt der Aussetzung	Zeitpunkt der Kontrolle	Kontrollergebnis
Mittelnkirchen	30. 5. 34	4. 9. 34	Noch keine Parasitierung nachweisbar.
	25. 6. 34	26. 7. 35	<i>Aphelinus</i> hat sich vermehrt und etwa 75 m im Umkreis ausgebreitet.
	26. 7. 35	8. 35	Etwas 500 m vom Aussetzungsort schwarze Läuse gefunden. Auf dem Nachbarhof (100 m) einige Wespen beobachtet.
		12. 9. 35	Starke Parasitierung an den Aussetzungsorten, aber schnell abnehmend nach der Peripherie zu.
Wörden	18. 8. 34	4. 9. 34	Nur an den eingebebutelten Zweigen zahlreiche parasitierte Läuse zu finden.
	26. 7. 35	28. 9. 34	Einige schwarze Läuse mit Schlupflöchern von <i>Aphelinus</i> zu finden.
		26. 7. 35	<i>Aphelinus</i> hat sich vermehrt und etwa 75 m weit ausgebreitet.
	8. 35	8. 35	Wespen auf benachbarten Höfen gefunden.
		12. 8. 35	Wenige Wespen, aber zahlreiche parasitierte Läuse zu finden.
Götzdorf	26. 7. 35	9. 8. 35	Keine Wespen zu finden.
	22. 6. 36	27. 8. 35	Einige Wespen im Freien gesehen.
Götzdorf-Driftblock	22. 6. 36	10. 7. 36	Einige parasitierte Läuse gefunden.
	20. 7. 36		

Nachdem die Einbürgerung der Wespe gelungen war, galt es, die fortschreitende Ausbreitung der Wespe näher zu verfolgen.

c) Die Ausbreitung im Alten Lande. Neben dem oben erwähnten stetig fortschreitenden Vordringen der Wespe vom Aussetzungsort ein Jahr nach der Aussetzung konnte noch zur gleichen Zeit ein sprunghaftes Auftreten des Parasiten in mehr oder weniger weiter Entfernung von den Aussetzungsorten vereinzelt festgestellt werden. Über diese Art der Ausbreitung der Zehrwespe im Alten Lande gibt Tabelle 4 Auskunft. So sind z. B. im Falle 1 und 2 der Tabelle 4 Parasitierungsherde in Hollern und Twielenfleth (Säule 3) gefunden worden, die in Luftlinie 1 und 2 km vom nächsten Aussetzungsort entfernt liegen, an dem die ersten Wespen am 25. 6. 1935 ausgesetzt worden waren. Also schon $3\frac{1}{2}$ bis 4 Monate nach der Aussetzung hatte *Aphelinus* nachweislich

Strecken von 1 bis 2 km überwunden, wobei sich zwischen Fund- und Aussetzungsort zusammenhängende Obstanlagen befanden (vgl. Säule 7 in Tabelle 4). Im Jahre 1936 wurden schon zahlreichere Parasitierungs-herde gefunden. Im Alten Lande sind es bereits 4 (Nr. 3—5 und 7 der Tabelle 4). Rechnet man den Fundort Nr. 6 hinzu, der an der Peripherie des Alten Landes liegt und mit dem Aussetzungsort zusammenhängt, so sind es 5 Orte. Die Entfernung schwankt zwischen 0,5 und 1,5 km Luftlinie; in einem Falle (Nr. 5) lag sogar freies Feld zwischen Fund- und Aussetzungsort. Da zu dieser Zeit die Verbreitung der Wespe nicht ausschließlich verfolgt werden konnte, dürfte die Zahl der Parasitierungs-herde beträchtlich größer gewesen sein, als sie durch die Funde angezeigt werden. Denn als ich seit Juli 1937, also 1 Jahr später, der Frage nach dem Stand der Verbreitung der Wespe nachging, war die Wespe bereits ausnahmslos in jedem Obsthof des Alten Landes, den ich aufsuchte, zu finden.

Tabelle 4. Die Ausbreitung der Blutlauszehrwespe im Alten Lande. Fundorte 1—7 nach Aufzeichnungen von Oberregierungsrat Dr. Speyer.

Lfd. Nr.	Datum des Fundes	Fundort	Nächster Aussetzungs-ort	Jahr der Aus- setzg.	Entferng. des Fund-ortes vom nächsten Aussetzgs-ort in km	Bemerkungen
1	9. 10. 35	Hollern	Hollern	1935	1	Zusammenhängende Obstanlagen
2	21. 10. 35	Twielenfleth	"	1935	2	"
3	23. 6. 36	Gehrden	Mitteln- kirchen	1934	1,5	"
4	11. 7. 36	Hollern	Hollern	1935	0,5	"
5	28. 7. 36	"	Wöhrden	1934	1,5	Durch freies Feld getrennt
6	15. 9. 36	Schölisch ¹⁾	Götzdorf- Driftblock	1935	1,5	Zusammenhängende Obstanlagen
7	5. 11. 36	Hohenfelde	Mitteln- kirchen	1934	1	"
8	4. 7. 37	Neuen- kirchen	"	1934	2	"
9	8. 8. 37	Neuenfelde	Jork	1934	"	"
10	8. 8. 37	Vierzig- stücken	"	1934	9	"
11	8. 8. 37	Nincop	"	1934	8	"
12	9. 8. 37	Bergfried	Mitteln- kirchen	1934	1,5	"
13	30. 8. 37	Siebenhöfen	Hollern	1934	2	"

In welchem Maße der Parasit bereits im Jahre 1937 in den Anlagen des Alten Landes auftrat, wird in Tabelle 5 gezeigt. Obwohl der Ort Götzdorf zur Landschaft Kehdingen gehört, ist er hier mit bertück-

¹⁾ Dieser Ort liegt bereits in der Landschaft Kehdingen.

sichtigt worden, da er dicht an der Grenze des Alten Landes liegt (vgl. auch S. 16 und Fig. 1).

Tabelle 5. Stärke des Auftretens von *Aphelinus mali* im Alten Lande im dritten Jahr nach der Aussetzung.

Datum der Entnahme	Ort	Aussetzungs-ort	Jahr d. Aussetzung	Entfernung v. Aussetzungsort in m	Anzahl		Bemerkungen
					leerer Blutlaushäute in der Kolonie	im Versuch geschlüpfter Wespen	
4. 7. 37	Neuenkirchen	Mittelnkirchen	1934 u. 1935	2500	194	156	Baum A
					121	37	" B
					228	186	" C
					57	98	" D
					68	135	" E
9. 7. 37	Mittelnkirchen	"	"	0	38		
				750	3		
				1500	14		
				3000	25		
4. 8. 37	Götzdorf	Götzdorf	1935	500	58	42	Baum A
					163	56	" B
					108	39	" C
					117	19	" D
					132	49	" E
					156	88	" F
18. 9. 37	Hollern	Hollern	1934	1500	102	8	Baum A
					154	26	" B
					148	28	" C

Es wurden Apfelzweige mit Blutlauskolonien aus verschiedenen Obsthöfen entnommen und die in den Läusen der Kolonien enthaltenen Parasiten im Laboratorium bis zur Imago herangezogen (Über die Versuchsmethode s. S. 28 ff.). Nach Beendigung des Versuches wurde fernerhin noch die Anzahl der in den Kolonien enthaltenen, von Parasiten verlassenen „leeren Blutlaushäute“ bestimmt. Auf diese Weise erhielten wir einen Überblick über die Zahl der bis zur Entnahme aus den Kolonien geschlüpften Zehrwespen und über den Grad der Parasitierung, wie er zur Zeit der Entnahme der Kolonien in den von der Blutlaus heimgesuchten Obstanlagen vorhanden war.

Wie man sieht, ist der Parasit in jeder Anlage bereits in erheblichem Maße vertreten. Soweit aus diesen Zahlenergebnissen Folgerungen gezogen werden dürfen, ist nunmehr zwischen dem Aussetzungsort und den Verbreitungsorten kaum noch ein Unterschied in bezug auf die Stärke der Parasitierung festzustellen. Die starken Schwankungen der Zahlenergebnisse beruhen darauf, daß die Größenverhältnisse der Kolonien an dieser Stelle nicht mit berücksichtigt worden sind. Auf sie wird an anderer Stelle eingegangen werden (vgl. S. 22).

Für die Ausbreitung von *Aphelinus mali* im Alten Lande sind zusammenfassend zwei Dinge kennzeichnend: erstens die ein Jahr nach der Aussetzung feststellbare konzentrische Ausbreitung der Wespe vom Aussetzungsort, wobei die Höhe der Parasitierung mit der Entfernung vom Aussetzungsort abnimmt. Diese Entfernung schwankt zwischen 75 und 500 m; zweitens das z. T. schon im Aussetzungsjahr bemerkte sprunghafte Auftreten des Parasiten an anderen Stellen der zusammenhängenden Anlagen, wobei Entfernungen bis zu 2 km zwischen dem Aussetzungsort und dem neuen Infektionsort festgestellt werden konnten. Beide Ausbreitungsarten, die ineinandergreifen, umfassen zeitlich gesehen die erste Phase der Ausbreitung. Die zweite Phase ist durch das immer zahlreichere Auftreten des Wespe im Alten Lande gekennzeichnet. Sie setzt im Jahre 1936, also ein bis zwei Jahre nach der Aussetzung, ein und erreicht ihren Abschluß im Jahre 1937, also 2 bis 3 Jahre nach der Aussetzung. Von nun an ist die Wespe in jeder von der Blutlaus befallenen Apfelanlage des Alten Landes zu finden und zwar in einer recht beachtlichen Stärke, wie es aus Tabelle 5 hervorgeht. Dabei muß betont werden, daß im allgemeinen nach der Aussetzung keinerlei Rücksicht auf die Wespe während der üblichen Bekämpfungsmaßnahmen mit Spritzmitteln genommen wurde.

Damit hätten die Ausführungen über die erfolgreiche Einbürgerung von *Aphelinus mali* abgeschlossen werden können, da das beabsichtigte Ziel, die Einbürgerung der Wespe im Alten Lande, erreicht worden ist. Es konnten jedoch darüber hinaus zahlreiche Beobachtungen über das weitere Vordringen der Wespe in die isoliert liegenden Apfelanlagen der angrenzenden Gebiete gemacht werden. Da diese Beobachtungen bedeutungsvoll sind sowohl in biologischer Hinsicht für die Ausbreitungsfähigkeit dieses Insektes als auch vom praktischen Standpunkt aus für die Einbürgerungsmöglichkeit in solchen Apfelanlagen, die mehr oder weniger isoliert liegen, sollen sie im folgenden mitgeteilt werden.

d) Die Ausbreitung außerhalb des Alten Landes. Wie bereits erwähnt wurde, ist die Zehrwespe auch an vier Stellen außerhalb des Alten Landes durch die Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt ausgesetzt worden. Von diesen Aussetzungsstellen liegen die Orte Götzdorf und Driftblock in der Nähe des Alten Landes. Da die Obstanlagen an diesen Grenzorten durch dazwischenliegende freie Ackerstrecken nur geringerer Ausdehnung voneinander getrennt sind, können jene Apfelanlagen noch zu den Randgebieten des Alten Landes gerechnet werden. Der Aussetzungsort Brunshausen liegt an der Schwinge, einem Wasserlauf, der die Grenze nach Kehdingen bildet (vgl. Fig. 1) und an der Einmündung in die Elbe etwa 30 m breit ist. Die einzigen völlig isoliert liegenden Aussetzungsstellen sind also der Ort Esch, der im nördlichen Teil Keh-

dingens, etwa 30 km von Stade entfernt liegt, und Auestade im „Lande Hadeln“. In Auestade ist die Wespe jedoch unmittelbar vor der Aussetzung im Jahre 1937 bereits in geringerer Zahl gefunden worden. Die dennoch durchgeführte Aussetzung hatte lediglich den Zweck, die Vermehrung und Ausbreitung der Wespe in diesem Gebiet zu beschleunigen. Praktisch ist also die Wespe nur an einem völlig isoliert liegenden Ort zur gleichen Zeit wie im Alten Lande ausgesetzt worden.

Tabelle 6.

Die Ausbreitung der Blutlauszehrwespe außerhalb des Alten Landes.
(Fundorte 1 und 2 nach Aufzeichnungen von Oberregierungsrat Dr. Speyer.)

Lfd. Nr.	Datum des Fundes	Fundort	Nächster Aussetzungs-ort	Jahr der Aussetz- g.	Entfernung des Fund- ortes vom nächsten Aussetzungs- ort in km	Bemerkungen
1	11. 11. 36	Finkenwerder	Borstel	1935	9	Elbinsel
2	17. 11. 36	Klein- Wöhörden	Götzdorf	1935	15	Durch Acker- u. Öd- land getrennt
3	15. 7. 37	Hohenhorst	Hollern	1935	5	Durch die Elbe ge- trennt
4	15. 7. 37	Haseldorf	"	1935	5	"
5	15. 7. 37	Scholenfleth	"	1935	5	"
6	7. 8. 37	Auestade	Esch	1935	18	Durch Acker- u. Wei- deland getrennt
7	9. 8. 37	Agathenburg	Hollern	1934	4	Durch Wiesen ge- trennt
8	9. 8. 37	Dollern	Mittelnkirchen	1934	5	"
9	15. 8. 37	Oelstorf	Jork	1934	50	Durch Heide u. Wäl- der getrennt
10	2. 9. 37	Bützfleth	Götzdorf	1935	2	Durch Grünland ge- trennt
11	21. 9. 37	Bielenberg	"	1935	12	Durch die Elbe ge- trennt
12	7. 10. 37	Ruschwedel	Mitteln- kirchen	1934	10	Durch freies Feld u. Wälder getrennt
13	15. 4. 38	Hagen b. Stade	Stade	1934	5	"
14	2. 6. 38	Oederquart	Esch	1935	2,5	"
15	7. 10. 38	Harsefeld	Mittelnkirchen	1934	12	"
16	2. 39	Basbeck	Driftblock	1935-36	18	Durch freies Feld u. Ödland getrennt
17	2. 39	Warstade	Esch	1935	16	"

Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, sind bereits im Jahre 1936 Infektions- herde (Nr. 1 und 2 der Tabelle) gefunden worden, die 9 bis 15 km von dem nächsten Aussetzungsort entfernt liegen, d. h. zu einer Zeit, wo im Alten Lande die Wespe noch mitten in der Ausbreitung begriffen war. In dem einen Falle lagen weite Acker- und Mooregebiete dazwischen, im anderen Falle trennte ein Elbarm den Fundort vom Alten Lande. In den Jahren 1937 und 1938, als die Wespe im Alten Lande bereits überall vorhanden war, konnte ich das Vorhandensein von *Aphelinus* gelegentlich

an 15 Stellen außerhalb des Alten Landes feststellen (vgl. Fig. 1). Die Fundorte Hohenhorst, Haseldorf, Scholenfleth und Bielenberg liegen in Holstein, also rechts der Elbe, die hier etwa 2 bis 3 km breit ist. Der Fundort Anestade (s. S. 11) ist durch Acker- und Weideflächen vom nächsten Aussetzungsort der Wespe getrennt. Recht bedeutungsvoll sind auch die Funde in Basbeck und Warstade, die außer durch Acker- und Weideflächen noch durch ein Hochmoor getrennt sind, das sich in einer beträchtlichen Ausdehnung zwischen die Fundorte und die nächsten Aussetzungsorte schiebt. Da an dem Fundorte bei Warstade schwarze, von der Wespe bereits verlassene „Blutlaushäute“ in so reichlichem Maße an einem Spalierbaum der Sorte „Wintergoldparmäne“ gefunden wurden wie kaum an einer Stelle zuvor, muß angenommen werden, daß *Aphelinus* schon lange vor dem Fund im Februar 1939 dort vorhanden gewesen sein muß. Nicht minder interessant sind auch die Funde in Harsefeld und Ruschwedel. Beide Orte liegen auf der Geest, etwa 10 bis 12 km südlich vom nächsten Aussetzungsort in Mittelnkirchen. Zwischen Aussetzungsort und Fundort liegen folgende Landschaftsformen, die jeweils einen typischen Pflanzenbestand haben: Zunächst sind es noch Teile des Altländer Marschgebietes mit Obstanlagen, dann folgt der etwa 1—2 km breite langgezogene Moorstreifen (Niederungsmoor) mit Wiesen, daran schließt sich drittens die höher gelegene sandige Geest mit Ackerland, Wäldern und Heideflächen an. Einen noch bedeutsameren Fund machte ich in Oelstorf, das in der Nähe von Lüneburg, inmitten der Lüneburger Heide liegt und etwa 50 km von Jork, dem nächsten Aussetzungsort im Alten Lande, entfernt ist.

e) Schlußbetrachtung. Es fällt schwer, die Frage zu beantworten, wie *Aphelinus* derartige Entfernungen über Wälder, Acker- und Heideflächen und selbst über den breiten Elbstrom zurückgelegt hat. Betont muß werden, daß kein Besitzer der Anlagen außerhalb des Alten Landes, bei dem *Aphelinus* gefunden wurde, die Wespe ausgesetzt hatte. Mit Ausnahme des Besitzers auf Finkenwerder kannten sie alle weder die Wespe noch die schwarzen parasitierten Läuse. Da *Aphelinus* sehr flugträge ist, kann nur eine passive Verschleppung der Wespe in Anbetracht der zum Teil sehr kurzen Zeiträume, in der die Entfernungen überbrückt wurden, als einzige Möglichkeit in Erwägung gezogen werden.

In zusammenhängenden Apfelgebieten, wie es das Alte Land ist, läßt sich die Verbreitung leicht erklären. Hier kann die Wespe an den Kleidern der Menschen oder auf dem Fell von weidendem Vieh leicht hängen bleiben und mühelos über kürzere Strecken verschleppt werden. Auch der Wind kann die kleinen Imagines verwehen. Außerdem ist auch eine Verbreitung des Parasiten dadurch möglich, daß die toten schwarzen Blutläuse, in denen der Parasit als Jugendstadium noch enthalten ist, etwa nach dem Auslichten der Bäume mit den Zweigen verschleppt werden.

Da ferner auch recht häufig Blutlausnymphen gefunden werden konnten, aus denen der Parasit geschlüpft war, ist eine Verschleppung von *Aphelinus* durch die geflügelten Läuse denkbar, nämlich dann, wenn sich der Parasit noch auf so frühem Entwicklungsstadium befindet, daß die Nymphen noch fähig sind, sich zu Geflügelten zu entwickeln und zu fliegen, eine Tatsache, auf deren Möglichkeit Jancke (1934) hingewiesen hat. Sind auf diese Weise isoliert liegende Infektionsherde entstanden, dann können sie ihrerseits wieder die Ausstrahlungszentren für die weitere Verbreitung der Wespe bilden, so wie wir es für die Ausbreitung der Wespe von den Aussetzungsorten selbst gefunden hatten, das heißt: von diesen Infektionsherden aus tritt sowohl eine stetige Ausbreitung nach außen zu ein als auch eine neue sprunghafte Verschleppung in andere Gebiete.

Ähnliche Verschleppungsmöglichkeiten, wie sie für die Verbreitung im Alten Lande denkbar sind, können auch für das Vordringen der Wespe in die isoliert liegenden Anlagen als Erklärung dienen. Nur sind die Aussichten der Wespe, schnell dorthin verschleppt zu werden, entsprechend der Entfernung und der Größe bzw. der Dichte der einzelnen isoliert liegenden Anlagen geringer. Wir können uns hier die Ausbreitung etwa so vorstellen: Zunächst werden wohl die in der Nähe des Alten Landes liegenden Obstgärten besiedelt worden sein; sie sind als erste Etappen für das weitere Vordringen der Wespen anzusehen. So ist z. B. denkbar, daß die am Rande der Geest gelegenen Gärten in Dollern und Agathenburg von der Wespe zuerst besiedelt wurden; von hier aus gelangten die Nützlinge dann etwa nach Ruschwedel und von Ruschwedel schließlich nach Harsefeld usw. Ähnlich ist auch die Verbreitung von Götzdorf nach Basbeck und Warstade denkbar; denn in dem zwischen Götzdorf und Warstade gelegenen Hochmoor befinden sich zahlreiche Siedlungen, in deren Hausgärten auch Apfelbäume vorhanden sind.

Mit dieser Annahme eines schrittweisen Vordringens von *Aphelinus* soll natürlich keineswegs die Möglichkeit der Überbrückung größerer Strecken ausgeschlossen werden. Daß auch größere Entfernungen in kurzer Zeit überwunden werden, zeigt ja der Fund Nr. 2 in Tabelle 6. Hier ist die Wespe bereits ein Jahr nach ihrer Aussetzung in einer Entfernung von 15 km gefunden worden, wobei Ackerland und Hochmoor dazwischen lag. Auch die verhältnismäßig kurzen Zeiträume, die zwischen Aussetzung und Auffinden der Wespe an den entferntesten Fundorten liegen, sprechen für eine überaus schnelle Verbreitung über weite Strecken.

Eine besondere kritische Würdigung verdienen die Fundorte auf Finkenwerder und am rechten Elbufer. Nach einer Äußerung eines Obstbauern auf Finkenwerder im Jahre 1937 soll *Aphelinus* dort und in den „Vierlanden“ früher schon einmal ausgesetzt worden sein. Eine Bestätigung dieser Behauptung konnte ich trotz aller Bemühungen nicht erlangen.

Die Äußerung des Bauern muß auch aus folgenden Erwägungen heraus mit einem gewissen Zweifel betrachtet werden. Bei der überaus schnellen Ausbreitung der Wespe, wie wir sie nach ihrer Aussetzung im Alten Lande fanden, hätte die Wespe dann auch umgekehrt von Finkenwerder aus in das Alte Land wandern müssen. Bis zu ihrer Aussetzung im Jahre 1934 ist sie aber im Alten Lande nicht vorhanden gewesen. Ferner hätte sie in den rechtseibischen Gebieten und in der Nähe von Finkenwerder auf jeden Fall weiter verbreitet sein müssen, da eine Übersiedlung von der Insel Finkenwerder etwa nach Hamburg und Holstein auf Grund der dort schmäleren Elbarme leichter vorstellbar ist. Dennoch hat das Pflanzenschutzamt in Hamburg in den Jahren 1937 und 1938 Zehrwespenmaterial bei der Stader Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt angefordert. Die Äußerung jenes Besitzers beruht demnach entweder auf einem Irrtum, oder aber die Wespe ist zu einem äußerst ungünstigen Zeitpunkt ausgesetzt worden, so daß die Einbürgerungsversuche aus diesem Grunde fehlgeschlagen sind. Wenn wir daher mit einer Verschleppung von *Aphelinus* aus dem Alten Lande über die Elbe nach Holstein rechnen dürfen, dann sprechen auch diese Fundorte für die überaus günstige Verbreitung der Wespe.

Tabelle 7. Die Ausbreitungsfähigkeit der Wespe auf Grund von Untersuchungen anderer Autoren.

Versuchs- ansteller	Aus- setzung	Kontrolle	Art der Ausbreitung
Stenton	1924	1924	blieb auf den Aussetzungsbaum beschränkt.
Massee	1923	1928	bis zu 50 m im Umkreis ausgebreitet.
Childs und Gillespie	1932	1933	bis 400 m weit ausgebreitet.
Menzel	1930	1931	70—80 m weit ausgebreitet.
Marchal	1920	1921 1926	300—400 m „ „ 8—10 km „ „
Sprengel	1927	1927 1928	bis 500 m „ „ „ 1000 m „ „
Malenotti	1924	1924	„ 12 km „ „
Jancke	1929	1929	„ 50 m „ „
„	1932	1932	„ 5 m „ „
„	1932	1933	„ 100 m „ „
„	1933	1933	„ 30 m „ „
Werneck	1926-1928	1930	mit wechselndem Erfolg eingebürgert.
Venables	1929	1933	weite Landstrecken und einen 2 Meilen breiten See überbrückt.
Sachtleben und Thiem		1937	etwa 100 km weit im Umkreis eingebürgert.

Im Zusammenhang mit den von uns erzielten Ergebnissen erscheint es angebracht, auch auf die Erfahrungen anderer Versuchsansteller ein-

zugehen. Die wichtigsten dieser Versuchsergebnisse stehen in Tabelle 7 zusammengefaßt. Wie man hieraus ersieht, blieb die Ausbreitung der Wespe in demselben Jahre, in dem die Aussetzung durchgeführt wurde, im schlechtesten Falle allein auf die Aussetzungsbäume beschränkt (Stenton 1925), im günstigsten Falle ist die Wespe noch in dem Aussetzungsjahr in 12 km Entfernung gefunden worden (Malenotti 1934). Vergleicht man die in der Tabelle angegebenen Befunde mit unseren Ergebnissen, so zeigt es sich, daß nahezu alle von den einzelnen Autoren beschriebenen Formen der Ausbreitung im niederelbischen Obstbaugebiet zu beobachten waren. Eine Ausnahme bilden die von Sachtleben & Thiem (1937) festgestellte günstige Ausbreitung der Zehrwespe in der Provinz Brandenburg. Hierbei muß jedoch berücksichtigt werden, daß dort zwischen Aussetzung und Kontrolle ein Zeitraum von annähernd 10 Jahren liegt¹⁾.

II. Der Massenwechsel der Blutlaus.

Die gutgelungene Einbürgerung von *Aphelinus mali* im gesamten niederelbischen Obstbaugebiet bot eine willkommene Gelegenheit, den Einfluß der Wespe auf den Massenwechsel der Blutlaus näher zu untersuchen. Ehe das Ergebnis dieser Untersuchungen, die in den Jahren 1937 bis 1939 durchgeführt wurden, besprochen wird, sei zunächst auf die Massenwechselverhältnisse der Blutlaus näher eingegangen, da deren Kenntnis Voraussetzung für das Verständnis der gesamten Wechselbeziehungen zwischen Parasit und Wirt ist.

a) Versuchsanordnung. Aus mehreren Apfelanlagen wurden von Bäumen verschiedener Apfelsorten wenigstens einmal im Monat Blutlauskolonien entnommen und die in ihnen vorhandenen Läuse ausgezählt, wobei ich das erste und zweite Larvenstadium, ferner das dritte und vierte Stadium und die Erwachsenen gesondert zu Gruppen zusammenfaßte. Um brauchbare Vergleichs-

¹⁾ Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß interessierte Besitzer von verseuchten Apfelanlagen auch von sich aus die Zehrwespe ausgesetzt haben. So berichtete mir z. B. ein Obstbesitzer im Alten Lande unmittelbar nach einer Tagung, die im Alten Lande im Herbst 1937 stattfand, während der Besichtigungsfahrt hätten zahlreiche Tagungsteilnehmer aus den verschiedensten Gebieten des Reiches Zehrwespenmaterial mitgenommen, um es in der eigenen Anlage auszusetzen. Derartig durchgeführte Aussetzungen entziehen sich jeglicher Kontrollmöglichkeit. Obwohl wir in jedem Falle, in dem wir *Aphelinus* fanden, auf unsere Erkundigungen hin, ob die Wespe ausgesetzt worden ist, eine verneinende Antwort erhielten, ist doch denkbar, daß die Wespe z. B. in der Nachbarschaft ausgesetzt worden ist, wovon wir natürlich keine Kenntnis erhalten konnten. So sind vor allem dort Funde mit einer gewissen Vorsicht zu beurteilen, wo zahlreiche Obstanlagen in der Nähe des Fundortes liegen. Da ferner solche Zeit und Geld sparenden Bekämpfungsmittel, wie sie ja letzten Endes die Nützlinge darstellen, sich erst allmählich im Laufe der Zeit herumsprechen, ist besonders dann Vorsicht geboten, wenn zwischen dem Zeitpunkt des Aussetzens und des Fundes der Wespen längere Zeiträume liegen.

möglichkeiten zu erhalten, wurde nach der Auszählung der Läuse in jeder Kolonie zunächst für alle 3 Gruppen die Anzahl von Individuen, die auf 1 qcm vorhanden waren, bestimmt und dann aus den 3 am stärksten besiedelten Kolonien jeweils der Durchschnittswert je 1 qcm Blutlauskolonie errechnet. Alle Versuchsparzellen lagen in Abständen von 5 bis 15 km voneinander entfernt und wiesen verhältnismäßig schweren Blutlausbefall auf. Es handelte sich hier um die Apfelsorten: Cox' Orange-Reinette (eine Anlage), Coulon-Reinette (eine Anlage), Horneburger Pfannkuchen (3 Anlagen), Schöner aus Boskoop (eine Anlage). Die Zehrwespe war in allen Anlagen gleichfalls reichlich vorhanden. Da in allen 6 Anlagen in großen Zügen ähnliche Versuchsergebnisse erzielt wurden, sollen an dieser Stelle nur die Versuchsergebnisse von 2 Anlagen (Cox' Orange-Reinette und Coulon-Reinette) besprochen werden. Beide Anlagen sind im folgenden kurz als „Cox' Orange-Anlage“ und „Coulon-Anlage“ bezeichnet.

b) Individuenanzahl und -verteilung. In Tabelle 8 sind die Ergebnisse der Untersuchungen in der Cox' Orange-Anlage wiedergegeben. Am 22. 12. 1937 waren insgesamt 104,4 Blutläuse im Durchschnitt je 1 qcm in den drei am stärksten besiedelten Kolonien enthalten. Davon entfielen auf das erste und zweite Stadium 76,4 % aller vorhandenen Individuen, auf das dritte und vierte Larvenstadium 14,6 % und auf die erwachsenen Individuen 9,0 %.

Tabelle 8. Gesamtanzahl der Blutläuse und ihre Verteilung auf die einzelnen Altersstadien in der Zeit vom 22. 12. 37 bis 23. 2. 39 in der Cox' Orange-Anlage.

