

- Verestshagin, B., Observations on the development of injurious insects and parasitic Fungi in Bessarabia. Ann. rep. East Malling Res. Stat. 1919, p. 10.
- Vitkowsky, N., Pests and diseases of plants, observed during 1913 in the Gov. of Bessarabia. Mem. Bessarabian Soc. of Naturalists, Kishinev 1914.
- Voroniecka, J., Agric. pests of Pulawy and its environs in 1923. Mem. Inst. Nat. Polon. Econ. Rur. Pulawy, 6, 341/359, 1923.
- Vukasovič, P., Beobachtungen an unseren Schadinsekten. Acta Soc. ent. Jugoslaw., 5—6, 77—93, 1932.
- Neue Beiträge zur Kenntnis insektenparasitierender Insekten. Rad. Jugosl. Akad., 244, 20—47, 1932.
- Vukasovič, H., & P., Sur la lutte pour la possession de l'hôte chez les larves d'ectoparasites solitaires. C. R. Soc. Biol., 106, 697—700, 1931.
- Wahl, B., Zur Bekämpfung des Apfelblütenstechers. Wiener landw. Zeitg., 70, 12, 1920.
- Werth, E., Apfelblütenstecher und Birnenknospenstecher. Nachr.bl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst, 5, 64/66, 1925.
- Zacher, F., Der Birnenknospenstecher und andere Schädlinge im Havelobstbau. Verh. Dtsch. Ges. f. angew. Ent. 1922, 64—66.

Über Fluggewohnheiten der Blattläuse im Zusammenhang mit der Verbreitung von Kartoffelvirose.

Von J. Profft,
Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.
(Mit 6 Textfiguren.)

1. Einleitung.

Seitdem sich immer mehr die Erkenntnis durchgesetzt hat, daß bei der Verbreitung wichtiger Viruskrankheiten unserer Kulturpflanzen gewisse Blattlausarten eine bedeutsame Rolle spielen, wendet sich der Lebensweise und dem Massenwechsel dieser Insektengruppe allgemeinere Aufmerksamkeit zu. In Deutschland gilt dieses Interesse besonders der Pflirsichblattlaus *Myzodes persicae* Sulz., die zur Übertragung weitverbreiteter und gefährlicher Kartoffelvirose in hohem Maße imstande ist. Sie ist in vielen Teilen des Deutschen Reiches bis zu einem gewissen Grade auf die Überwinterung am Pflirsichbaum angewiesen und besiedelt in jedem Frühjahr die Kartoffelschläge von neuem. Hier vermag sie, nachdem sie sich durch Saugen an einer kranken Staude mit Krankheitsstoff — es handelt sich um Blattroll-, Y- und A-Virus — beladen hat, beim Flug oder bei der Wanderung von Pflanze zu Pflanze, gesunde Triebe zu infizieren.

Die von Davies (1932) näher untersuchten Wanderungen werden vor allem von den auf der Kartoffelpflanze lebenden ungeflügelten Tieren

durchgeführt und sind nur geeignet eine Verbreitung der Viren auf die Nachbarstauden zu ermöglichen. Von wesentlicherer Bedeutung für die Ausbreitung der Krankheiten sind die weit schwieriger zu untersuchenden Flüge, die entweder über größere Strecken, daneben aber auch wohl über kleinere Zwischenräume im gleichen Feldstück führen können. Für die epidemiologische Forschung kommt es weniger darauf an, ihre mechanischen Grundlagen zu ermitteln, als vielmehr ihre Ausdehnung, ihre Beeinflussbarkeit durch die Witterung, besonders durch den Wind und die sie auslösenden und lenkenden Sinnesempfindungen kennen zu lernen. Eine Reihe von Fragen praktischer Bedeutung ist damit verknüpft. So ist z. B. die Größe des schädigenden Wirkungsbereichs eines einzelnen Pflirsichbaumes oder eines verseuchten Kartoffelschlages und damit das Flugbereich der dort lebenden Blattläuse noch unbekannt. Ferner besteht wenig Klarheit darüber, ob bereits die Lage eines Feldstückes den Beflug günstig oder ungünstig beeinflusst, ob Randreihen besonders stark besiedelt werden, und in welchem Maße die von den Kartoffelzüchtern vorgenommene Isolierung der Kartoffeln mit hohen Feldpflanzen Schutz vor Zufug bietet. Schließlich wird in Züchterkreisen die Auffassung vertreten, daß das Y-Virus in Deutschland im Vordringen nach dem Osten begriffen sei. So gibt Störmer Belege, wie gewisse Gebiete, in denen früher Saatguterzeugung möglich war (Niederlausitz, Petkus), heute als virusverseucht gelten müssen. Falls sich diese Anschauung als richtig erweist, so wäre zu prüfen, ob westliche Winde an der Ausbreitung der übertragenden Blattlausarten und damit an der Verbreitung der Krankheiten teilhaben.

Mit den Fluggewohnheiten der Pflirsichblattlaus beschäftigen sich nur Arbeiten von Davies und Whitehead (1935, 1936, 1938). Die Autoren stellten teils in Laboratoriumsversuchen, teils bei Feldbeobachtungen den Einfluß von Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit auf die Zahl der ausgelösten Flüge fest, andererseits wurden in Rüben und Mangold isolierte Kartoffelstauden auf Blattlausbeflug und Virusansteckung untersucht. Eine neuere Arbeit befaßt sich mit ökologischen Einflüssen, die das Auftreten von Blattläusen bestimmen. Wir werden noch näher darauf eingehen.

Über die Flüge anderer Blattlausarten sind unsere Kenntnisse lückenhaft. Man kann allerdings annehmen, daß für eine Art aufgefundene Gesetzmäßigkeiten sich zu einem gewissen Grade verallgemeinern lassen, da die Aphiden, vielleicht von den Geschlechtstieren abgesehen, eine morphologisch ziemlich einheitliche Gruppe darstellen. Ihre schwere Bestimmbarkeit hat auch darin einen Grund.

Durch eine Reihe meist kasuistischer Beobachtungen, die wir bei Fränkel finden, ist bekannt geworden, daß der Blattlausflug über weitere Strecken führen kann. So wurden beispielsweise auf Spitzbergen

Aphiden gefunden, die vermutlich mit Hilfe des Windes eine Luftreise von 800 Meilen hinter sich haben mußten (Elton). Henrich und Webster & Phillips führen das Auftreten von Blattlausschwärmen, bzw. den Ausbruch von Kalamitäten ebenfalls auf Windwirkung zurück. Es wurde z. B. wiederholt beobachtet, wie *Toxoptera graminum* Rond. sich von einem in Texas gelegenen Zentrum nach N und NO vor allem durch die Hilfe des Windes bei einer die Aktivität der Tiere günstig beeinflussenden Temperatur in verheerendem Maße ausbreitete. Wertvolle Angaben hat Börner geliefert. Er beobachtete auf Nordseeinseln, daß Blattläuse, deren Winterwirte sich nur auf dem Festland befanden, zur Zeit des Wirtswechsels auf den Inseln erschienen und so Flüge von mindestens 25—65 km zurückgelegt haben mußten. Auffälligerweise fiel ihre Ankunft stets mit dem Auftreten vom Festland wehender Winde zusammen.

In einem gewissen Gegensatz zu diesen Beobachtungen steht die strenge Auswahl der Futterpflanzen durch wirtswechselnde Blattläuse. Ob Zufall oder Zielflug zum Auffinden führt, läßt Fränkel dahingestellt. Untersuchungen über die Leistungen der Sinnesorgane beim Auffinden der Wirtspflanze stehen noch völlig aus.