Datum	Anzahl Läuse im Durchschnitt je 1 qcm	% Läuse in Stadium		
		1 u. 2	3 u. 4	erw.
22. 12. 37	104,4	76,4	14,6	9,0
3. 2. 38	72,3	57,4	30,4	12,2
7. 3.	31,5	62,2	31,1	6,7
14. 3.	33,6	70,5	27,1	2,4
5. 4.	24,0	53,3	45,9	0,8
12. 4.	22,5	9,3	35,4	5,3
23. 4.	18,5	8,1	34,3	7,6
3. 5.	43,3	72,5	12,0	15,5
16. 5.	102,7	92,3	1,6	5,6
26. 5.	161,2	71,7	24,0	4,3
2. 6.	176,7	60,3	33,5	5,7
10. 6.	222,2	56,3	20,0	23,7
13. 7.	137,1	59,0	19,2	21,8
11. 8.	43,5	66,6	20,4	13,0
1. 9.	57,7	52,3	31,7	16,0
15. 9.	4,5	63,9	20,0	11,1
8. 10.	0	0	0	0
8. 11.	25,3	66,8	7,9	25,3
30. 12.	2,6	33,5	7,7	3,8
29. 1. 39	2,0	75,0	15,0	10,0
23. 2.	1,5	30,0	13,3	6,7

Bei Betrachtung der vom 22. 12. 1937 bis 23. 2. 1939 erlangten Ergebnisse fallen zunächst die im Verlauf dieser Zeit auftretenden Schwankungen in der Befallsstärke der Blutlaus auf. Von Dezember 1937 bis Ende April 1938 nimmt die Zahl der Blutläuse unter dem Einfluß der kalten Jahreszeit (vergl. Ehrenhardt 1939 und Jancke 1929 und 1935) allmählich ab. Mit dem

Einsetzen warmer Witterung beginnen sich dann die in den Kolonien übriggebliebenen Blutläuse wieder so zu vermehren, daß bereits im Verlauf von 10 Tagen (28. 4. bis 3. 5. 1938) die durchschnittliche Zahl der auf 1 qcm vorhandenen Läuse von ihrem Tiefstand von 18,5 Individuen auf mehr als das Doppelte ansteigt. Die größte Individuenanzahl wird im Juni mit 222,2 Individuen je 1 qcm Blutlauskolonie erreicht. Dann nimmt die Zahl der Läuse mit geringen Schwankungen, die wohl zufallsmäßig bedingt sind, wiederum ständig ab. Während am 8. 10. in dieser Anlage keine Läuse mehr gefunden werden konnten, sind bereits im Monat November wiederum rund 25 Tiere je 1 qcm Blutlauskolonie vorhanden. Die große Kälte im Winter 1938/39 bewirkt dann wieder einen beträchtlichen Rückgang der Blutlaus. Wie auch aus Fig. 2, in der auf der Ordinate die an den einzelnen Absuchtagen gefundene Gesamtsumme aller auf 1 qcm im Durchschnitt vorhandenen Läuse, auf der Abszisse die Zeit eingetragen worden ist, hervorgeht, treten bei der Massenwechselkurve deutlich zwei Gipfelpunkte auf, von denen der größere in den Monat Juni, der kleinere in den Monat November fällt.

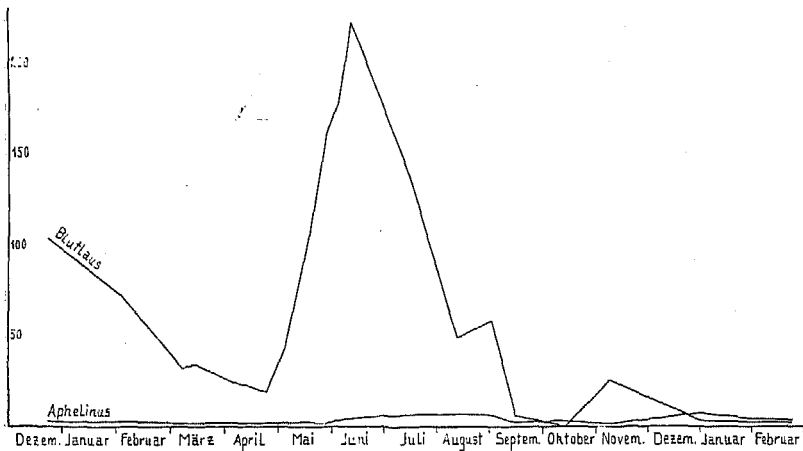


Fig. 2: Massenwechselkurve von Blutlaus und *Aphelinus* in einer schwer befallenen Apfelanlage der Sorte „Cox'Orange-Reinette“ (vgl. Tab. 11).

Bedeutungsvoll ist auch die Verteilung der Individuen auf die drei Altersgruppen. Mit Ausnahme vom Monat Dezember 1937 ändert sich bis Mitte März die prozentuale Zusammensetzung der drei Gruppen in den Kolonien zu gunsten der jüngsten Altersstadien, und zwar nimmt im Vergleich zu der jüngsten Altersgruppe die Zahl der Läuse in der zweiten Gruppe in etwas stärkerem Maße, in der dritten Gruppe in beträchtlich stärkerem Maße ab. Nach der Absuchung am 14. 3. 38 dagegen nehmen die älteren Stadien auf Kosten der jüngsten bis zu einem Maximum an Zahl zu. Am 14. 3. sind noch 70,5 % Larven im ersten und zweiten Stadium vorhanden, am 12. 4. erreicht die Individuenanzahl des dritten und vierten Stadiums ihr erstes Maximum und am 3. 5. endlich haben auch die erwachsenen Läuse ihre größte Individuenanzahl erreicht. Diese Verschiebung der Individuenanzahl innerhalb der einzelnen Altersstadien einer Kolonie deutet den Verlauf des Wachstums an. Das Wachstum der Läuse setzt in der zweiten Märzhälfte ein. Nach einem Monat befindet sich die Hauptmasse der überwinterten beiden jüngsten Larvenstadien im dritten und vierten Stadium, nach einem wei-

teren halben Monat (Anfang Mai) sind sie erwachsen. Diese statistischen Befunde decken sich mit den Freilandbeobachtungen, bei denen das Wachstum und später das Fortschreiten desselben an dem Einsetzen der Wachsausscheidungen bzw. der Häutungen festgestellt werden konnten. Eine weitere Zahlenverschiebung innerhalb der drei Altersklassen ist auch in der Zeit vom 16. 5. 38 bis 10. 6. 38 festzustellen; sie deutet das Heranwachsen der zweiten Blutlausgeneration an, die in diesem Falle demnach nur noch knapp einen Monat bis zur Erlangung der Geschlechtsreife benötigt. Bereits von Ende Mai ab beginnen sich die einzelnen Generationen zu überlagern, wie es aus dem gleichmäßigen Individuenbestand der ersten und zweiten Altersgruppe an den folgenden Absuchtagen zu schließen ist. Da auf Grund experimenteller Versuche gefolgert werden kann, daß bei Temperaturen, wie sie von Mai bis Oktober auftreten, wenigstens eine Generation im Monat heranwächst, können wir bis Oktober mit wenigstens 6 Blutlausgenerationen rechnen, zu der noch eine weitere in der Zeit von Oktober bis November hinzu kommt.

Tabelle 9. Gesamtanzahl der Blutläuse und ihre Verteilung auf die einzelnen Altersstadien in der Zeit vom 9. 12. 37 bis 24. 2. 39 in der Coulon-Reinette-Anlage.

Datum	Anzahl Läuse im Durchschnitt je 1 qcm	% Läuse in Stadium		
		1 u. 2	3 u. 4	erw.
9. 12. 37	54,2	59,0	29,9	11,1
16. 12.	50,0	51,8	33,0	10,2
22. 1. 38	34,8	64,1	31,3	4,6
18. 3.	31,1	67,2	28,0	4,8
23. 3.	16,8	61,3	30,9	7,8
26. 4.	11,7	27,4	42,7	29,9
17. 5.	120,2	95,5	0,3	4,2
30. 5.	178,2	64,1	31,5	4,4
8. 6.	92,6	60,4	29,4	10,2
15. 7.	110,0	53,3	18,7	28,0
13. 8.	44,3	57,1	23,9	19,0
22. 8.	46,0	65,2	21,8	13,0
20. 9.	34,3	74,1	16,9	9,0
10. 10.	76,7	63,8	26,2	10,0
14. 11.	84,1	80,2	10,0	9,8
30. 12.	10,1	100,0	0	0
29. 1. 39	9,1	100,0	0	0
24. 2.	8,2	100,0	0	0

Ähnliche Verhältnisse sind auch bei der Auswertung der in der Coulon-Anlage erzielten Ergebnisse festgestellt worden (vgl. Tab. 9). Im Vergleich zur Cox' Orange-Anlage ist hier die Blutlaus im Dezember 1937 zwar in geringerer Anzahl vorhanden, doch nimmt auch hier ihre Zahl bis Mitte April allmählich ab. Es fällt jedoch auf, daß die Blutlaus den Höhepunkt ihrer Vermehrung Ende Mai mit nur 178,2 Individuen je 1 qcm Blutlauskolonie erreicht hat und im Juni bereits beträchtlich zurückgegangen ist, während sie in der Cox' Orange-Anlage gerade im Juni ihr Maximum erreicht hat. Der plötzliche Rückgang der Blutlaus im Juni in der Coulon-Anlage ist auf Spritz- und Pinselversuche zurückzuführen, die zur Bekämpfung des Schädlings hier durchgeführt worden sind. Da, wie aus der Tabelle hervorgeht, bei der Absuchung im Juli wieder mehr

Blutläuse vorhanden sind als nach den Bekämpfungsversuchen im Juni, wird man in der Annahme nicht fehlgehen, daß unter normalen Verhältnissen mindestens noch im Juni die Individuenanzahl angewachsen wäre, um dann erst bis Ende September wieder abzunehmen. Gegen Ende des Sommers geht die Zahl der Blutläuse hier nur bis auf 34,3 Individuen je 1 qcm Kolonie zurück, während in der Cox' Orange-Anlage keine Blutläuse in den Kolonien zu finden waren. Die Individuenanzahl steigt dann noch einmal bis Mitte November an und geht darauf unter dem Einfluß der Kälteeinwirkung wiederum zurück. Auch hier haben wir, wie aus Fig. 3 hervorgeht, eine deutlich zweigipflige Kurve des Massenwechsels, wobei der Hauptgipfel zu Beginn des Sommers liegt. Auch die Verteilung sowie die Vermehrungs- und Wachstumsverhältnisse der Blutlaus ähneln denen in der Cox' Orange-Parzelle. Was hier besonders hervorsteicht, ist das völlige Verschwinden des dritten und vierten Larvenstadiums sowie der Erwachsenen im Winter 1938/39.

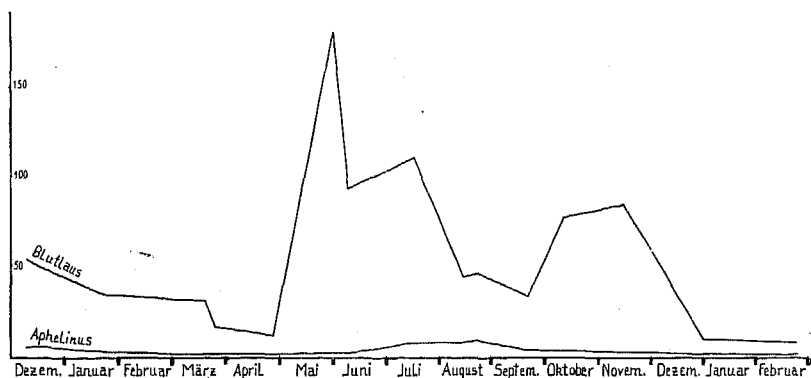


Fig. 3. Massenwechselkurve von Blutlaus und *Aphelinus* in einer schwer befallenen Apfelanlage der Sorte „Coulon-Reinette“ (vgl. Tab. 12).

c) Die Ausbreitung der Blutlaus im Befallsraum. Neben der starken Verminderung der Blutlaus in der Zeit von Ende September bis Mitte Oktober fällt das überaus frühe Einsetzen des Blutlausrückganges im Sommer 1938 besonders stark auf. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die in der Tabelle 8 und 9 wiedergegebenen Zahlenwerte in erster Linie Aufschluß geben über das Anwachsen und die Abnahme der Individuen in den Kolonien im Laufe des Jahres. Im Verlauf der Vegetationsperiode macht sich aber fernerhin neben einem Anwachsen der Kolonien noch eine Neuinfektion bemerkbar und zwar nicht nur an bisher unbefallenen Bäumen, sondern auch an den schon befallenen Bäumen und dort insbesondere an den neuen Jahrestrieben. Für die Erfassung des Gesamtmassenwechsels ist gerade das Anwachsen der Kolonien und die Neuinfektion schon befallener Bäume bedeutungsvoll. Sie wird in erster Linie durch Junglarven hervorgerufen und geht etwa so vor sich: Gegen Ende Mai beginnen zahlreiche Junglarven an den Zweigen richtungslos herumzuwandern. Diese „Wanderlust“ verstärkt sich in der Folgezeit und erreicht ihren Höhepunkt, wenn die Kolonien die größte Individuenzahl aufweisen, in diesem Falle im Juni. Genauere Untersuchungen ließen erkennen, daß die Wandertätigkeit von dem Bevölkerungsgrad der Kolonien abhängt. Dort, wo in den Kolonien noch genügend Platz zum Festsetzen der eben geborenen Larven vorhanden ist, findet nämlich

keine oder nur eine ganz unbedeutende Wanderung statt. Mit dieser Wander-tendenz hängt gleichzeitig auch der Neubefall insbesondere an der Basis der neuen Triebe und an den Zuwachstrieben selbst zusammen. Ein Neubefall in der Nähe nur schwach bevölkerter Kolonien ist seltener zu beobachten als in der Nähe voll besetzter Kolonien.

Von Bedeutung ist nun, daß durch den Verlust von Junglarven während der Wanderung, ferner durch das Anwachsen der Kolonien und durch die Entstehung neuer Kolonien weder die wahre Bevölkerungsdichte noch das wahre Zahlenverhältnis der einzelnen Altersstadien in den Kolonien erfaßt werden können. Praktisch liegen die Verhältnisse so, daß der Gesamtindividuenbestand je Baum durch die Ausdehnung der Kolonien und durch die Neuinfektion zunimmt, während die Individuenanzahl und -verteilung im Durchschnitt je 1 qcm Kolonie stark variieren kann. Wie sich die Abwanderung der Junglarven auswirkt, geht aus den Zahlenverhältnissen der Tabelle 8 deutlich hervor. Während nach dem ersten Maximum der erwachsenen Läuse (3. 5. 38) in der folgenden Auszählung am 16. 5. 92,5 % Junglarven in den Kolonien vorhanden sind, befinden sich am 13. 7. nur noch 59 % der Junglarven in den Kolonien, obwohl am 10. 6. 23,7 % Altläuse in den Kolonien vorhanden waren.

Was wir bei unseren Auszählungen demnach feststellen konnten, ist die Zunahme und der Rückgang der Individuenzahl in den Kolonien. Wie aber die Zunahme der Individuen in dem Befallsraum ist, darüber erhalten wir keine Auskunft. Hier können nur regelmäßig durchgeführte Zählungen und Messungen der Kolonien im Gesamtbefallsraum weiterhelfen. Leider war eine derartige genaue Bestimmung in den Obstanlagen aus Zeitmangel nicht möglich. Um dennoch einen Einblick in die Art der räumlichen Ausdehnung der Blutlauskolonien zu erlangen, wurde bereits im Jahre 1937 in mehreren Anlagen die Zu- und Abnahme der Gesamtindividuenanzahl an zahlreichen Bäumen regelmäßig geschätzt. Nach der Größe der Kolonien wurden 4 Gruppen gebildet:

- | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|-----|------|-----|-----|------------|---------------------|-----|------------------------------|
| 1 | bedeutet | Kolonien | von | etwa | 1,5 | qcm | Größe | (Größe | des | Fingernagels), |
| 2 | " | " | " | " | 20 | " | " | " | " | Zeigefingers), |
| 3 | " | " | " | " | 40 | " | " | " | " | (Handlänge. Breite ca. 2 cm) |
| 4 | " | " | " | " | 80 | " | u. darüber | (Armlänge, " " "). | | |

Die Häufigkeit der Kolonien wurde in drei Gruppen eingeteilt.

Es bedeutet a) vereinzelt, b) häufiges und c) sehr starkes Auftreten der entsprechenden Kolonien.

Wie man aus Tabelle 10 ersieht, in der für die Cox' Orange- sowie für die Coulon-Anlage die Ergebnisse der Schätzungen eingetragen sind, hat sowohl die Größe als auch die Zahl der Kolonien bis August, seltener bis Anfang September zugenommen. In keiner der im Jahre 1937 untersuchten Anlagen war die Blutlaus vollständig verschwunden, und auch im Jahre 1938 war sie allein in der Cox' Orange-Anlage zeitweilig nicht zu finden. Da beim Einsetzen des Blutlausrückganges im Sommer weder eine Abnahme der Größe noch der Zahl der Kolonien geschätzt werden kann — denn was zurückgeht, ist ja die Anzahl der Individuen in den Kolonien und nicht die Zahl oder Größe der Kolonien selbst — ist es natürlich schlecht möglich, die Abnahme der Blutlaus mit Hilfe derartiger Schätzungen zu ermitteln. Wenn trotzdem in der Tabelle für September und Oktober ein Rückgang verzeichnet steht, so liegt das daran, daß zu dieser Zeit die Zahl der Individuen in den Kolonien mehr oder weniger auffallend zurückgegangen ist. Es ist verständlich, daß die Zunahme und das Anwachsen der Kolonien infolge der leuchtend weißen Wachsausscheidungen ebenso deutlich

hervortraten, wie das spätere teilweise völlige Verschwinden der Wachs-
 scheidungen den Eindruck einer Abnahme der Kolonien erweckt hat. Was dem-
 nach einigermaßen einwandfrei geschätzt werden konnte, ist das Wachsen und
 die Zunahme der Kolonien, weniger aber der Rückgang der Individuen in den
 Kolonien. Hier helfen jedoch die Auszählungen wieder weiter. Im Verein mit
 den Auszählungen können wir uns nunmehr eine gute Vorstellung von den
 Massenwechselforgängen der Blutlaus im Gesamtbefallsraum machen. Im Ver-
 laufe des Winters nimmt die Zahl der Blutläuse in den Kolonien allmählich ab.
 Mit dem Einsetzen warmer Witterung wächst die Zahl der Läuse in den Kolo-
 nien wieder. Ganz allmählich nimmt auch die Größe der Kolonien zu. Zu dem
 Zeitpunkt, wo eine Besiedlungsdichte von etwa 200 bis 250 Individuen je 1 qcm
 erreicht ist, wird eine weitere Aufnahme von Individuen innerhalb der Kolonien
 unmöglich. Die Hauptmasse der jungen Larven setzt sich nun nicht etwa
 planmäßig am Rande der Kolonien, weder an der Längs- noch Quersseite an,
 sondern verbreitet sich infolge der Wanderunruhe, die durch den Platzmangel
 hervorgerufen wird, nach allen Richtungen. Ein großer Teil dieser wandernden
 Läuse wird vermutlich noch im Zustande der Wanderunruhe abfallen und dadurch
 vernichtet, ein weiterer Prozentsatz geht, nachdem die Wanderunruhe abgeklungen
 ist, dadurch zugrunde, daß die Larven nicht in der Lage sind, geeignete Stellen
 zum Festsetzen zu finden.

Tabelle 10. Die Zunahme des Blutlausbefalles im Befallsraum
 (Erklärung s. Text S. 20).

Baum Nr.	Cox' Orange-Anlage				Baum Nr.	Coulon-Anlage		
	Befallsstärke					Befallsstärke		
	1. 7. 37	3. 8. 37	2. 9. 37	10.10.37	30. 6. 37	9. 8. 37	2. 10. 37	
1	2 b	2 b	2 a	2 a	1	2 b	2 c	1 b
2	1 a	1 a	—	—	2	3 b	2 c-3 c	1 b
3	1 a-2 a	1 b-2 b	1 b-2 b	2 a	3	2 b	2 c-3 c	1 b
4	1 b-2 b	2 b-3 b	1 b	1 a	4	2 a	3 b	2 b-3 b
5	2 c-3 c	3 c-4 c	2 b	—	5	2 a	1 b	1 a
6	1 a-1 b	2 c-3 b	2 c-3 c	—	6	1 b	1 c	1 b-2 b
7	1 a-2 a	2 c-3 c	2 b 3 b	2 b	7	1 a	1 c	1 b
8	1 a	1 a	1 a	2 a	8	2 a	1 c-2 c	1 b
9	2 b 3 b	3 c	3 c	2 b	9	1 b	1 c	1 b
10	1 a-2 a	3 b	3 b	3 b	10	1 b	2 b	1 b-2 b

Wie aus Tabelle 10 hervorgeht, ist in diesem Falle der Blutlaus-Rückgang
 frühestens nach der Kontrolle im August zu beobachten gewesen, während durch
 die Auszählungen der Rückgang bereits spätestens Anfang Juli festzustellen war,
 wobei allerdings berücksichtigt werden muß, daß die Beobachtungen im Sommer
 1937, die Auszählungen aber erst vom Winter 1937 ab durchgeführt wurden.
 Da mit der größten Besiedlungsdichte auch das Abwandern der Jungläuse zu-
 sammenfällt, werden, wie schon gezeigt wurde, bei der folgenden Auszählung
 nicht alle Individuen erfaßt; die Auszählungen geben also vermutlich den Zeit-
 punkt des Rückganges etwas zu früh an. Auf der anderen Seite kann natürlich
 bei bloßer Schätzung eine exakte Angabe über den genauen Beginn des Rück-
 ganges nicht gemacht werden. Auf jeden Fall aber wird man den Rückgang auf
 etwa Ende Juni bis Mitte August festlegen können.

Die Kräfte, welche für den Rückgang der Blutlaus im Winter verantwort-

lich sind, sind bereits mehrfach erörtert worden (vgl. auch Jancke 1929 und 1935 und Ehrenhardt 1939). Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, welche Faktoren den Rückgang der Blutlaus im Sommer bewirken. Mordwilko glaubt klimatische Einflüsse als Hauptgrund anführen zu können. Thiem & Sachtleben (1937) halten hohe Luftfeuchtigkeit für die Vermehrung der Blutlaus in der heißen Jahreszeit für wichtig. Vielleicht sind auch ernährungsphysiologische Faktoren dafür in Erwägung zu ziehen, wie sie Mordwilko (1908) und Börner (1927) bei anderen Aphiden beobachtet haben. Uns interessiert an dieser Stelle im Zusammenhang mit dem Rückgang der Blutlaus jedoch nur die Frage, in wie weit die Feinde der Blutlaus und von diesen besonders *Aphelinus mali* zu dem Rückgang beitragen.

III. Der Massenwechsel von *Aphelinus mali* Hald.

a) Versuchsanordnung. Die Versuche, die zur Prüfung der Massenwechselverhältnisse von *Aphelinus mali* dienten, sind folgendermaßen durchgeführt worden. In denselben Kolonien, in denen in bestimmten Zeitabständen die Blutläuse ausgezählt wurden, ist gleichzeitig auch die Höhe der Parasitierung bestimmt worden. Die Erfassung der in den Kolonien vorhandenen parasitierten Läuse gestaltete sich jedoch sehr schwierig. Obwohl ich durch die Präparationen von weit über 2000 Läusen eine ziemliche Erfahrung gewonnen hatte, ist es mir in keinem Falle vor der Präparation möglich gewesen, mit absoluter Sicherheit zu entscheiden, ob die Laus parasitiert war oder nicht. Bei solchen Läusen, in denen ein *Aphelinus*-Ei oder jüngere *Aphelinus*-Larven vorhanden waren, war es gänzlich ausgeschlossen, der Laus eine Parasitierung äußerlich anzusehen. Eine eindeutige Bestimmung ist erst kurz vor dem Tode der Laus möglich (vgl. auch Schander & Kaufmann, 1925). Den Parasitierungsgrad stellte ich daher bei jeder Auszählung folgendermaßen fest: I. Es wurde zunächst die Zahl der von der Zehrwespe verlassenen leeren schwarzen „Blutlaushüllen“ und der abgestorbenen vollen schwarzen Läuse, in denen der Parasit also noch vorhanden war, bestimmt. II. Weiter bestimmte ich den Grad der Parasitierung durch Präparation der in den Kolonien enthaltenen lebenden Läuse. In der ersten Zeit wurden nur erwachsene Läuse, später auch Tiere im dritten und vierten Larvenstadium präpariert. III. Endlich wurden aus Kolonien, die aus den Versuchshöfen stammten, die Parasiten-Imagines gezogen und so nochmals der Grad der jeweiligen Parasitierung festgestellt.

b) Bestimmung der Parasitenzahl durch Auszählung und Präparation. Am 22. 12. 1937 waren im Durchschnitt in der Cox' Orange-Anlage (Tabelle 11) 104,4 Blutläuse (vgl. auch Tabelle 8) auf 1 qcm Blutlauskolonie enthalten. Zur gleichen Zeit konnten in denselben Kolonien im Durchschnitt je 1 qcm gefunden werden: 6,3 schwarze Läuse, aus denen die Blutauszehrwespen im Verlaufe des Som-

mers 1937 geschlüpft waren, und 2,9 schwarze tote Blutläuse, aus denen der Parasit noch nicht geschlüpft war; insgesamt waren es also 9,2 schwarze (leere und volle) Blutläuse auf 1 qcm. Der Hundertsatz der noch vom Parasiten besetzten schwarzen Blutläuse beträgt demnach 2,7 %.

Eine Zählung der leeren, vom Parasiten verlassenen „Blutlaushüllen“ allein kann leicht zu Fehlschlüssen führen. Da nämlich der Parasit mehrere Generationen im Jahre hat, werden die leeren Hüllen im Laufe des Jahres in den Kolonien an Zahl zwar zunehmen, andererseits aber wird ein gewisser Teil dieser vom Parasiten verlassenen Hüllen durch Umbilden der Witterung wieder aus den Kolonien entfernt. Für eine einwandfreie statistische Auswertung sind die leeren Blutlaushüllen daher weniger geeignet, wohl aber sind sie für Vergleichszwecke durchaus brauchbar. Wichtiger sind die vollen schwarzen Läuse, in denen also der Parasit noch vorhanden ist. Da der Parasit bis zum Tode seines Wirtes als Larve lebt und sich erst in der toten schwarzen Laus zur Puppe umwandelt, geben demnach die in der Tabelle unter „voll“ aufgezählten schwarzen Läuse die Anzahl der verpuppungsfähigen Larven und gegebenenfalls der Puppen selbst an. Mit anderen Worten: wir können aus der Anzahl der vollen schwarzen Blutläuse entnehmen; wieviel Imagines von *Aphelinus* in absehbarer Zeit zu erwarten sind.

Wie man sieht, nimmt von Ende Dezember bis Mitte Mai sowohl die Zahl der leeren Blutlaushüllen als auch die Zahl der vollen schwarzen Blutläuse mit geringen zufallsmäßig bedingten Schwankungen langsam ab. Diese Abnahme ist, da im Winter ja keine Wespen schlüpfen, auf die erwähnte Einwirkung von Witterungsfaktoren zurückzuführen. Am 26. 5. dagegen ist die Zahl der vollen schwarzen Blutläuse sprunghaft auf 0,6 je 1 qcm im Durchschnitt gesunken, während die Zahl der leeren um etwa den Betrag gestiegen ist, der sich aus der Differenz der am 16. und 26. 5. vorhandenen vollen schwarzen Läuse ergibt. Wie man schon aus diesem zahlenmäßigen Rückgang der schwarzen Läuse zugunsten der leeren Hüllen entnehmen kann, müssen in der Zeit zwischen 16. und 26. 5. die Hauptmassen der Zehrwespen-Imagines geschlüpft sein. Tatsächlich konnte der Schlüpftermin der ersten Wespengeneration des Jahres 1938 hiermit übereinstimmend genau festgelegt werden. Im Spätherbst entwickeln sich nämlich die jüngsten Altersstadien der Zehrwespe bei geeigneten Witterungsverhältnissen nur bis zur ausgewachsenen Larve; dann setzt eine Ruhepause in der Entwicklung ein. Die älteren Entwicklungsstadien dagegen können sich bis zur fertigen Imago entwickeln und schlüpfen, wenn es die klimatischen Verhältnisse gestatten; andernfalls gehen sie im Winter zugrunde. Solche im Spätherbst geschlüpften Wespen können noch Eier in die Blutlaus ablegen. Je nach den klimatischen Verhältnissen entwickeln sich die aus dem Ei schlüpf-

fenden Parasitenlarven bis zum Ruhestadium weiter, oder aber sie verbleiben als mehr oder weniger weit entwickelte Larven in den lebenden Läusen. Die Entscheidung, ob auch die jüngeren Parasitenlarven den Winter überstehen, hängt davon ab, ob die parasitierte Laus selber den Winter zu überdauern vermag (vgl. auch S. 28).

Durch regelmäßige Präparationen zu Beginn des Frühjahrs 1938 konnte die Entwicklung der Parasiten bis zur Imago verfolgt und der Schlüpftermin um den 15. Mai herum festgestellt werden. Tatsächlich setzte das Schlüpfen nahezu schlagartig am 16. und 17. Mai ein und war schon in wenigen Tagen beendet. In den restlichen 0,6 % der schwarzen vollen Blutläuse waren die Jugendstadien der Wespe tot. In der Hauptsache befanden sich unter diesen toten Stadien Puppen, dann folgten nahezu schlüpfreife Imagines und bereits vor längerer Zeit abgestorbene Jugendstadien, deren Alter nicht mehr bestimmt werden konnte. Am geringsten war die Zahl der abgestorbenen Larven.