In der vorliegenden Mitteilung soll über einige Feldbeobachtungen und -versuche zu den genannten Fragen berichtet werden. Die Untersuchungen wurden in Dramburg (Ostpommern) vorgenommen und erfreuten sich der liebenswürdigen Teilnahme und Unterstützung durch Herrn Dr. Störmer.

2. Versuche über den Einfluß des Windes auf die Richtung des Blattlausfluges.

Um die Größe der Einwirkung des Windes auf den Blattlausflug zu ermitteln, wurde ein Versuch mit leimbestrichenen Flächen durchgeführt. Ihre Verwendung zur Erkundung tierischer Lebensgewohnheiten ist schon mehrfach erfolgt. So wurde von Philipp Flugzeit und Generationswechsel der Chironomiden über Gewässern untersucht und wurden von Körting und Riggert — wie uns erst nach Abschluß der Versuche bekannt wurde — Erhebungen über die Flugweise, besonders die Flughöhe von Fritfliege, *Oscinis frit* L., und Getreidethysanopteren angestellt.

Die von uns gewählte Versuchsanordnung war folgendermaßen: auf einem Dramburger Kohlrübenschlag wurden zwei Holztafeln (Fig. 1) aufgestellt, die auf Vorder- und Hinterseite mit Pergamentpapier bezogen waren, das mit käuflichem Raupenleim bestrichen war. Die Maße der Tafeln betragen in der Länge 70 cm, in der Höhe 20 cm. Die Höhe der Füße über dem Boden war 50 cm. Die Tafeln wurden mit einem

größeren Zwischenraum im rechten Winkel zueinander aufgestellt, so daß nach jeder der vier Himmelsrichtungen eine leimbestrichene Tafelseite zeigte. Binnen kurzer Zeit war das Pergamentpapier mit einer Fülle von Insektenarten bedeckt.

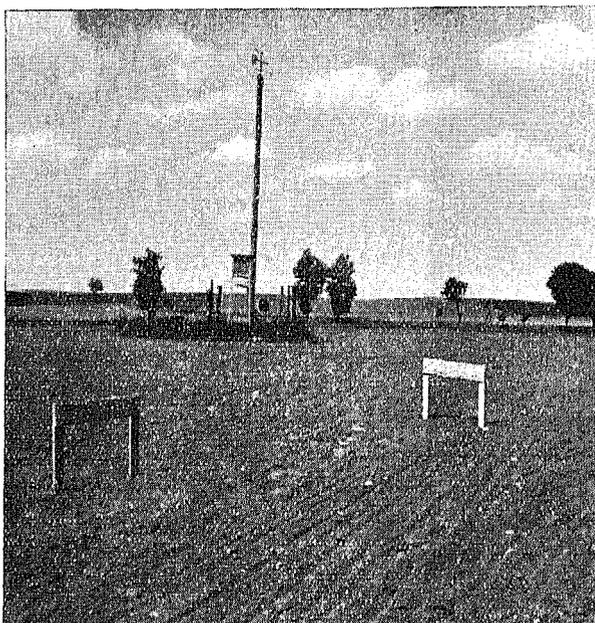


Fig. 1. Versuchsanordnung zur Ermittlung der Windbeeinflussbarkeit des Blattlausfluges.

Die Anzahl der angeflogenen Blattläuse wurde an den Beobachtungstagen stündlich geprüft, ebenso gleichzeitig Windrichtung und Windstärke an einer Wildschen Windfahne abgelesen. Die festgestellten Aphiden wurden mit einer Nadel aus dem Leim herausgehoben und in ein Gemisch von 80 % igen Alkohol und Tetrachlorkohlenstoff gebracht, das die Leimbestandteile in der Regel restlos löste.

Die Beobachtung an zwei Tagen im Jahre 1937 mit sehr wechselnden Windverhältnissen ergab, daß sich der Anflug bei geringsten Windstärken auf die vier Seiten regellos verteilt, der Flug also offenbar unbeeinflusst verläuft. Bei Windgeschwindigkeiten über 3 m/sek waren die dem Wind entgegengerichteten Seiten stärker, oft sogar ausschließlich befliegen. Die Luftströmungen hatten in diesem Fall auf die fliegenden Tiere treibend eingewirkt. Die Beobachtungsprotokolle (Tab. 1) lassen die Einzelheiten erkennen.

Tabelle 1.

Protokoll vom 16. 7. 1937.

Wetter: Heiter, sonnig. Himmel morgens schwach bewölkt, später wolkenlos. Mittags sehr heiß. Tagestemperatur: Min. 14,7; Max. 26,5.

Zeit	Wind- richtung ¹⁾	Wind- stärke in m/sek	Zahl der angefl. Blattläuse				
			Ost	West	Süd	Nord	
8	SO	0—2					Beginn
8—9	O	0—2	1	9	0	3	
9—10	O	ca. 2	2	2	4	2	
10—11	O	ca. 2	2	3	3	1	
11—12	ONO	2—4	1	0	3	5	
12—13	ONO	2—4	4	0	0	3	
13—14	ONO	2—4	2	0	1	1	
14—15	ONO	2—4	6	1	2	3	
15—16	NNO	über 4	4	1	2	0	
16—17	NNO	4—6	2	1	1	17	
17—18	NNO	ca. 7	2	1	1	4	
18—19	NNO	ca. 7	4	0	0	11	
19—20	NO	ca. 7	3	1	1	4	

Protokoll vom 23. 7. 1937.

Wetter: Morgens stark bedeckt, ab 6⁴⁵ mehrere starke Regenschauer von längstens einer Stunde Dauer, dazwischen oft für kurze Zeit Sonnenschein. Nachmittags Nachlassen der Schauer, aber immer noch stark bedeckt. Im ganzen ziemlich kühl. Tagestemperatur: Min. 11; Max. 19.

Nachts-4 ⁴⁵	SSW	ca. 8	0	0	0	1	Sehr stark bedeckt
4 ⁴⁵ —5 ⁴⁵	SW	7—8	0	0	0	0	" " "
5 ⁴⁵ —6 ⁴⁵	SSW	8—11	0	0	0	0	" " "
6 ⁴⁵ —7 ⁴⁵	SSW	7—8	0	0	0	0	Beginn starker Schauer
7 ⁴⁵ —8 ⁴⁵	SW	ca. 8	0	0	0	0	8 ⁰⁵ Ende des Regens
8 ⁴⁵ —9 ⁴⁵	SW	ca. 11	0	1	0	0	Etwas heller
9 ⁴⁵ —10 ⁴⁵	SW	4—5	0	0	0	0	Starke Regenschauer
10 ⁴⁵ —11 ⁴⁵	SW	ca. 14	0	0	2	0	Etwas heller
11 ⁴⁵ —12 ⁴⁵	SW	11—14	0	2	0	0	Starker Regenschauer, anschließend Sonne
12 ⁴⁵ —13 ⁴⁵	WSW	ca. 11	0	3	1	0	} Sonne, wechselnd be- wölkt
13 ⁴⁵ —14 ⁴⁵	WSW	ca. 14	0	3	2	0	
14 ⁴⁵ —15 ⁴⁵	W	ca. 14	0	3	0	0	
15 ⁴⁵ —16 ⁴⁵	SW	ca. 8	0	0	0	0	} Heller, bedeckt
16 ⁴⁵ —18	WSW	8—11	0	4	1	1	
18—19	WSW	8—11	0	1	0	0	
19—20	WSW	ca. 8	0	1	0	0	

Am 16. 7., einem Tag mit nordöstlichen Winden, ist von 12^h ab eine Häufung der angeflogenen Blattläuse auf den nach N und O gerichteten Tafeln zu erkennen. Sie könnte zufälliger Natur sein, jedoch bestätigen die Ablesungen von 17^h an die Übereinstimmung zwischen Zunahme der Windgeschwindigkeit und des Anfluges. Am 23. 7. herrschten

¹⁾ Ablesung nach der Beobachtungsstunde.

stärkere Windgeschwindigkeiten. Diesmal sind der Windrichtung gemäß die West- und Südseiten fast ausschließlich beflogen.

1938 wurden die Versuche wiederholt. In diesem Jahr war die Anzahl der auftretenden Blattläuse viel niedriger als im Vorjahr, so daß auch angeflogene Tiere nur in sehr geringem Maße festgestellt werden konnten. Auch diese Versuche bestätigten die vorhergenannten Ergebnisse (Tab. 2). Trotz der niedrigen Windgeschwindigkeit am 15. 7. wurden fast alle Tiere an den dem Wind entgegengerichteten Seiten festgestellt.

Tabelle 2.

Protokoll vom 29. 6. 1938.						
Wetter: Warm, starker Wind, große, weiße Wolken, zeitweise Sonnenschein, von 10 bis 12 Uhr stärkere Bewölkung. Tagestemperatur: Min. 10,5; Max. 25,0.						
Zeit	Wind- richtung	Wind- stärke in m/sok	Zahl der angefl. Blattläuse			
			Ost	West	Süd	Nord
8	SSW	ca. 11	0	0	0	0
8—9	SSW	11—14	0	0	3	0
9—10	SSW	11—14	0	0	1	0
10—11	SW	ca. 8	0	0	1	0
11—12	SW	ca. 11	0	2	0	0
12—13	SW	14—20	0	4	2	0
13—14	WSW	14—20	0	2	0	0
14—15	WSW	14—20	0	3	0	0

Protokoll vom 15. 7. 1938.

Wetter: Heiter, warm, weiße Wolken am Himmel. Tagestemperatur: Min. 12,2; Max. 24,5.

10	NW	0—1				
10—11	NNW	0—1	0	0	0	1
11—12	N	0—1	0	0	0	2
12—13	NNW	0—1	0	0	0	0
13—14	N	0	0	0	1	0
14—15	N	0	0	0	0	0
15—16	NO	0—1	0	0	0	2
16—17	NO	0—1	1	0	0	0
17—18	NO	0—1	1	0	0	0
18—19	NO	0—1	1	0	0	0
19—20	NO	0—1	0	0	0	0

Protokoll vom 16. 7. 1938.

Wetter: Heiter, warm, fast wolkenlos. Tagestemp.: Min. 16,5; Max. 26,5.

8	ONO	ca. 4				
8—9	O	ca. 4	3	0	0	0
9—10	SO	4—6	1	0	0	1
10—11	SO	4—6	1	0	0	0
11—12	SO	4—6	1	0	0	0
12—13	OSO	4—6	3	0	2	1
13—16	O	4—6	7	0	0	0
16—17	O	ca. 4	2	0	0	0

Die gefangenen Tiere verteilten sich auf eine Fülle von Arten, unter denen auch Eriosomatiden gelegentlich festgestellt wurden. Die auf der Kartoffel lebenden Vertreter waren in reichlicher Zahl vorhanden. Da alle Aphidenarten sich hinsichtlich des Flügelbaues sehr ähneln, dürfte sich lediglich die Geschwindigkeitsgrenze, von der ab der Wind Einfluß auf den Flug gewinnt, bei den einzelnen Arten durch kleine Gewichts- und Bauunterschiede in geringem Maße verschieben.

Besonnte und unbesonnte Leimseiten unterschieden sich sehr in ihrem Helligkeitsgrad. Wenn auch die stärker belichteten Flächen offenbar auf unbeeinflußt dahinfliegende Tiere etwas abschreckend wirkten, so dürften unsere Befunde dadurch kaum an Gültigkeit verlieren. Im Versuch vom 23. 7. 37 ist diese Fehlerquelle übrigens gänzlich ausgeschaltet. Ferner wurde bei der Planung der Versuche der Einwand erhoben, daß vor der Tafel mit Windstauungen zu rechnen sei, die die Ergebnisse beeinflussen könnten. Die Größe des dadurch entstehenden Fehlers dürfte im allgemeinen gering sein.

Unser Befund scheint mit gewissen Ergebnissen von Davies (1936) in Widerspruch zu stehen. Der Autor stellte fest, indem er durch eine Glasröhre, die mit geflügelten Blattläusen besetzt war, Winde verschiedener Stärke durchblasen ließ, daß sich die Tiere bei Geschwindigkeiten über 3,75 m. p. h. (entspricht 1,7 m/sek) mit den Beinen fest gegen die Glaswand drücken und kein Abflug mehr erfolgt. Er schloß daraus, daß Virusinfektionen durch von Pflanze zu Pflanze fliegende Blattläuse nur bei schwachen Winden, die eine „voluntary migration“ ermöglichen, stattfinden. Unsere Protokolle zeigen, daß auch bei starken Winden geflügelte Blattläuse die Lüfte durchsegeln und bei einer freiwilligen oder unfreiwilligen Landung Virosen verbreiten können. Das eigentliche Ergebnis der Davies'schen Versuche wird von unserer Feststellung jedoch in keiner Weise berührt. Man muß bedenken, daß beispielsweise die an der Kartoffel lebenden Blattläuse ganz verschiedenen Witterungsbedingungen ausgesetzt sind, je nachdem sie auf den unteren oder den oberen Blättern leben. So mögen, wenn die oberen Teile einer Pflanze auch von starken Winden berührt werden, am Grunde nur geringe Luftströmungen herrschen, die einem Abflug nicht entgegenstehen. Die so abgeflogenen Tiere werden dann von den Winden erfaßt, und, wie die oben genannten Beobachtungen zeigen, über weite Strecken getragen.

Bei einem weiteren Versuch blieben mehrere der oben beschriebenen Tafeln längere Zeit auf einem Felde stehen und wurden erst nach Verlauf einer Reihe von Tagen auf den Blattlausbefug hin untersucht. Auch dabei war deutlich zu erkennen, daß der Wind die Flugrichtung wandernder Blattläuse beeinflußt. So wurde in der Woche vom 6.—11. 6. 1937, in der nach den Wetterberichten der nahen Station Muhlendorf (etwa

24 km NNO) fast ausschließlich südöstliche Winde der Stärke 1—4 vorhanden waren, eine überwiegende Mehrheit von Läusen auf den nach Nord und Ost zu gelegenen Seiten festgestellt.

Am 9. 6. 1937 wurde auf dem Kamm eines leichten Höhenrückens, der von NO nach SW zog eine nach NW und SO gerichtete Tafel frei errichtet (A). Parallel dazu aber an der SO-Lehne des Hanges stand etwas geschützt eine weitere Tafel (B); daneben wurden noch zwei deren Seiten nach W und O (C), bzw. nach NO und SW (D) zeigten, aufgestellt. Am 23. 6. abends und am 30. 6. wurden die Zahlen der angefliegenen Aphiden ermittelt.