Nach dem Schlüpfen der aus dem vorigen Jahre stammenden Wespengenerationen nimmt dann die Zahl der vollen schwarzen Läuse bei jeder Auszählung langsam bis August zu, um von da ab allmählich wieder abzunehmen. Nach dem Schlüpfen der Imagines aus den von der Diapause noch nicht betroffenen Jugendstadien überwinterten die Larven im Winter 1938/39 in einer Anzahl, die um rund $\frac{1}{3}$ kleiner als im Winter 1937/38 war. Das wird wohl darauf zurückzuführen sein, daß die Wespen im Oktober 1938 keine oder nur sehr wenig Läuse vorfanden, in die sie ihre Eier ablegen konnten. Im Verlaufe des Winters 1938/39 nimmt dann wiederum die Zahl sowohl der leeren Hüllen als auch der vollen Läuse allmählich ab, was wiederum auf die Wirkung äußerer mechanischer Einflüsse zurückzuführen ist.

Was besonders auffällt, ist die außerordentlich geringe Zahl von vollen schwarzen Blutläusen im Verhältnis zur Zahl der lebenden Blutläuse. Solange die Zahl der Blutläuse im Winter stärker zurückgeht als die Zahl der Parasiten, muß bei einem Vergleich von Blutlaus- und Parasitenzahl natürlich die Parasitenzahl relativ größer werden. In dem Augenblick, wo die Blutlaus sich wieder zu vermehren beginnt, also an Zahl zunimmt (3. 5. 1938), müssen, da die Wespe erst einen halben Monat später schlüpft, die schwarzen Läuse relativ an Zahl abnehmen. Ihre Zahl beträgt zur Zeit der einsetzenden Blutlausvermehrung 4,4 %. Zu dem Zeitpunkt, wo die erste überwinterte Zehrwespengeneration schlüpft (16. 5. 1938), beginnt bereits die zweite Blutlausgeneration heranzuwachsen. Im Vergleich zur Zahl der auf 1 qcm im Durchschnitt vorhandenen Blutläuse beträgt jetzt die Zahl der schwarzen vollen Blutläuse nur noch 1,6 %. Und auch dieses Verhältnis ist noch zu hoch angegeben. Wie schon erwähnt wurde, geht ein bestimmter Prozentsatz

der *Aphelinus*-Jugendstadien während des Winters zugrunde. Er beträgt in unserem Falle etwa 0,6 Individuen je 1 qcm Blutlauskolonie (26. 5. 1938). Zieht man diese Zahl von der am 16. 5. vorhandenen Zahl schwarzer voller Blutläuse ab, so erhält man 1,1 schlüpffähige *Aphelinus*-Stadien je 1 qcm Blutlauskolonie, und das sind 1,06 % im Vergleich zu der vorhandenen Blutlauspopulation. Das heißt, auf 100 Blutläuse entfällt rund 1 Parasit.

Berücksichtigt man, daß die Blutläuse vom 2. 6. bis 10. 6. um mehr als 50 Individuen je 1 qcm Blutlauskolonie, die schwarzen vollen Läuse dagegen nur um 1,1 zugenommen haben, so erscheinen die Aussichten des Parasiten, die Blutlausvermehrung sichtbar zu beeinflussen, denkbar ungünstig. Es fällt jedoch auf, daß von Juli ab die Blutläuse an Zahl abnahmen, zu einem Zeitpunkt, wo 5,5 schwarze parasitierte Läuse je 1 qcm Blutlauskolonie gefunden wurden. Wir müssen annehmen, daß entweder andere Faktoren den Rückgang der Blutlaus beeinflussen, und daß *Aphelinus* höchstens einer dieser Faktoren ist, oder aber, daß wir den gesamten Parasitierungsgrad durch *Aphelinus* nicht erfaßt haben. Diese Annahme ist auf Grund der Auszählungen bis zu einem gewissen Grade berechtigt. Wie bereits erwähnt wurde, schlüpft am 16. und 17. 5. durchschnittlich eine Wespe je 1 qcm Blutlauskolonie, wenn man die 0,6 Individuen abzieht, die während des Winters abgestorben sind. Da nach unseren Befunden das Verhältnis von Männchen zu Weibchen annähernd 1 : 1 ist, können wir zu Beginn der *Aphelinus*-Vermehrung mit 0,5 Weibchen je 1 qcm Blutlauskolonie rechnen. Da ferner die Entwicklung von *Aphelinus* vom Ei bis zur Imago bei 16° C, also einer Temperatur, wie sie im Juni und Juli im Durchschnitt vorhanden ist, rund einen Monat dauert (die Blutlaus benötigt nach unseren Untersuchungen bei dieser Temperatur nur 12—18 Tage¹⁾, hätten bei 40 legereifen Eiern, die wir auf Grund von Ovaruntersuchungen bei *Aphelinus* fanden — Lundie (1924) gibt 40—100 Eier für *Aphelinus* an —, im Juni statt 3,8 wenigstens 20 schwarze Blutläuse in den Kolonien vorhanden sein müssen. Gegenüber den theoretischen Forderungen sind demnach 16 Individuen zu wenig vorhanden. Bei rund 2 Weibchen, die am 10. 6. 38 je 1 qcm Blutlauskolonie zu erwarten waren, hätten statt 5,5 schwarzer Blutläuse 80 im Juli vorhanden sein müssen²⁾. Die

¹⁾ Bei 24° C beträgt die Entwicklungsdauer sowohl von *Aphelinus* als auch von der Blutlaus im Höchstfalle 2 Wochen. Nähere Angaben über die Entwicklungsverhältnisse der Blutlaus und der Zehrwespe sind einer anderen Arbeit vorbehalten.

²⁾ In Wirklichkeit trifft diese einfache Darstellung nicht ganz zu; denn bei Individuen mit mehreren Generationen im Jahre unterliegen die Massenwechsellerscheinungen anderen Gesetzmäßigkeiten (vgl. Bremer, 1929). Wir

Differenz zwischen Erwartung und Ergebnis beträgt hier sogar 74. Da Wirtstiere wenigstens bis zum Monat August reichlich vorhanden sind, kann eine unvollständige Eiablage nicht die Ursache dieser geringen Parasitierungsquote sein.

Wir dürfen demnach zugunsten der Wespe annehmen, daß in Wirklichkeit die tatsächliche Vermehrungsquote in der Tat höher liegt, als es die bloßen Zahlen andeuten. Anfang Juni setzt die große Vermehrungswelle der Blutlaus ein. Da die zu dieser Zeit schlüpfenden Zehrwespen sich auch über diese neu entstehenden Kolonien verbreiten, wird mit dem Abwandern der Imagines zu den neuen Kolonien natürlich auch der zu erwartende Bestand an schwarzen vollen Blutläusen in den einzelnen Kolonien verringert sein, obwohl die Gesamtsumme der Parasiten in ihrem Wirkungsraum (als größere Einheit über die zweidimensionale Kolonie zu denken: etwa ein Baum oder eine Apfelanlage) zunimmt. Dieses Abwandern zu den neu entstandenen Blutlausherden ist schon daraus zu folgern, daß im Juli die Anzahl der auf 1 qcm vorhandenen leeren schwarzen Blutlaushüllen bedeutend geringer ist als im Mai. Erst nachdem der Blutlausbefall zurückgeht, und damit die Ausbreitung und Neubildung von Kolonien zu einem Stillstand kommt, beginnt auch die Zahl der leeren Häute wieder zuzunehmen.

Neben diesem nicht zu erfassenden Teil des Zehrwespenmassenwechsels kommt noch ein weiterer nicht kontrollierbarer Faktor hinzu. Ein Teil der parasitierten Läuse hat das Bestreben, kurz vor dem Tode abzuwandern, um sich in Rissen und Ritzen zu verstecken. Allerdings muß betont werden, daß der weitaus größte Teil der parasitierten Läuse in den Kolonien abstirbt, und daß ferner ein anderer Teil auf der Wanderung in nächster Nähe der Kolonie vom Tode überrascht wird. Wie hoch der Prozentsatz der durch Abwanderung unberücksichtigte Teil der parasitierten Läuse ist, kann nicht angegeben werden, zumal diese Abwanderung, die auch im Freien festgestellt werden kann, nach meinen Beobachtungen von der Temperatur, in der die parasitierten Läuse leben, abhängig zu sein scheint. Von parasitierten Läusen, die bei 24° C an Topfbäumen gezogen wurden, verblieb der größte Teil in der Kolonie, und nur der kleinere Teil wurde in mehr oder weniger weiter Entfernung von derselben tot aufgefunden. Bei 16° C dagegen ist von 11 parasitierten Läusen nur eine einzige an der Saugstelle, eine weitere in 0,5 cm Entfernung von ihrer Saugstelle tot aufgefunden worden, während alle anderen plötzlich verschwunden waren. Schließlich sei noch erwähnt, daß z. B. durch Fraß von Syrphidenlarven einige der vom

nehmen in diesem Falle aber einfachheitshalber an, daß die zu erwartenden Zehrwespen auf Grund der am 10. 6. vorhandenen schwarzen vollen Blutläuse die Ausgangspopulationen seien.

Parasiten befallenen noch lebenden Läuse, und damit auch die Parasiten selbst vernichtet werden.

Um auch in den wahren Parasitierungsgrad der Kolonien einen Einblick zu erlangen, ist die Höhe der gesamten Parasitierung in den Kolonien durch Präparation von Läusen festgestellt worden. Und zwar wurden erwachsene Läuse und Junge des dritten und vierten Larvenstadiums unter dem Binokular geöffnet und alle *Aphelinus*-Entwicklungsstadien vom Ei bis zur weit entwickelten Larve gezählt. Es wurden wenigstens 10 und im Höchsthalle 25 Tiere bei jeder Blutlausauszählung aus jeder Anlage untersucht. Der prozentuale Parasitenbefall steht in der letzten Säule der Tabelle 11. Wie man sieht, sind bis August die Parasiten so stark verteilt, daß keine parasitierte Laus gefunden wurde. Nachdem aber die Blutlaus zurückgeht, und die Wespen nach ihrer Ausbreitung auch über die neu entstandenen Blutlausherde wieder stärker in den einzelnen Kolonien vertreten sind, waren im August 28⁰/₀ und im September sogar 33,3⁰/₀ der Läuse parasitiert.

Tabelle 11. Anzahl der von der Zehrwespe parasitierten Blutläuse in der Cox' Orange-Reinette-Anlage.

Datum	Anzahl lebender Läuse im Durchschnitt je 1 qcm	Anzahl schwarzer Läuse im Durchschnitt je 1 qcm			% schwarzer parasitierter Läuse	% unsichtbar parasitierter Läuse
		leer	voll	Σ		
22. 12. 37	104,4	6,8	2,9	9,2	2,7	0
3. 2. 38	72,3	5,2	3,0	8,2	4,0	0
7. 3.	91,5	4,5	2,2	6,7	6,5	0
14. 3.	33,6	—	—	—	—	—
5. 4.	24,0	5,1	2,0	7,1	7,7	0
12. 4.	22,5	8,1	2,4	10,5	9,6	0
23. 4.	18,5	5,0	2,0	7,0	9,8	0
3. 5.	43,3	4,6	1,9	6,5	4,4	0
16. 5.	102,7	4,3	1,7	6,0	1,6	0
26. 5.	161,2	5,4	0,6	6,0	0,4	0
2. 6.	176,7	4,0	2,7	6,7	1,5	0
10. 6.	222,2	4,3	3,8	8,1	1,7	0
13. 7.	137,1	2,8	5,5	8,3	3,9	0
11. 8.	48,5	5,0	6,7	11,7	12,1	28,0
1. 9.	57,7	14,0	5,5	19,5	8,7	0
15. 9.	4,5	19,3	2,4	21,7	34,8	33,3
8. 10.	0	22,2	2,6	24,8	100,0	0
8. 11.	25,3	14,0	0,9	14,9	3,4	0
30. 12.	2,6	6,8	0,5	7,3	16,1	0
29. 1. 39	2,0	4,4	0,4	4,8	16,7	0
23. 2.	1,5	3,9	0,4	4,3	21,1	0

Auch die Ergebnisse, die durch Auszählung der leeren, vom Parasiten verlassenen Blutlaushüllen und der toten schwarzen Blutläuse in der Coulon-Anlage erzielt wurden (Tabelle 12), ähneln in hohem Maße

den Verhältnissen, die wir in der Cox' Orange-Anlage fanden. Hier erreicht die Parasitierung allerdings etwas höhere Werte. Ganz anders dagegen sind die Ergebnisse, die auf Grund der Präparation gefunden wurden. Hier sind bis weit in das Frühjahr hinein (18. 3. 1938) in noch lebenden Läusen jüngere *Aphelinus*-Stadien gefunden worden, die gleichfalls noch lebten (vgl. S. 24). Die Wahrscheinlichkeit, daß die jungen Parasitenstadien in lebenden Läusen den Winter überstehen, ist jedoch bei der Anfälligkeit der Blutläuse gegen die Winterkälte sehr gering. Da zudem das Auftreten von lebenden parasitierten Blutläusen während des ganzen Winters hindurch nur ausnahmsweise gerade in dieser Anlage festgestellt wurde, erscheint diese Art der Überwinterung des Parasiten im Vergleich zu der üblichen Überwinterung als erwachsene Larve in abgestorbenen Läusen praktisch bedeutungslos.

Tabelle 12. Anzahl der von der Zehrwespe parasitierten Blutläuse in der Coulon-Reinette-Anlage.