10. 6.—23. 6.		24. 6.—30. 6.
A	NW 26	62
	SO 19	8
B	NW 15	51
	SO 14	4
C	SW 10	14
	NO 7	14
D	W 8	
	O 2	Vom Sturm abgerissen

Um den Vergleich mit den Windverhältnissen zu ermöglichen, sei ein Ausschnitt aus der Wetterkarte der Station Muhlendorf hinzugefügt:

	I.	II.	III.
10. 6.	ESE 2	SE 3	SE 2
11.	SE 3	SE 3	ESE 2/3
12.	SSW 2	SW 4	SW 1
13.	NE 3	NNW 5	NE 3
14.	E 2	ENE 4	E 2
15.	SE 2	S 2	NE 2
16.	ESE 1	SE 2	NW 2
17.	NW 3	WNW 2	
18.	S 1	SSW 2	N 2
19.	ESE 2	SE 1	NE 1
20.	NE 2	E 2	SSE 2
21.	SW 2	SW 2	S 1
22.	S 4	SW 6	S 2
23.	SE 2	SW 2	SE 2
24.	SE 2		NNE 1
25.	N 4	N 6	WNW 2
26.	W 4	W 3	NW 1
27.	NW 2	W 4	N 1
28.	N 1	NE 2	ENE 1
29.	ESE 2	WSW 3	WNW 2
30.	W 4	W 3	WSW 3

Während in der ersten Beobachtungsspanne Winde aus allen vier Himmelsrichtungen auftraten, herrschten in der Zeit vom 24.—30. 6. nördliche und westliche Luftströmungen deutlich vor. Dementsprechend verhalten sich auch die Werte der angeflogenen Tiere. Die auf dem Höhenzug errichtete, dem Wind am besten ausgesetzte Tafel weist die höchste Zahl gefangener Tiere auf, ein weiterer Beweis, daß die Tiere von Luftströmungen mitgeführt werden. Man kann also zusammenfassend sagen: Die in einem Gebiet vorherrschende Windrichtung (monatliche Berechnungen im Klimaatlas angegeben) ist auf die Ausbreitungsrichtung geflügelter Aphiden von Einfluß.

Die Feststellung, daß beim Auftreten nordwestlicher Winde eine beträchtliche Anzahl von Blattläusen gefangen wurde, widerspricht zu einem gewissen Grade einigen von Davies und Whitehead mitgeteilten Untersuchungsergebnissen. Davies fand in Laboratoriumsversuchen (1935), daß nur niedrige Feuchtigkeitsgehalte der Luft flugbereite Tiere in besonderem Maße zum Fluge anregen. Bei Feldbeobachtungen eines Sommers stellte er weiterhin fest (Davies & Whitehead 1935), daß ebenfalls die weitaus größte Zahl fliegender Blattläuse zusammen mit warmen trocknen SO-Winden auftrat. Der niedrige Feuchtigkeitsgehalt der Luft soll zum Fluge angeregt haben. Am Ergebnis der Laboratoriumsversuche ist nicht zu zweifeln. Hinsichtlich der Freilandversuche muß man jedoch bedenken, daß für das Vorhandensein fliegender Blattläuse vor allem diejenigen Witterungsbedingungen die bei weitem wesentlichste Rolle spielen, die in den vorhergehenden Tagen zur Ausbildung geflügelter Formen geführt haben. In diesem Sinne äußern sich auch Webster & Philipps. Außerdem werden die aus der Nymphenhaut geschlüpften Aphiden nicht nur von Luftfeuchtigkeit, sondern auch von einer Reihe weiterer Umstände, wie Licht, zum Fluge angeregt. So kommt es dann, daß nach Zeiten, die durch klimatische und damit verbundene trophische Einflüsse zur Ausbildung geflügelter Formen führten, fliegende Blattläuse auch bei feuchten Winden auftreten.

Lediglich nachts oder bei Regen setzt der Flug offenbar aus. Aber schon eine geringe Aufhellung des Himmels nach den Niederschlägen löst, sofern nicht zu niedrige Temperaturen herrschen, den Flug, wenn auch zunächst in geringem Maße, wieder aus. Wie sich die Tiere bei plötzlich einsetzenden Regengüssen und bei Einbrechen der Dunkelheit verhalten, ist unbekannt. Man kann annehmen, daß sie auf irgendwelchen grünen Pflanzen vorübergehenden Aufenthalt nehmen, sofern die Luftströmungen überhaupt eine Landung zulassen. Man findet ja oft geflügelte Blattläuse saugend an Pflanzenarten, an denen sie nie Junge absetzen, von deren Saft sie jedoch einige Tage leben können. Von diesen Pflanzen aus geht der Flug zu benachbarten geeigneteren Wirten, wie auch aus den Be-

obachtungen Börners von den Nordseeinseln hervorgeht. Viele in der Literatur genannte einmalige Funde an einer Wirtspflanze lassen sich so erklären.

3. Ermittlungen über die Flughöhe.

Kenntnisse über die Flughöhe der Aphiden sind ebenfalls erwünscht. Spielt sich der Flug öfters in größeren Höhen ab, so kann man vermuten, daß er auch mit großer Regelmäßigkeit über weite Strecken führen kann. Nachdem seine Beeinflußbarkeit durch den Wind festgestellt wurde, läßt sich allerdings von vornherein annehmen, daß auch höhere Luftgebiete von den fliegenden Tieren erreicht werden.

Ein Versuch konnte zunächst die Verhältnisse in Bodennähe ermitteln. An zwei Stangen von 2,75 m Höhe wurden in gleichen Abständen 6 mit Leimpapier bezogene Tafeln (Größe wie oben angegeben) angebracht (Fig. 2). Das Gerüst wurde auf einem bereits abgeernteten

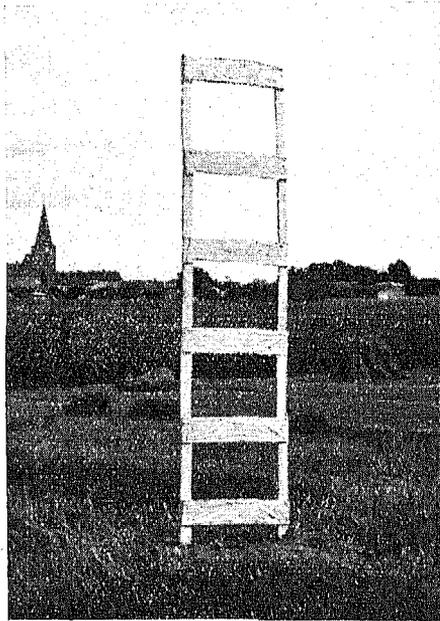


Fig. 2. Übereinandergestellte Leimtafeln zum Fang fliegender Blattläuse in verschiedenen Höhen über dem Boden.

Feld aufgestellt. Die leimbestrichenen Seiten wurden nach NW orientiert, da von dieser Richtung der stärkste Zuflug zu erwarten war. Leider konnte der Versuch erst in einer Zeit durchgeführt werden — August und September 1937 —, in der die Zahl der Blattläuse bereits eine

tarke Verminderung erfahren hatte, doch lassen die gefundenen Werte noch deutlich eine Gesetzmäßigkeit erkennen. Wegen der geringen Zahl anfliegender Blattläuse konnte dem Auftreten weiterer Insektengruppen Aufmerksamkeit geschenkt werden und ihr Verhalten zum Vergleich herangezogen werden. Besonders gegensätzliche Anflugszahlen wurden von Coccinelliden und Copeognathen erhalten.