Datum	Anzahl lebender Läuse im Durchschn. je 1 qcm	Anzahl schwarzer Läuse im Durchschn. je 1 qcm			% schwarzer parasitierter Läuse	%, unsichtbar parasitierter Läuse
		leer	voll	Σ		
9. 12. 37	54,2	16,7	4,5	21,2	7,7	9,1
16. 12.	50,0	16,3	5,6	21,9	10,0	9,1
22. 1. 38	34,8	19,3	2,8	22,1	7,5	23,1
18. 3.	31,1	14,5	2,1	16,6	6,3	9,1
23. 3.	16,8	—	—	—	—	—
26. 4.	11,7	10,2	1,8	12,0	13,3	0
17. 5.	120,2	—	—	—	—	—
30. 5.	178,2	—	—	—	—	—
8. 6.	92,6	8,2	2,2	10,4	2,3	0
15. 7.	110,0	10,2	7,5	17,4	6,4	9,1
18. 8.	44,3	7,3	7,8	15,1	15,0	25,0
22. 8.	46,0	10,3	8,5	18,8	15,6	20,0
20. 9.	34,3	21,0	4,3	25,3	11,1	9,1
10. 10.	76,7	15,5	4,1	19,6	5,1	13,0
14. 11.	84,1	8,6	2,5	11,1	2,9	0
30. 12.	10,1	23,0	2,4	25,4	19,2	0
29. 1. 39	9,1	19,3	2,2	21,5	19,5	0
24. 2.	8,2	12,5	2,4	15,2	22,6	0

c) Bestimmung der Parasitenzahl durch die Aufzucht der Wespen. In den Jahren 1937/38 wurden aus Blutlauskolonien der verschiedensten Herkunft (nur Niederelbegebiet) alle Parasiten bis zur Imago gezogen. Hierzu wurde der Teil der Zweige, an denen sich die Kolonien befanden, in Zellophantüten eingebettelt. Die Zweige standen mit ihrer Schnittfläche in Wasser, um ein Vertrocknen der Zweige und damit ein vorzeitiges Abwandern der Läuse zu verhindern. Täglich wurden die Zweige auf die Zahl der geschlüpften Wespen hin kontrolliert. Um Neuinfektion zu verhindern, wurden die Wespen täglich nach der Kontrolle abgetötet. Da trotzdem die Gefahr bestand, daß frisch

geschlüpfte Imagines im Verlaufe der ersten 24 Stunden einen Teil ihrer Eier ablegten, die sich natürlich auf den Versuchsausfall störend bemerkbar machen mußten, durfte die Zucht nicht länger betrieben werden, als es die Entwicklung der Parasiten verlangte. Tabelle 13 mag als Beispiel für einen dieser Zuchtversuche dienen. In der Cox' Orange-Anlage wurden die Zweige am 13. 7. eingebeutelt. Bei der ersten Kontrolle am 14. 7. waren in keinem Zellophanbeutel Wespen zu finden. Zwischen dem 18. und 19. waren in Kolonie I 10 Wespen geschlüpft. Von nun an stieg die tägliche Zahl der geschlüpften Parasiten mit Schwankungen bis auf 23 Individuen an und ging dann allmählich wieder zurück. Nachdem 6 Tage lang, also bis zum 9. 8., keine Wespen aufgetreten waren, schlüpften plötzlich noch einmal im Laufe einer Woche zahlreiche Imagines. Am 17. 8., also nach einer Zuchtdauer von über einem Monat, wurden die Versuche abgebrochen. In der Versuchskolonie II treten sogar 12 Tage nach dem Schlüpfen der letzten Imago innerhalb der ersten einheitlichen Schlüpfperiode unvermittelt zwei Wespen auf. In Kolonie III liegt abermals eine Woche zwischen dem Abschluß der ersten Schlüpfperiode und dem Auftreten von neuen Wespen.

In den Versuchskolonien, die aus den beiden anderen Apfelanlagen stammen, kann mit Ausnahme von Kolonie II der Horneburger Pfannkuchen-Anlage gleichfalls ein allmähliches Ansteigen der täglichen Schlüpfzahl bis zu einem Maximum und ein anschließendes Abklingen gut verfolgt werden. In diesen Zuchten fehlt eine zweite Schlüpfperiode mit Ausnahme von Kolonie I aus der Neuhäuser Boiken-Anlage, wo nach einer Woche noch eine Imago schlüpft.

Bei genauerer Betrachtung fällt auf, daß die Hauptschlüpfperiode im frühesten Falle am 16. Tage, spätestens am 21. Tage nach dem Ansetzen beendet ist. Da die Entwicklung der Zehrwespe vom Ei bis zur Imago bei 16° C etwa einen Monat, bei 24° C dagegen nur die Hälfte der Zeit dauert, ist anzunehmen, daß sich alle Entwicklungsstadien des Parasiten, die sich zur Zeit der Eutnahme der Kolonien aus den Anlagen in den Blutläusen befanden, bei den im Zuchtraum herrschenden Temperaturen (vgl. Säule 5 der Tabelle) zur Imago entwickelt haben. Die in den Zuchten auftretende zweite Schlüpfwelle wird daher sehr wahrscheinlich auf Neuinfektionen durch Zehrwespen zurückzuführen sein, die während der Zucht in den Zellophanbeuteln geschlüpft waren. Berücksichtigt man, daß die Zimmertemperatur, in der sich die Zuchten befanden, im Durchschnitt rund 20° betrug, so dürfte die Annahme einer 20-tägigen Entwicklungsdauer von *Aphelinus mali* den tatsächlichen Verhältnissen bei dieser Temperatur entsprechen. Da auch in der kalten Jahreszeit die Temperaturen im Zuchtraum nicht wesentlich herabsanken, ist im folgenden für die Auswertung dieser Zuchtversuche von *Aphelinus* die

Tabelle 13. Zuchtversuche mit parasitierten Blutläusen.

Datum	„Cox' Orange-Reinette“			„Neuhäuser Boiken“		„Horneburger Pfannkuchen“			Zucht-Temperaturen	
	Anzahl geschlüpfter Zehrwespen-Imagines in:			Anzahl geschlüpfter Zehrwespen-Imagines in:		Anzahl geschlüpfter Zehrwespen-Imagines in:			Max.	Min.
	Kol. I	Kol. II	Kol. III	Kol. I	Kol. II	Kol. I	Kol. II	Kol. III		
14. 7. 38	0	0	0	—	—	—	—	—	21,0	17,5
15. 7.	0	0	0	0	0	—	—	—	22,5	19,5
16. 7.	0	0	0	0	0	—	—	—	21,5	20,0
17. 7.	0	0	0	0	0	—	—	—	21,5	19,5
18. 7.	0	0	0	0	0	0	0	0	19,5	18,0
19. 7.	10	0	0	0	0	0	0	0	19,0	17,5
20. 7.	7	1	2	0	0	0	1	0	18,0	17,0
21. 7.	11	1	0	0	0	1	0	0	19,5	17,5
22. 7.	9	1	0	1	0	0	0	0	19,0	18,0
23. 7.	8	1	1	3	1	0	0	0	21,5	18,0
24. 7.	15	3	5	2	1	0	1	0	22,0	19,0
25. 7.	23	1	16	8	5	1	1	0	22,0	20,0
26. 7.	11	0	3	18	13	1	0	1	24,0	20,0
27. 7.	13	2	2	7	12	3	0	1	23,5	20,0
28. 7.	3	2	3	3	2	4	0	4	23,0	20,5
29. 7.	4	4	0	7	1	23	1	2	22,5	20,0
30. 7.	8	1	6	7	0	17	0	6	23,5	20,5
31. 7.	1	1	1	4	0	10	0	11	25,0	22,5
1. 8.	1	2	3	3	1	10	0	2	27,0	24,0
2. 8.	2	2	1	1	1	6	0	5	26,0	23,0
3. 8.	0	0	0	0	0	0	0	0	25,0	20,5
4. 8.	0	0	0	1	0	2	0	0	26,0	22,5
5. 8.	0	0	0	0	0	0	0	0	26,0	21,0
6. 8.	0	0	0	0	0	0	0	0	26,5	21,5
7. 8.	0	0	0	0	0	0	0	0	26,5	21,5
8. 8.	0	0	0	0	0	0	0	0	25,5	21,5
9. 8.	10	0	7	0	0	0	0	0	26,0	22,0
10. 8.	3	0	0	0	0	0	0	0	26,0	21,0
11. 8.	3	0	0	1	0	0	0	0	25,0	23,0
12. 8.	3	0	0	0	0	0	0	0	25,0	22,5
13. 8.	0	0	0	0	0	0	0	0	24,5	23,0
14. 8.	4	2	0	0	0	0	0	0	25,0	22,5
15. 8.	1	0	0	0	0	0	0	0	24,0	21,0
16. 8.	0	0	0	0	0	0	0	0	22,0	20,5
17. 8.	0	0	0	0	0	0	0	0	25,0	18,0
18. 8.				0	0	0	0	0	18,5	17,0
19. 8.						0	0	0	18,5	17,0
20. 8.						0	0	0	20,0	18,5
21. 8.						0	0	0	18,5	16,0
Anzahl geschlüpfter Imagines	126	22	43	65	37	78	4	32		
Größe der Kolonien je 1 qcm	6,0	6,0	5,5	10,0	14,0	9,0	18,0	9,0		
Anzahl geschlüpfter Imagines je 1 qcm	21,0	3,7	7,8	6,5	2,5	8,7	0,2	3,6		

Entwicklungsdauer von 20 Tagen, gerechnet vom ersten Auftreten der Wespen in den Zellophanbeuteln, berücksichtigt worden. Legt man nämlich die Entwicklungsdauer von 20 Tagen für *Aphelinus mali* in den Zuchtversuchen an der Cox' Orange-Kolonie zugrunde, so fehlen in Kolonie I noch 2 Tage, in Kolonie III gerade noch ein Tag bis zum Schlüpfen der ersten Wespen der zweiten Vermehrungswelle.

Am Ende der Tabelle steht die für 1 qcm errechnete Gesamtsumme aller Parasiten, die während der ersten Schlüpfperiode geschlüpft sind. Wie man sieht, schwankt die Anzahl der Individuen auch in den Kolonien der gleichen Anlage beträchtlich. Es wurden daher, um einigermaßen erträgliche Durchschnittswerte zu erlangen, im allgemeinen wenigstens 3 Kolonien aus jeder Versuchsanlage in der beschriebenen Weise auf den Parasitierungsgrad geprüft und aus den Ergebnissen der Durchschnittswert je 1 qcm errechnet.

Tabelle 14. Höhe des Parasitenbefalles in der Coulon- und Cox' Orange-Anlage nach Zählung der aus parasitierten Blutlauskolonien gezogenen Zehrwespen.

Datum	Cox' Orange-Anlage		Datum	Coulon-Anlage	
	Anzahl geschlüpfter Imagines insgesamt	im Durchschnitt je 1 qcm		Anzahl geschlüpfter Imagines insgesamt	im Durchschnitt je 1 qcm
4. 8. 37	186	8,1	18. 9. 37	57	2,1
			2. 10.	27	1,2
			28. 10.	27	0,6
18. 11.	3	0,1	18. 11.	1	0,1
1. 12.	0	0	1. 12.	0	0
3. 1. 38	0	0	3. 1. 38	0	0
14. 7.	192	11,1	6. 7.	35	3,0
12. 8.	151	8,4	14. 8.	220	9,4
18. 9.	2	0,3	21. 9.	31	1,0

Die Ergebnisse der Zuchtversuche mit *Aphelinus mali* aus der Coulon- und Cox' Orange-Anlage zeigt Tabelle 14. Wie man sieht, sind im Maximum 11,1 geschlüpfte Zehrwespen je 1 qcm in der Cox' Orange-Anlage im Juli gefunden worden. Da die Wespen in dem Jahre 1938 im Freien am 17. Mai zu schlüpfen begannen, kann es sich bei den im Juli schlüpfenden Individuen bereits um die zweite Nachkommengeneration handeln. Im August 1938 sinkt in dieser Anlage die Anzahl schlüpfender Imagines bereits wieder auf 8,4 Individuen je 1 qcm. Dieser Wert deckt sich auffallenderweise sehr gut mit der Zahl der im Jahre 1937 zur gleichen Zeit geschlüpften Individuen. Bereits im September sinkt dann die Zahl der schlüpfenden Wespen nahezu auf den Wert 0. Ähnlich liegen auch die Verhältnisse für die Coulon-Anlage. Hier ist die größte Schlüpfzahl von Wespen allerdings erst einen Monat später, im

August, erreicht worden. Auch hier sinkt die Zahl schlüpfender Wespen bereits beträchtlich im September. Im Vergleich zu 1937 liegt für diese Anlage die Schlüpfhöhe im September 1938 um 50% tiefer. Anfang Oktober 1937 schlüpfen noch 1,2 Individuen im Durchschnitt je 1 qcm, Ende Oktober ist es nur noch die Hälfte, im November schlüpfen nur noch 0,1 Individuen (d. h. eine Wespe in allen Kolonien) und im Dezember und Januar überhaupt keine Wespen mehr, obwohl zahlreiche schwarze volle Läuse vorhanden waren, in denen lebende *Aphelinus*larven festgestellt werden konnten. Bei den im Oktober und November im warmen Laboratorium schlüpfenden Wespen handelt es sich um jene Individuen, deren Entwicklungsstadien noch nicht der Ruhepause unterlagen.

Von Bedeutung ist die Tatsache, daß auch auf Grund dieser Zuchtversuche kein wesentlich anderes Parasitierungsverhältnis festzustellen ist als in den anderen Versuchsreihen. Auch die aus den anderen Versuchsanlagen entnommenen Blutlauskolonien ergaben keinen höheren Parasitenbefall. Hier fielen die Ergebnisse im Gegenteil noch ungünstiger als in der Coulon- und Cox' Orange-Anlage aus.

IV. Schlußbetrachtung.

a) Der Einfluß der Zehrwespe auf den Massenwechsel der Blutlaus in biologischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Alle drei Methoden, nach denen die Vermehrungsverhältnisse der Wespe bestimmt wurden, geben andere Ergebnisse. Der höchste Parasitierungsgrad wurde auf Grund der Präparationen der Blutläuse mit 33,3% bestimmt (Cox' Orange-Anlage, Tabelle 11). Dann folgt die mit 11,1 geschlüpfen Individuen je 1 qcm bestimmte Schlüpfstärke der Wespen (Cox' Orange-Anlage, Tabelle 14). Der geringste Parasitenbefall ist schließlich auf Grund der Auszählung der schwarzen vollen Blutläuse festgestellt worden. Von allen drei Methoden wird zweifellos der Auszählung der schwarzen parasitierten Läuse die geringste Genauigkeit zugesprochen werden müssen bei der Entscheidung der Frage, wie hoch der Parasitierungsgrad bis zu einem bestimmten Zeitpunkt in den Blutläusen einer Kolonie ist. Denn durch sie wird ja nur die Anzahl der älteren sichtbaren Parasitenstadien, die sich größtenteils im Stadium der Verpuppung bzw. frühestens im Übergang vom Larven- zum Puppenstadium befinden, ermittelt. Alle jüngeren Stadien werden nicht erfaßt. Dieser Methode kommt nur relative Bedeutung zu. Sie sagt uns, mit wieviel erwachsenen Wespen wir im jeweiligen Zeitabschnitt in nächster Zeit annähernd rechnen können. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen ist allerdings die Erfassung der schwarzen vollen Läuse bedeutungsvoll; denn die Wespenimagines sind ja die Träger der Fortpflanzung, und die Anzahl der vorhandenen Weibchen bestimmt die voraussichtliche

Höhe der neuen Vermehrungswelle. Die Entscheidung, wieviele Wirte parasitiert und damit ihrerseits von der Vermehrung ausgeschlossen worden sind, ist für den jeweiligen Zeitpunkt der Untersuchung zwar bedeutungsvoll, für den Enderfolg aber von geringer Bedeutung dann, wenn von der Gesamtsumme der abgelegten Eier nur ein Bruchteil die volle Entwicklung bis zur neuen Fortpflanzungsgeneration durchzumachen in der Lage ist. Alle drei Versuchsmethoden zusammen ergeben aber einen annähernd umfassenden Überblick über den Einfluß, den die Zehrwespen auf die Blutlaus im Niederelbegebiet ausüben. Im günstigsten Falle waren 33 $\frac{0}{10}$, also ein Drittel der in den Kolonien enthaltenen Läuse parasitiert. Dabei handelt es sich um solche Läuse, denen äußerlich eine Parasitierung noch nicht anzumerken ist. Um die Gesamthöhe der in den Kolonien vorhandenen parasitierten Läuse zu erhalten, müssen wir hierzu noch die Anzahl der schwarzen (toten) parasitierten Läuse hinzurechnen. Dann beträgt die Höhe der Gesamtparasitierung statt 33,3 $\frac{0}{10}$ vielmehr 68,1 $\frac{0}{10}$ (Tab. 11; 15. 9. 38). In der Coulon-Anlage sind es unter gleichen Verhältnissen im günstigsten Falle 40 $\frac{0}{10}$ (Tab. 12; 13. 8. 38); d. h. von 44 Läusen, die im August in dieser Anlage auf 1 qcm Blutlauskolonie im Durchschnitt vorhanden sind, ist etwa die Hälfte parasitiert. Von dieser Gesamtsumme aller Parasiten-Jugendstadien vollendet jedoch, wie aus den Zuchtversuchen eindeutig hervorgeht (vgl. Tab. 14), nur ein geringer Bruchteil seine Entwicklung, wie wir es gleichfalls schon auf Grund der Auszählung der vollen schwarzen (toten) Läuse, in denen der Parasit bereits auf weit fortgeschrittener Entwicklungsstufe enthalten ist, gefolgert haben.