Höhe der Tafel über dem Boden in m:	Anzahl der angeflogenen Blattläuse			
	Mitte August 8 Tage	6. — 13. 9. 1937	25. 9. — 9. 10. 1937	Zusammen
0,10 — 0,24	—	1	1	2
0,57 — 0,71	1	1	3	5
1,08 — 1,22	1	1	10	12
1,59 — 1,75	—	1	9	10
2,10 — 2,24	1	1	11	13
2,61 — 2,75	4	2	15	21

Höhe der Tafel über dem Boden in m:	Anzahl der angeflogenen	
	Coccinelliden Mitte August 8 Tage	Copeognathen 6. — 13. 9. 1937
0,10 — 0,24	40	70
0,57 — 0,71	20	138
1,08 — 1,22	14	295
1,59 — 1,73	5	345
2,10 — 2,24	5	420
2,61 — 2,75	1	440

Die Käfer dürften nach den vorliegenden Zahlen nur mit Hilfe besonders günstiger Luftströmungen größere Höhen erreichen. Ihre Flügelfläche ist im Vergleich zum Körpergewicht schon dem Augenschein nach kleiner als bei den auffallend großflügeligen Aphiden und Copeognathen. Bei beiden Gruppen ist die Zahl der in Bodennähe angetroffenen Tiere, wie die Aufzeichnungen erkennen lassen, nur gering und erfährt mit zunehmender Entfernung vom Boden eine Steigerung.

Einen ähnlichen Versuch hat auch Körting mitgeteilt. Er hat an einer Holzlatte von 5,5 m Höhe 7 Papierstreifen von je 75 cm Länge befestigt und in drei verschiedenen Zeitspannen auf dem Felde aufgestellt. Die Fänge von Fritfliege und Thysanopteren (es handelte sich vor allem um *Limothrips cerealium* und *Haplothrips aculeatus*) wurden verglichen (s. Tabelle auf nächster Seite).

Er schreibt dazu: „Die Fritfliegen hielten sich also in der Hauptsache verhältnismäßig dicht über dem Erdboden auf, während die Thysanopteren offenbar einen Flug oberhalb von ca. 1 m Höhe bevorzugen.“ Vergleichen wir die 5 bisher erwähnten Insektengruppen, so ergibt sich die Reihenfolge: Coccinelliden, Fritfliege, Thysanopteren, Copeognathen,

Aphiden. Die drei letzten lassen sich als Vertreter des sogenannten Luftplanktons bezeichnen.

Höhe über dem Boden in m:	Fritfliege			Thysanopteren		
	I	II	III	I	II	III
0,17 — 0,92	200	139	58	115	533	13
0,92 — 1,67	149	115	55	200	835	15
1,67 — 2,42	122	86	37	210	884	22
2,42 — 3,17	94	77	34	245	911	21
3,17 — 3,92	58	59	29	250	848	24
3,92 — 4,67	63	55	18	280	901	24
4,67 — 5,42	55	40	19	270	892	21

I = 19. 6. — 13. 8. II = 29. 8. — 24. 9. III = 30. 9. — 14. 10.

Um fliegende Blattläuse in größeren Lufthöhen zu ermitteln, kann man sich der Nahrungsanalysen von Vögeln bedienen, die regelmäßig in größeren Lufthöhen jagen. Über die Zusammensetzung der Nahrung von Schweizer Alpenseglern (*Micropus melba melba* (L.)) wird in einer Arbeit von Bartels berichtet. Bei der Fütterung der Brut wird von diesen Seglern den Jungen ein Futterballen vorgelegt. Ein Nahrungsballen vom 3. VII. enthielt folgende z. T. noch lebende Insekten:

- 308 Zweiflügler
- 125 Blattläuse ($1\frac{3}{4}$ — 3 mm lang)
- 100 Käfer (30% Kurzflügler)
- 96 Hautflügler
- 21 Spinnen
- 16 Zikaden
- 15 Netzflügler
- 2 Schmetterlinge
- 1 Wanze.

Auch Zehnter fand einen relativ hohen Anteil von Blattläusen in der Nahrung des Alpenseglers. Über die Nahrung des Mauerseglers, *Micropus apus apus* (L.), berichtet Bacmeister zusammenfassend. Nach ihm sind Blattläuse von verschiedenen Autoren (Friedrich-Bau, Marshall, Bacmeister) als wesentliche Nahrungsbestandteile ermittelt worden. Schließlich ist über die Nahrung der Uferschwalbe, *Riparia riparia* (L.), ebenfalls Näheres bekannt geworden. Allerdings treiben sich die Schwalben in Bodennähe herum, ja vermögen bei schlechtem Wetter sitzende Insekten aufzunehmen. Nach Stoner bestand die Nahrung erwachsener amerikanischer Uferschwalben aus 50% Coleopteren, 27% Dipteren und 8% Homopteren, die Nahrung der Jungen aus 30% Coleopteren, 33% Dipteren und 22% Homopteren. Unter den Homopteren dürften die Blattläuse den weitaus größten Anteil gestellt haben.

Diese Nahrungsuntersuchungen machen es ebenso wie unsere Ver-

suche wahrscheinlich, daß die Aphiden den Spekulationen Felt's gemäß dank der fördernden Wirkung von Aufwinden in größere Lufthöhen beim Flug vorstoßen und infolgedessen unbehindert weite Strecken überqueren können. Der endgültige Beweis wurde jedoch durch Fänge erbracht, die von einigen Autoren mit Hilfe des Flugzeuges durchgeführt wurden.

Von einem ersten Fund berichtet Felt. Nach Theobald (briefl.) sind während des Weltkrieges mit klebrigem Fliegenpapier in einer Höhe von 1000—1600 Fuß (305—490 m) Blattläuse „*Aphis rumicis* L.“ und *Brachycaudus helichrysi* Kalt. gefangen worden.

Zielbewußte Versuche wurden 1931 von Coad veröffentlicht. Durch eine geeignete Anordnung konnten während des Fluges für eine gewünschte Zeit klebrige Leinwandflächen, die zwischen den beiden Tragflächen in einem Holzkasten untergebracht waren, freigelegt werden. Berland (1935 veröffentlicht) hat mit einem kegelförmigen GazeNetz gearbeitet, das an einer Seite der Tragfläche befestigt war und vom Kabinenfenster aus zum gewünschten Zeitpunkt freigelassen oder wieder hereingezogen werden konnte.

Die Flüge brachten überraschende Erfolge. Blattläuse wurden von beiden Autoren erbeutet. Unter den gefangenen Gliederfüßlern befanden sich z. T. flügellose Tiere; auch leblose Gegenstände wie Grasährchen, Exuvien fehlten nicht. Coad unterscheidet solche Insekten, die durch ihr eigenes Flugvermögen größere Höhen erreichen (sie wurden bis zu einer Höhe von 3000 Fuß (915 m), meist jedoch niedriger gefunden); das andere Extrem bilden leichte und kleine Insekten, wie Blattläuse, parasitische Fliegen und Hautflügler, die in Höhen bis zu 14000 Fuß (4300 m) festgestellt werden konnten und vielleicht noch höher vorkommen. Eine Mittelstellung nehmen z. B. „cotton leaf hoppers“ ein, die teils aktiv, teils passiv fliegen und in Höhen bis zu 5000 Fuß (1525 m) aufgefunden werden konnten.

Berland bringt mehr ins einzelne gehende Angaben. Er unterscheidet eine terrestrische Zone (bis 300 m Höhe) und eine planktonische, die von den kleinen und schwächlichen Insekten bevölkert wird und nach seinen Schätzungen bis 6000 m Höhe geht. Die in großen Höhen gefangenen Insekten waren lebend, konnten also nicht sonderlich an Sauerstoffmangel leiden. Blattläuse (*Sitobion avenae* F. und *Callipterinae* sp. indet.) wurden, ähnlich Thysanopteren, Collembolen, Dipteren und merkwürdigerweise auch Psylliden (Art leider nicht angegeben) in den höchsten erreichten Höhen (2000—2300 m) angetroffen. Wenn auch die Anzahl der gefangenen Tiere gering erscheint, so muß man bedenken, welche Ausdehnung die über der Erde befindlichen noch belebten Lufträume besitzen. Die dort herrschenden Luftströmungen können die Winde in Erdnähe weit an Geschwindigkeit übertreffen. Es nimmt daher nicht Wunder,

wenn die durchquerten Entfernungen beträchtliche sein können. Als begrenzende Faktoren kann Nahrungsmangel, gegen den Aphiden an sich sehr empfindlich sind, nur in gewissem Maße angesehen werden, da durch die niedrigen Temperaturen die Lebensfunktionen weit herabgesetzt sein dürften.

4. Über die Verwehung ungeflügelter Blattläuse.

Daß ungeflügelte Blattläuse vom Wind über weite Strecken getragen werden, dürfte gelegentlich vorkommen. Im allgemeinen bietet der Aufenthalt an geschützten Orten (Blattunterseite), sowie das Vermögen, sich mit den Beinen gegen die Unterlage zu drücken, wie es Davies von geflügelten Tieren beschrieb, Schutz gegen Verwehungen. Am leichtesten werden die in ihren Bewegungen unbeholfenen Jungläuse vom Winde fortgetragen. Wie bereits Foucon 1872 mit Hilfe ölbestrichener Brettchen nachwies, bilden sie für die Reblaus in dieser Weise eine wichtige Ausbreitungsquelle.

Mehrere uns bekannt gewordene Fälle von Verwehungen ungeflügelter Tiere wollen wir mitteilen. Am 23. 7. 1937 wurde in der Zeit von 16⁴⁵ bis 18⁰⁰ bei SW von etwa 8 m/sek. Geschwindigkeit ein erwachsenes ungeflügeltes Weibchen von *Myzodes persicae* Sulz. auf einer nach West gerichteten Leintafel angeweht. Da die Tafel von jungen, kaum mit Blattläusen besetzten Kohlrübenpflanzen umgeben war, dürfte das Weibchen von einem Kartoffelschlag stammen, der ca. 20 m entfernt war, wenn es nicht sogar einen weiteren Weg hinter sich hatte. In einem anderen Falle flog ein jüngeres Tier von *Sitobion avenae* F. am 29. 6. zwischen 9 und 10 h bei einer Windgeschwindigkeit von 11—14 m/sek. SSW auf einem nach Süden zu gelegenen Brett an. Heinze berichtet (mündlich) aus Dahlem, daß nach einem starken Sturm ältere schwarze Bohnenläuse (*Doralis fabae* Scop.) auf verschiedenen Kartoffelstauden zu finden waren, an denen sie vorher nicht festgestellt werden konnten.

Parasitierte Blattläuse werden häufig an Pflanzen gefunden, an denen sie normalerweise nicht vorkommen. Es ist dies darauf zurückzuführen, daß die Blattlaus von einer gewissen Entwicklungsstufe der Schlupfwespenlarve an von einem Wandertrieb erfaßt wird, andererseits werden auch geschwächte Tiere leicht von den Luftströmungen mit fortgeführt. An den im Getreidefeld stehenden Kartoffelstauden wurden immer wieder normalerweise am Getreide lebende Blattläuse festgestellt, die sich fast regelmäßig wenige Tage später als parasitiert erwiesen.

Thiem hat über die Verwehung von ungeflügelter Rebläusen (*Peritymbia vitifolii* Fitch.) in den Jahren 1927 und 1928 Laboratoriumsversuche durchgeführt. Seine Aufzeichnungen lauten ¹⁾:

¹⁾ Herrn Regierungsrat Dr. Thiem bin ich für die Überlassung des Berichtes zu Dank verpflichtet.

„Versuchsbedingungen: Es wurden im Zimmer mittels 1 oder 2 Föhnapparaten (System Rotharex) ungeflügelte Blatt- und Wurzelrebläuse aus Blattgallen verblasen. Versuchsdauer 20 Sek., Höhe des Föhns über der Bahn 38 cm, vergallte Reblätter 21 cm von der Mündung des horizontal gestellten Föhnröhres entfernt. Temp. 18,4 im Tagesmittel.

Ergebnisse: Bei einem Wind von durchschnittlich 15 m/sek. und einer Dauer von 20 Sek. wurden von einer großen Anzahl verblasener Läuse einige bis zu 6,62 m Entfernung, 2 an einer Laus hängende Eier in einer solchen von 4,4 m und 4 zusammengeballte Eier in einer solchen von 4,12 m gefunden. Bei Vergrößerung des Windkegels durch 2 übereinandergestellte Föhnapparate erreichten die Läuse das Ende der Bahn (6,75 m). Wurden die Läuse in 3 m Entfernung einem 2. Windstoß ausgesetzt, so betrug die größte Entfernung 7,84 m. Bei Versuchen, die Läuse bei 9 m/sek. Windgeschwindigkeit senkrecht in die Höhe zu verblasen, reichte die Zimmerhöhe nicht aus. In 3 Versuchen konnten in 2,82 m Höhe, das ist die Decke des Zimmers, 26 Läuse und 5 zusammengeballte Eier aufgefunden werden. Schwache Verwehungen fanden bereits bei sehr schwachen Winden (0,27—1,45 m sek.) statt. In den Fallversuchen (bei 19° und 63 % rel. Feuchtigkeit) ergab sich eine durchschnittliche Fallgeschwindigkeit ($v = g \cdot t$) der Jungläuse von etwa 53 cm in der Sekunde.

Schlußfolgerungen: Vergegenwärtigt man sich, daß der mittels Föhn erzeugte Windkegel an der Mündung des Föhnröhres einen Durchschnitt von nur 3,1 cm hatte, daß der erzeugte Luftstoß einem Windstoß entsprach, der zwar an seinem Ausgangspunkt sehr stark war (im allgemeinen 15 m/sek.), aber am Ende der Versuchsbahn kaum mehr wahrgenommen werden konnte, so dürfte die Ausbreitung der nicht geflügelten, jungen Rebläuse durch den Wind auch auf weitere Strecken hin keinen hypothetischen Charakter haben.“

5. Bemerkungen über das Riechvermögen der Blattläuse.

Nach den bisher mitgeteilten Beobachtungen könnte die Annahme entstehen, daß fliegende Blattläuse ihre Wirtspflanzen nur mit Hilfe des Zufalls auffinden. Wenn auch über das Riechvermögen der Aphiden, das offenbar in den Riechgrübchen, Riechkegeln und Riechplatten des Fühlers seinen Sitz hat, wenig bekannt ist, so muß doch angenommen werden, daß es bei dem Aufsuchen neuer Wirtspflanzen eine maßgebliche Rolle spielt (Weber). Die von Flügel näher beschriebenen Riechplatten oder Rhinarien sind bei den einzelnen Blattlausarten in sehr wechselnder Zahl, Anordnung und Gestalt vorhanden, so daß sie als systematische Unterscheidungsmerkmale wichtig sind. Darüber hinaus ist ihre Zahl bei erwachsenen Tieren am höchsten, ferner besitzen die geflügelten Weibchen

eine weit höhere Zahl als die ungeflügelten. Über die physiologische Wirkung der Organe können nur umfangreiche Versuche Klarheit schaffen. Im folgenden seien nur einige Beobachtungen mitgeteilt, die auf die Bedeutung des Riechvermögens schließen lassen.