Anschließend verdienen einige Fragen geprüft zu werden. Erstens die, wie weit *Aphelinus* für den Rückgang der Blutlaus im Sommer mit verantwortlich zu machen ist. Wie aus den Tabellen 11, 12 und 14 hervorgeht, beträgt die Anzahl der in den Kolonien enthaltenen parasitierten Läuse nur einen Bruchteil der Gesamtzahl der Blutläuse in dem Zeitpunkt, wo die Blutlaus ihre größte Individuenanzahl erreicht. Auf Grund der schwachen Parasitierungsbefunde ist es mehr als fraglich, ob die Zehrwespen wirklich ausschlaggebend für den Rückgang des Blutlausbefalles verantwortlich sind. Dagegen scheint auch eine einfache Überlegung zu sprechen. Nach unseren experimentellen Untersuchungen ist die Blutlaus in der Lage, bis rund 160 Junge zu gebären. Demgegenüber fanden wir in den Ovarien von *Aphelinus* nur rund 40 legereife Eier. Unter den am 10. 6. vorhandenen 222,2 Blutläusen waren rund $\frac{1}{4}$ (23,7 $\frac{0}{10}$; vgl. Tab. 8) erwachsene Individuen, von denen jedes ein Weibchen ist, das parthenogenetisch Junge zur Welt bringt. Zur gleichen Zeit waren aber auf Grund der in denselben Kolonien gefundenen schwarzen Läuse nur 3,8 Zehrwespeninimagines in absehbarer Zeit zu erwarten, von denen

wir einfachheitshalber annehmen wollen, daß sie tatsächlich unmittelbar nach der Anszählung geschlüpft wären. Da nach unserer Feststellung das Verhältnis von Weibchen zu Männchen annähernd 1:1 beträgt, wären demnach rund 2 weibliche Imagines vorhanden. Es stehen also etwa 50 Blutläuse mit je 160 Nachkommen 2 Zehrwespenweibchen mit je 40 Nachkommen (bzw. 40 bis 100 Nachkommen nach Lundie) gegenüber. Ferner kommt noch hinzu, daß *Aphelinus* nicht nur in die erwachsenen Läuse sondern in alle Altersstadien der Blutlaus, auch in die jüngsten Larven, die Eier ablegt. Es wird also nur ein Teil der bereits Nachkommen erzeugenden Altersstadien von den Parasiten vernichtet, und darüber hinaus sind auch die bereits infizierten erwachsenen Läuse noch eine Zeitlang in der Lage, Junge zu gebären. So wurden z. B. bei 16° C noch in den ersten 5—6 Tagen nach der Infektion in annähernd normalem Maße Junge geboren (bis zu 8 Junge pro Tag). Die Blutlaus vermehrt sich also wesentlich stärker als die Wespe. Die Zehrwespe kann demnach nicht die einzige Ursache des Blutlausrückganges im Sommer sein. Die höchsten Parasitierungsquoten werden gerade erst zu der Zeit erreicht, wo der Blutlausbefall schon lange im Rückgang begriffen ist. Erst dann macht sich der Einfluß der Wespe recht beachtlich bemerkbar, wie es auch aus Fig. 2 und 3 hervorgeht, in der die Massenwechselkurven für Blutlaus und Zehrwespe wiedergegeben sind. Der Parasit beschleunigt also lediglich den Rückgang der Blutlaus und kann den Tiefstpunkt des Rückganges weiter hinabdrücken. Vergegenwärtigt man sich weiterhin, daß die Wespe zu Beginn der Vegetationsperiode verhältnismäßig spät im Freien auftritt, und daß die Blutlaus zu dieser Zeit nicht nur an Zahl in den Kolonien zunimmt, sondern daß durch den Schädling auch bereits der Neubefall hervorgerufen werden kann, ehe die Wespe sichtbar in Erscheinung tritt, so wird verständlich, wie vorsichtig man bei der Beurteilung der Bedeutung des Parasiten sein sollte.

Im Zusammenhang mit den geschilderten Massenwechselbeziehungen zwischen Blutlaus und Zehrwespe verdient zweitens noch kurz die Frage behandelt zu werden, welche Faktoren für den Rückgang der Blutlaus verantwortlich sind. Nach unseren Beobachtungen spielen Syrphiden- und Neuropterenlarven eine nicht zu unterschätzende Bedeutung bei der Vernichtung der Blutlaus im Sommer (vgl. auch Rosenberg 1934 u. Speyer 1936). So konnte z. B. in den Jahren 1937 und 1938 das Auftreten von zahlreichen Syrphidenlarven in den Kolonien nicht nur festgestellt werden, sondern aus den in den Kolonien gefundenen leeren oder noch ungeschlüpften Syrphideneiern ließ sich sogar die Häufigkeit der in den Blutlauskolonien räubernden Syrphidenlarven annähernd bestimmen. So waren z. B. von August ab nahezu in jeder Blutlauskolonie Syrphideneier in wechselnder

Anzahl zu finden. Daneben konnten natürlich auch die Larven selbst beim Fraß in den Kolonien beobachtet werden. Besonders häufig sind die Larven von *Cnemodon fulvimanus*, *Epistrophe balteata* und *Syrphus ribesii* unter diesen Blutlausvertilgern vertreten. Berücksichtigt man, daß eine *Syrphus*-Larve, die vom ersten Lebenstage an bis zur Verpuppung mit Blutläusen gefüttert wurde, in dieser Zeit 14 Blutläuse des ersten und zweiten Larvenstadiums, 7 des dritten und vierten Stadiums und 177 erwachsene Individuen als Nahrung brauchte, so kann man sich eine ungefähre Vorstellung davon machen, wie hoch die durch den Fraß der Syrphidenlarven bedingte Vernichtungsziffer ist. Nicht minder groß ist auch die Zahl der Neuropterenlarven, die besonders zu Beginn des Hochsommers in den Kolonien angetroffen werden können. Auch ihre Häufigkeit kann annähernd durch die Zahl der in den Kolonien und deren Nähe abgelegten Eier geschätzt werden. Gelege von etwa 15 bis 20 Neuroptereiern sind keine Seltenheit. Die Bedeutung der Coccinelliden wurde noch nicht so eingehend untersucht (vgl. Speyer 1935).

Diese zu Beginn des Hochsommers besonders zahlreich auftretenden Blutlausfeinde tragen nicht nur in hohem Maße zur Vernichtung der Blutlaus bei, sondern können auch den Lebensraum der Zehrwespe sehr stark einengen, nämlich dann, wenn der Lebensraum der Feinde durch den fortschreitenden Rückgang der Blutlaus immer kleiner wird. Da ferner nach unseren Beobachtungen auch solche lebenden Läuse von Syrphidenlarven vernichtet werden, in denen sich jüngere *Aphelinus*-Stadien befinden, wird nicht nur der Lebensraum sondern auch die Parasitenpopulation selbst verkleinert. Vielleicht können wir hierin die Ursache für den geringen Vermehrungszuwachs der Wespe erblicken (vgl. S. 33). Je stärker die Blutlaus zurückgeht, umso schwerer wiegende Folgen muß das für die Wespe haben, da ihre Existenz von der Blutlaus abhängt. Die fortschreitende Einengung hemmt zunächst das weitere Anwachsen der Parasitenpopulation und führt schließlich zu einem Rückgang von *Aphelinus*. Wie sich dieser Lebenskampf in der Natur abspielt, konnte häufiger beobachtet werden. Etwa gegen Ende August findet man in den stark entvölkerten Kolonien häufig Syrphidenlarven, die zwischen den schwarzen toten Blutläusen auf der Suche nach Nahrung umherkriechen und auch die letzten noch vorhandenen lebenden Blutläuse der Kolonie systematisch vernichten. Hierdurch müssen die Parasitenpopulationen allmählich zusammenbrechen. Daß die Zahl der Zehrwespen infolge des Rückganges der Blutlaus stark zurückgeht, ist aus den zahlenmäßigen Befunden der Tabellen 11 und 12 ersichtlich. Zwischen Parasit und Wirt besteht eben eine unabänderliche höchst einfache Beziehung, wenn der Parasit auf diesen einen Wirt angewiesen ist: ist der Wirt vernichtet, dann ist auch dem Parasiten jegliche Existenzmöglichkeit genommen. Wir

kommen damit ganz zwangsläufig zu derselben Einsicht, wie sie Schneider (1938) aus seinen Beobachtungen in Sumatra an der Drepanide *Oreta* als Wirt und dem Chalcidier *Brachymera* als Parasit gewonnen hat, daß nämlich ein Schädling, welcher periodisch wiederkehrende Schwankungen in seiner Populationsdichte erfährt, durch seinen von ihm allein abhängigen Parasiten überhaupt nicht wirksam beeinflußt werden kann (Schneider a. a. O. S. 22) ¹⁾.

Ob die Feinde allein für den Rückgang des Blutlausbefalles verantwortlich zu machen sind, oder ob auch noch andere Umweltfaktoren, etwa ungünstige Ernährungsverhältnisse oder klimatische Einflüsse mit beteiligt sind, kann hier nicht erörtert werden. Darauf wird an anderer Stelle eingegangen werden. Wenn auch die Annahme solcher ungünstiger Ernährungsverhältnisse und Klimaeinflüsse durchaus nahe liegt, so geht doch schon allein aus diesen Ausführungen hervor, daß wir es hier mit einem recht verwickelten Komplex von Umweltfaktoren zu tun haben, die den Massenwechsel der Blutlaus beeinflussen. *Aphelinus mali* ist nur ein Glied in jener Faktorenkette, die für das Zusammenbrechen der jährlichen Blutlauskalamität im Hochsommer verantwortlich zu machen ist.

Neuerdings haben Sachtleben & Thiem (1937) interessante Angaben über die Parasitierungsverhältnisse der Wespe auf Grund ihrer Untersuchungen in der Provinz Brandenburg gemacht. Danach steht der Parasitierungsgrad in Beziehung zu den „ökologischen Verhältnissen der einzelnen Obstbaugebiete“, und zwar nimmt die Stärke der Parasitierung mit der Dichte des Baumbestandes zu. Dieser Befund läßt sich wohl so erklären, daß die Lebensaussichten der Wespe dort größer sein werden, wo im Rahmen größerer geschlossener Anpflanzungen größere Ausgleichsmöglichkeiten im Wechselspiel zwischen Wirt und Parasit gegeben sind. Die beiden Autoren weisen in diesem Zusammenhang auch auf die verwandten ökologischen Beziehungen zwischen dem Havelländischen und Altländer Obstbaugebiet hin (große Wasserflächen, dichter Baumbestand). Leider lassen sich aber die Parasitierungsverhältnisse, die Sachtleben & Thiem für das havelländische Gebiet geben, nicht ohne weiteres mit unseren vergleichen, da von diesen Autoren die Stärke der Parasitierung nur auf die Länge der Kolonien bezogen worden ist. Legen wir bei schwer befallenen Apfelzweigen für die Breite der Kolonien 2 cm als Durchschnittswert zugrunde, so würden wir im besten Falle (für den Ort Hermannswerder) statt 12 nur 6 parasitierte Läuse je 1 qcm Blutlauskolonie erhalten, wobei, soweit aus den Angaben zu ersehen ist, sowohl

¹⁾ Damit ist natürlich nicht die Möglichkeit ausgeschlossen, durch wiederholtes planmäßiges Aussetzen künstlich in Massen herangezogener Wespen die Blutlaus biologisch zu bekämpfen. Hierüber werden wir zu gegebener Zeit berichten.

leere als auch volle schwarze Läuse zusammengenommen sind, während wir zu entsprechender Jahreszeit (September bis November) im Höchstfalle 24,8 leere und volle schwarze Läuse in der Cox' Orange-Anlage und 25,3 in der Coulon-Anlage fanden.

Trotz unseres im Vergleich zu anderen Ergebnissen überaus günstigen Parasitierungsbefundes glauben wir der Wespe vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen in Anbetracht der geschilderten Verhältnisse (spätes Schlüpfen der Wespe, starke Vermehrung und Ausbreitung der Blutlaus vor dem Auftreten der Wespe, starke Abhängigkeit von dem Grad des Blutlausbefalles) nur eine recht bedingte Brauchbarkeit als natürliches Bekämpfungsmittel zusprechen zu können (vergl. Thompson 1934). Leider müssen wir dies mit allem Nachdruck betonen, um vor übertriebenen Hoffnungen, die man in die Wespe setzt, zu warnen. Wir glauben daran festhalten zu müssen, daß die Blutlaus, wenn einigermaßen günstige Witterungsverhältnisse im Winter herrschen, wie es 1937/38 der Fall war, in ihrer Vermehrung und Ausbreitung dem Parasiten weit vorausseilt und schweren wirtschaftlichen Schaden verursacht, ehe der Einfluß der Wespe irgendwie in Erscheinung tritt. Treten andererseits kalte Winter auf, dann wird vermutlich der Wespenbestand aus Mangel an Läusen im Frühjahr so stark vernichtet, daß sich die Blutlaus dann wieder ungestört vermehren kann. Daß natürlich auf der anderen Seite die Zehrwespe den Rückgang beschleunigt und gegebenenfalls die Blutlaskalamität im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode beeinflussen kann, ist schon hinreichend betont worden. Diese Auffassung haben wir auch stets der Praxis gegenüber vertreten. Wir sehen die Wespe nur als gutes zusätzliches und kostenloses Hilfsmittel bei der Bekämpfung der Blutlaus an.

b) Zur Frage der Einbürgerung und Ausbreitung der Zehrwespe. Zum Schluß sei noch kurz auf die Einbürgerungs- und Ausbreitungsmöglichkeit der Blutlaskazerwespe eingegangen. Wie aus den Ausführungen hervorgeht, hat sich die Wespe im niedereleischen Obstbaugebiet im Verlauf von drei Jahren äußerst schnell und weit verbreitet. Wir glauben auf Grund unserer Erfahrungen, daß die Zehrwespe für die Einbürgerung in allen Apfelanlagen in ganz Deutschland geeignet ist. Trotzdem ist zu Einbürgerungsversuchen in Anlagen mit nur wenigen Bäumen nicht zu raten. Die Zehrwespe ist, wie erwähnt, ein zusätzliches Hilfsmittel zur Bekämpfung der Blutlaus und gehört daher in erster Linie in große Erwerbsobstanlagen, wo eine ständige Kontrolle der Blutlaskalamität sehr schwer durchführbar ist. Für eine erfolgversprechende Ansiedlung sind auch zahlreiche kleinere aber zusammenhängende Obstanlagen (z. B. Schrebergärten) brauchbar. Wo jedoch nur einige wenige isoliert stehende Obstbäume vorhanden sind, da sollte man eine energische Bekämpfung mit chemischen Mitteln, und zwar mit Pflanzmitteln durch-

führen. Diese Methode ist entschieden radikaler und sie verspricht bessere Erfolge als das Experiment mit einer biologischen Bekämpfung.