Sehr auffällig ist die anziehende Wirkung gewisser Tabakpflanzen auf Blattläuse. Im Juni 1937 wurden in Dramburg jüngere Tabakpflanzen der Sorte White Burley zu Demonstrationszwecken ins Freie gebracht. Binnen wenigen Stunden waren die Pflanzen mit einer größeren Zahl von Insekten bedeckt, die sich zu einem großen Teil als Blattläuse bestimmen ließen. Um den Anflug zahlenmäßig zu erfassen, wurde am 16. 7. 37 (Windverhältnisse entnehme man aus Tab. 1) eine 18-blättrige Tabakpflanze dem Gewächshaus entnommen und auf einem Futterrübenschlager frei aufgestellt. Die Rüben waren noch sehr jung und nicht mit Blattläusen besetzt.

8 ¹⁵	Pflanze aufgestellt				
9 ³⁰	wurden	23	geflügelte	Blattläuse	abgelesen
11 ³⁰	"	20	"	"	"
13 ⁴⁰	"	22	"	"	"
15 ⁴⁰	"	35	"	"	"
17 ⁴⁰	"	23	"	"	"
19 ⁴⁰	"	8	"	"	"

Zwei weitere Tabakpflanzen wurden am gleichen Tage etwas mehr geschützt an einer lichten Stelle eines Kartoffelschlages aufgestellt.

A (5-blättrig)		B (18-blättrig)	
8 ¹⁵	Pflanzen aufgestellt	34	geflügelte Blattläuse abgelesen.
10 ³⁰	wurden	20,	
12 ⁴⁰	"	1,	14 " " "
14 ⁰⁰	"	5,	12 " " "
16 ⁴⁰	"	15,	6 " " "
18 ⁴⁰	"	0,	8 " " "
20 ⁴⁰	"	1,	2 " " "

Es wurden zwar frei und geschützt stehende Tabakpflanzen von den Blattläusen aufgesucht, doch sind in der Regel die Zahlen an den freistehenden Pflanzen höher. Die Wirkung der ab Mittag erfolgenden Zunahme der Windstärke ist ersichtlich und zeigt, daß nur bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten ein völlig aktiver zielgerichteter Flug vor sich gehen kann.

Die abgesammelten Blattläuse gehörten den verschiedensten Arten an. Die auf den Kartoffelfeldern lebenden Vertreter *Doralis rhamni* Boyer, *D. frangulae* Koch und *Myzodes persicae* Sulz. fanden sich ihrer starken Verbreitung gemäß in großer Zahl ein.

Beobachtet man die angeflogenen Blattläuse längere Zeit hindurch, so findet man, daß ein Teil an den von den Drüsenhaaren ausgeschiedenen Tropfen hängen bleibt und zugrunde geht, der Rest aber bald wieder abwandert, manchmal erst nach dem Absetzen einiger Junglarven. Der Geschmack des Tabaksaftes ist offenbar den saugenden Tieren zuwider. Daß ein wirklicher Saugakt erfolgt und ihn nicht etwa mechanische Hindernisse unmöglich machen, ging daraus hervor, daß ins Freiland ausgepflanzte Tabakstauden (20. 7.) nach einigen Wochen Symptome des Y-Kartoffelvirus zeigten, das sicherlich von einem benachbarten Versuchsbeet mit kranken Kartoffelstauden übertragen worden war. Das Virus ließ sich durch Einreibung auf Gewächshaustabak einwandfrei weiter übertragen. Die Beobachtungen sprechen für ein wohlansgebildetes Geruchs- und Geschmacksvermögen, beide werden beim Geruch bzw. beim Genuß des Tabaks in verschiedener Weise befriedigt. Tabakpflanzen, die längere Zeit oder von Anfang an im Freiland stehen, haben keine besondere Anziehungskraft. Im Freien geht offenbar durch die Wirkung der Luftströmungen eine schnelle Verdunstung des Drüsensekrets vor sich.

Der unterschiedliche Anflug geflügelter Aphiden an jungen und älteren Kartoffelpflanzen läßt ebenfalls auf ein wohlansgebildetes Geruchsvermögen schließen. Allerdings werden im Gegensatz zu den beim Tabak geschilderten Verhältnissen nur diejenigen Blattlausarten von den jüngeren Stauden verstärkt angelockt, die sich auch im Sommer regelmäßig an der Kartoffel entwickeln, also *Doralis rhamni* Boyer, *D. frangulae* Koch, *Myzodes persicae* Sulz., *Macrosiphon solanifolii* Ashm. und *Aulacorthum pseudosolani* Theob.

An normal ausgepflanzten Stauden eines Dramburger Schlates, die 1937 in der Zeit vom 25. bis 30. Mai anfliegen, wurden in der Zeit vom 28. bis 30. Juni durchschnittlich 0,6 und in der Zeit vom 1. bis 10. Juli 1,2 geflügelte Blattläuse gezählt. Es wurden dabei Zählungen an 28, bzw. 27 Stauden zugrunde gelegt. Dagegen wurden an Stauden eines Nachbarfeldes, die in der Zeit vom 15. bis 20. Juni aufgelaufen waren, am 30. Juni durchschnittlich 3, am 2. Juli 2 geflügelte Aphiden festgestellt (Zählung an 9 bzw. 7 Beobachtungsstauden). Die stärkere Anziehungskraft der um 20 Tage jüngeren Pflanzen wird um so deutlicher, wenn man an deren viel geringere Blattmasse denkt. In den folgenden Wochen lassen sich die Werte nur schwer vergleichen, da sich an den älteren Pflanzen bereits geflügelte Tiere entwickelt hatten und diese nicht immer von den zugeflogenen getrennt werden konnten.

Noch deutlicher wurde das Verhältnis im Frühsommer, als der Beflug von Normalpflanzung und sogenannter Spätspflanzung verglichen werden konnte. In der Zeit vom 27. 7 bis 1. 8. wurden an 21 normalgepflanzten Stauden 30 geflügelte Blattläuse, im Durchschnitt 1,4, festgestellt. Ihrer

bleicheren Färbung nach waren sie an diesen üppigen Stauden herangewachsen und gerade erst aus der letzten Haut geschlüpft. Dagegen wurden an 30 Stauden, die in Dramburg-Eichforst erst am 28. 7. aufgelaufen waren und nur wenig über den Boden ragten, am 31. 7. bereits 84 geflügelte Tiere, im Durchschnitt 2,8 festgestellt.

Einen Monat später war die Zahl der Blattläuse, die je Kartoffelstaude beobachtet wurde, sehr stark herabgesunken, Geflügelte kamen nur selten zur Beobachtung. Am 20. bis 24. VIII. konnte an 35 älteren Stauden, die in der Zeit vom 8. bis 10. VI. aufgelaufen waren, keine einzige geflügelte Blattlaus mehr festgestellt werden. An 5 Versuchspflanzen, die am 15. VIII. aufliefen, wurden dagegen bereits zwei geflügelte Tiere von *Myzodes persicae* ermittelt.