Auch zur Methode der Aussetzung seien auf Grund unserer Erfahrungen, die wir sowohl im Niederelbegebiet als auch durch unsere umfangreichen Verschickungen der Zehrwespe gesammelt haben, einige Bemerkungen gemacht. Es empfiehlt sich, 2—3 Zweige mit Blutlauskolonien, in denen sich parasitierte Läuse befinden, an die Unterseite eines Astes in der Nähe von Blutlauskolonien zu binden. Die ausschlüpfenden Wespen finden dann ohne weiteres ihren Weg zu den Blutläusen. Das Aussetzen erfolgt am besten in den Monaten Mai bis Juli. Die Frage, ob die Parasiten bei der Aussetzung zunächst durch Gaze- oder Leinwandbeutel eingezwängert werden sollen oder nicht, läßt sich so beantworten: Durch das Einbeuteln wird zwar weitgehend verhindert, daß Wespen verloren gehen. Bei der überaus günstigen Einbürgerungsfähigkeit der Wespe ist diese Maßnahme jedoch nicht nötig. Wohl besteht die Möglichkeit, daß durch uneingebeutelte Infektionen einige Wespen verloren gehen, dafür ist auf der anderen Seite eine schnellere Verbreitung der Wespe möglich. Wir selbst haben bei unseren zahlreichen Aussetzungen im Jahre 1937 und 1938 nie einbeuteln lassen. Trotzdem haben wir von zahlreichen Aussetzungsorten schon jetzt Meldungen von gelungener Einbürgerung der Wespen erhalten.

C. Zusammenfassung.

Im Verlaufe von Untersuchungen, die sich auf die Bekämpfungsmöglichkeit der Blutlaus durch *Aphelinus mali* Hald. im niederelbischen Obstbauggebiet beziehen, konnte folgendes festgestellt werden:

1. Die Zehrwespe hat sich im Verlauf von 2—3 Jahren nach ihrer Aussetzung über das gesamte Altländer Obstbauggebiet verbreitet und überall eingebürgert.

2. Von hier aus hat sich die Wespe über das gesamte niederelbische Obstbauggebiet verbreitet und ist bereits nach 3 Jahren in völlig isoliert liegenden Gärten bis zu 50 km weit vom nächsten Aussetzungsort gefunden worden, wobei z. T. 2 km breite Wasserläufe, ferner Hoch- und Tiefmoore und waldige Sandflächen zwischen Fund- und Aussetzungsort liegen.

3. Für die Art der Ausbreitung ist charakteristisch, daß die Wespen ein Jahr nach ihrer Aussetzung sowohl strahlenförmig von dem Aussetzungspunkt vordringen als auch sprunghaft in mehr oder weniger weiter Entfernung auftreten können.

4. Bei der Flugträchtigkeit der Wespe kommt für die Überbrückung größerer Entfernungen passive Verbreitung in Frage und zwar durch Mensch, Tier und Wind; die Larven der Wespe können durch Verschleppung der abgestorbenen schwarzen Läuse und durch die Geflügelten der Blutlaus verbreitet werden.

5. Bei der Untersuchung, welchen Einfluß die Wespe auf den Blutlausmassenwechsel ausübt, wurde versucht, eine eingehende Analyse des Blutlausmassenwechsels durchzuführen.

a) Die Blutlaus hat im Verlaufe eines Jahres zwei Vermehrungswellen,

wobei im Jahre 1938 der erste Höhepunkt im Juni mit etwa 200, der zweite im Oktober/November mit etwa 25—80 Individuen je 1 qcm Blutlauskolonie erreicht wird.

b) Mit dem überaus starken Anwachsen der Individuenanzahl hängt ein starkes Massenabwandern der Junglarven zusammen.

c) Mit diesem Massenwandern steht der Neubefall bisher gesunder Zweige an bereits befallenen Bäumen in ursächlichem Zusammenhang.

d) Die Stärke des Blutlausrückganges im Winter ist von den jeweiligen klimatischen Verhältnissen im Winter abhängig.

e) Der Rückgang des Blutlausbefalles im Sommer wird vermutlich durch mehrere Faktoren bedingt.

6. Für die Massenwechselforgänge von *Aphelinus mali* Hald. ist bedeutungsvoll:

a) Die Zehrwespe überwintert als ausgewachsene Larve in den schwarzen toten Blutläusen. In diesem Altersstadium macht sie eine Ruhepause durch.

b) Auch die jüngeren Larvenstadien von *Aphelinus mali* Hald. können in lebenden Läusen überwintern, jedoch ist die Wahrscheinlichkeit für sie, in lebenden Läusen den Winter zu überstehen, sehr gering und praktisch bedeutungslos.

c) Die Entwicklungsdauer von *Aphelinus* und Blutlaus beträgt bei 24° C höchstens 2 Wochen; bei 16° C beträgt die Entwicklungsdauer von *Aphelinus* rund einen Monat, die der Blutlaus nur 12—18 Tage.

d) Die Wespe begann im Jahre 1938 Mitte Mai zu schlüpfen. Die Zahl der schwarzen parasitierten Blutläuse nimmt bis Mitte August mit 7—9 schwarzen Läusen je 1 qcm Blutlauskolonie zu und sinkt dann allmählich bis zum Spätherbst.

e) Die Zahl der im Spätherbst in die Ruhepause eintretenden Zehrwespenlarven hängt von der Stärke des Rückganges der Blutlaus im Sommer, also von der Zahl der bei der zweiten Vermehrungswelle vorhandenen Blutläuse ab.

f) Die Höhe der Parasitierung steigt bis zu 68% an.

7. Der Einfluß, den die Zehrwespe auf die Blutlaus ausübt, ist begrenzt. Dafür spricht:

a) Das späte Auftreten der ersten Zehrwespengeneration.

b) Die größere Vermehrungsfähigkeit der Blutlaus.

8. Auf Grund unserer Untersuchungen können wir die Wespe nur als einen der Faktoren ansehen, die den Blutlausmassenwechsel beeinflussen.

9. Vom praktischen Standpunkt aus gesehen darf die Wespe daher nur als ein gutes und kostenloses zusätzliches Bekämpfungsmittel angesehen werden, das insbesondere für größere Apfelanlagen oder für zahlreiche kleinere aber zusammenhängende Anlagen zu empfehlen ist.

Schrifttum.

- Börner, C., Über den Einfluß der Nahrung auf die Entwicklungsdauer von Pflanzenparasiten nach Untersuchungen an der Reblaus. *Ztschr. angew. Ent.* 13, 108—128, 1927.
- Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. *Ztschr. angew. Ent.* 14, 254—272, 1929.
- Childs, L. & D. G. Gillespie, Production and Spread of the Woolly Aphis Parasite, *Aphelinus mali*, in the Hood River Valley. *Journ. Econ. Ent.* 25, 1013—1016, 1932.

- Ehrenhardt, H., Experimentelle Untersuchungen und Freilandbeobachtungen über den Einfluß von Kälte und Eis auf den Massenwechsel der Blutlaus. Arb. phys. angew. Ent. 6, 257—285, 1939.
- Howard, L. O., *Aphelinus mali* and its Travels. Ann. Ent. Soc. Amer., 3, 341—368, 1929.
- Jancke, O., Zur Frage der Überwinterung der Blutlaus und ihres Parasiten *Aphelinus mali* Hald. Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzensch. 9, 83—85, 1929.
- Zur Ausbreitungsfähigkeit der Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* Hald. Arb. phys. angew. Ent., 1, 101—109, 1934.
- Zur Kälteempfindlichkeit der Blutlaus. Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzensch., 15, 46—47, 1935.
- Lundie, A., A Biological Study of *Aphelinus mali* Hald., a Parasite of the Woolly Apple Aphid, *Eriosoma lanigerum* Hausm. Cornell Univ. Agr. Exp. Stat., Mem. 79, 1924.
- Malenotti, E., Una migrazione dell' Afelino a 12 chilometri. Coltivatore, 70, 518—520, Casale Monferrato 1924.
- Marchal, P., Les Ennemis du Puceron Lanigère, Conditions Biologiques et Cosmiques de sa Multiplication. Traitements. Ann. Epiphyt., 15, 125 bis 181, 1929.
- Masse, A. M., Notes on Mites and Insect Pests for the Years 1928—30. 16th—18th Ann. Rept. East Malling. Res. Stat. 1928—30, pt. 2, 189—201. 1931.
- Menzel, R., Beobachtungen über das diesjährige Verhalten des Blutlausparasiten *Aphelinus mali*. Schweiz. Zeitschr. Obst- u. Weinbau, 40, 117—119, 1931.
- Mordwilko, A., Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse *Aphididae* Passerini. Biol. Ztbl., 28, 681—689, 1908.
- Rosenberg, H. T., A Study of the Colonisation of *Aphelinus mali* Hald. Trans. Ent. Soc. London, 82, 415—420, 1934.
- Rothe, G., Beitrag zur Geologie der Hannoverschen Elbmarschen im Zusammenhang mit den Obstkulturen des niederelbischen Obstabgebietes. Arb. Biol. Reichsanst., 17, 391—400, 1930.
- Sachtleben, H. & H. Thiem, Die Aussetzung der Blutlauszehrwespe (*Aphelinus mali* Hald.) in Berlin-Dahlem und ihre Verbreitung in der Provinz Brandenburg. Arb. phys. angew. Ent. 4, 297—321, 1937.
- Schander, R. & O. Kaufmann, Einführung des Blutlausparasiten *Aphelinus mali* Hald. nach Deutschland. Ztschr. angew. Ent. 11, 386—394, 1925.
- Schneider, F., Ein Vergleich von Urwald und Monokultur in bezug auf ihre Gefährdung durch phytophage Insekten, auf Grund einiger Beobachtungen an der Ostküste von Sumatra. — Schweiz. Ztschr. Forstwes., 1939, Nr. 2, 3.
- Speyer, W., Die klimatischen und parasitären Faktoren im Ursachenkomplex der Obstfehlernten an der Niederelbe. Arb. Biol. Reichsanst., 17, 423 bis 434, 1939.
- Coccinelliden als Blutlaus-Feinde. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzensch. 15, 88, 1935.
- Tätigkeitsbericht der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Stade. Altj. Ztg., April 1935 u. April 1936.
- Syrphidenlarven als Blutlausfeinde. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzensch., 16, 16, 1936.

- Sprengel, L., Untersuchungen über den Blutlausparasiten *Aphelinus mali* Hald. Anz. Schädlingssk., 4, 151—160, 1928.
- Stand der Kenntnisse über die biologische Bekämpfung der Blutlaus (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) mit *Aphelinus mali* Hald. in Europa. Gartenbauwissensch., 4, 11—37, 1930.
- Stenton, R., Introduction of a Parasit of the Woolly Aphis. Journ. Ministr. Agric., 32, 843—849, 1925.
- Thompson, W. R., The Development of a Colony of *Aphelinus mali* Hald. Parasitology, 26, 449—453, 1934.
- Venables, E. P., Further Notes on the Woolly Aphis Parasite *Aphelinus mali* Hald. Proc. ent. Soc. B. C. 34, 33—35, 1937.
- Wartenberg, H., Die Bodenverhältnisse der niederelbischen Marschen und ihre phytopathologische Bedeutung für den Obstbau. Arb. Biol. Reichsanstalt, 17, 401—422, 1930.
- Werneck, H. L., Beiträge zur Einführung und Verbreitung der Blutlauszehrwespe in Oberösterreich (1926—1930). Gartenbauwissensch., 5, 360 bis 365, 1931.

Bestimmungstabelle der häufigsten deutschen Scarabaeidenlarven.

Von R. Korschefsky,

Deutsches Entomologisches Institut, Berlin Dahlem.

(Mit 3 Tafeln).

Häufige Bestimmungsendungen von Engerlingen und mit ihnen zu verwechselnder Käferlarven gaben mir seit langem Veranlassung, mich mit den Larven der deutschen Scarabaeiden und ihren Unterscheidungsmerkmalen eingehender zu beschäftigen. Als beste neuere für diese Frage zur Verfügung stehende Literatur ist die Arbeit von Z. G. Golovianko¹⁾ zu nennen, der als erster die häufigsten Scarabaeidenlarven in einer sehr brauchbaren Bestimmungstabelle zusammengestellt hat. Es hätte nun nahe gelegen, eine einfache Übersetzung der in russischer Sprache erschienenen Veröffentlichung von Golovianko herzustellen; hiervon wurde jedoch abgesehen, da die Arbeit von Golovianko, die über Larven des europäischen Rußlandes handelt, viele Arten aufführt, die in Deutschland nicht oder nur selten vorkommen, während andererseits viele sehr häufige Arten und Gattungen fehlen. Ebenso verwarf ich meinen erstgefaßten Plan, mich nur auf die häufigsten Arten zu beschränken²⁾, da meine Bestimmungs-

¹⁾ Golovianko, Z. G., Les larves plus communes des coléoptères lamellicornes de la partie européenne de L'URSS, Akademie der Wissenschaften der USSR, Nr. 20, p. 1—65 mit 13 Tafeln, 1926. Eine Übersetzung dieser in russischer Sprache erschienenen Arbeit verdankt das Deutsche Entomologische Institut Herrn Dr. F. van Emden.

²⁾ In einer sehr guten Arbeit von Subklew (Zeitschrift Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 47, 18—24, 1937) werden bereits die wichtigsten schädlichen Engerlingslarven mit guten Abbildungen behandelt.