Übrigens kann auch das menschliche Geruchsvermögen Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Kartoffelpflanzen herausfinden. Frisch aufgelaufene Stauden duften fruchtig, ältere dagegen erdig oder säuerlich. Es soll damit in keiner Weise gesagt werden, daß dieselben Duftstoffe auf das Geruchsorgan der Blattläuse wirken.

Auch bei der Auffindung der Winterwirtspflanze wird das Geruchsvermögen eine übergeordnete Rolle spielen. Über die Reichweite der Lockwirkung, die beispielsweise ein Pflirsichbaum im Herbst auf *Myzodes persicae* ausübt, können wir uns allerdings keine Vorstellung machen. Bemerkenswert ist, daß die geflügelten Läuse auf den Pflirsichblättern stets in Gruppen beieinander sitzen. Man hätte annehmen können, daß die zuerst zugeflogene Blattlaus durch die Duftwirkung des ausgeschiedenen Honigtaues oder der von der Einstichstelle sich ausbreitenden Stoffe zu einem starken Anziehungspunkt für die zufliegenden Artgenossen wird. Merkwürdigerweise stellte sich die gleiche Erscheinung ein, als hinter einer Fensterscheibe eine größere Anzahl geflügelter Tiere von *Doralis fabae* Scop. gehalten wurde. Auch diese liefen auf der dem Licht zugekehrten Seite so zusammen, daß kleine Gruppen entstanden. Möglicherweise kommt in diesem Falle die Orientierung nicht nur die Geruchsorgane, sondern ebenfalls durch die Lichtsinnesorgane zustande, die auch beim Flug im Freien wesentliche Bedeutung haben dürften.

6. Einfluß von Standort und Feldlage auf den Beflug durch Blattläuse.

Seitens der Saatzüchter wird immer wieder die Frage gestellt, ob der Standort einer Kartoffelstaude im Feldstück, so z. B. die Entfernung vom Feldrand, den Zuflug der Blattläuse und ihre weitere Vermehrung begünstigt. Um dies zu klären, wurden zu wiederholten Malen in Dramburg Blattlauszählungen an verschiedenen Stellen größerer Schläge vorgenommen. Besonders wurde geprüft, ob Randstauden bevorzugt aufgesucht werden. Bei der Durchsicht gleichaltriger jüngerer Kartoffelpflanzen

zeigte sich jedoch immer wieder, daß geflügelte Blattläuse und ihre Nachkommen ungefähr gleichmäßig über alle Stauden verteilt sind, und daß nicht das geringste Anzeichen dafür besteht, daß Randpflanzen unter stärkerem Befall leiden. So wurden z. B. am 6. VIII. 1938 auf einem 5 ha großen ungeschützt liegenden Schlag folgende Zahlen ermittelt:

Anzahl der durchgesehenen Stauden	Standort	Anzahl der Blattläuse insgesamt		Anzahl der unbesetzten Stauden
		geflügelt	ungeflügelt	
10	SO-Rand	1	15	5
10	NO-Rand	1	11	3
10	SW-Rand	0	8	3
10	NW-Rand	0	2	8 ¹⁾
20	Mitte	1	43	7

Die geflügelten Blattläuse fanden sich in diesem Beobachtungsjahr zwar nur in sehr geringer Zahl, doch sind Anzeichen für eine gleichmäßige Verteilung vorhanden. Von den Randstauden waren 47,5 %, von den Mittelstauden 35 % nicht mit Blattläusen besetzt.

Eine Erklärung findet dies dadurch, daß sich einmal die zuffliegenden Tiere aus größeren Höhen dem Felde nähern, andererseits bei niedrigen Windgeschwindigkeiten ein größtenteils aktiver Flug über kleinere Entfernungen im Feldstück führt und so eine ungefähr gleichmäßige Verteilung zustande kommt. Ausnahmen wurden nur beobachtet, wenn Ameisen, die sich nur am Feldrand aufhalten können, die Blattlausentwicklung günstig beeinflussen, doch darüber wird an anderer Stelle berichtet werden. Ferner ist zu bedenken, daß unter älteren üppig wuchernden Kartoffelstauden, je nachdem ob sie am Rand oder in der Mitte des Schlages stehen, veränderte mikroklimatische Bedingungen vorhanden sind, die möglicherweise die Vermehrung beschleunigen oder verzögern können. Schließlich kann auch durch Zuwanderung ungeflügelter Tiere von außen her — z. B. von einem Feldstück mit weiter entwickelten Stauden — eine Veränderung des geschilderten Bildes zustande kommen. Für andere Pflanzenarten, die sich durch Höhe, Pflanzdichte und Anlockungsvermögen von der Kartoffel unterscheiden, wie beispielsweise *Vicia faba*, lassen sich diese Befunde nicht verallgemeinern.

Weiterhin ist für die Saatzüchter von Bedeutung, inwieweit die Lage eines Feldstückes den Beflug beeinflusst. Beobachtungen, die von Davies 1938 beim Studium der Kartoffelblattläuse gemacht wurden,

¹⁾ Die niedrige Befallszahl erklärt sich durch die dem Wind ausgesetzte, erhöhte Lage dieses Randes. Siehe unten!

weisen ebenso wie gelegentliche Angaben anderer Autoren darauf hin, daß Felder in geschützten Lagen, „sheltered conditions“, wie z. B. in Tälern und Senken, einen weit höheren Blattlausbestand aufweisen, als Felder die völlig freigelegten sind, „exposed conditions“. Die Unterschiede, die sich so zwischen Feldern in Stadtnähe und Feldern auf dem Land ergeben, werden natürlich in erster Linie durch den Reichtum an Überwinterungsbedingungen in den Anlagen und den Gärten der Städte beeinflusst. Sonst spielt jedoch die Einwirkung der Luftströmungen die wichtigste Rolle.

In Fig. 5 sind Zählungen einander gegenübergestellt, die einerseits an 30 in den Zuchtgärten der Pomm. Saatzuchtges. Dramburg stehenden Stauden vorgenommen wurden, andererseits auf einem Feldstück (10 Stauden), das auch nicht weiter als die genannten Zuchtgärten von der Stadt Dramburg entfernt war, dafür aber durch seine Lage an einem Höhenrücken umso mehr dem Wind ausgesetzt war. Wenn man auch nach dem auf Seite 127 Mitte Gesagten annehmen muß, daß über dem zuletzt genannten Feld eine größere Fülle von Blattläusen darüber hingeweht wird, so scheinen doch diese starken Winde die meisten Tiere am Landen zu hindern und andere wieder zum Verlassen dieser unwirtlichen Lage anzuregen.

Es ergibt sich daraus die Folgerung, daß wertvolle Zuchten am besten auf den dem Wind frei ausgesetzten Höhenrücken anzulegen sind, da so der Zuflug und die von Pflanze zu Pflanze gehenden kürzeren Flüge, dank den meist herrschenden starken Winde wenigstens zeitweise unterbunden werden.

In diesem Zusammenhang muß auf die gelegentlich durchgeführte isolierte Anzucht von Kartoffelstauden in anderen Feldfruchtbeständen eingegangen werden. Sie hat das Ziel, Zuflug und Zuwanderung infektiöser Blattläuse und damit die Virusansteckung auszuschalten.

Über die Zweckmäßigkeit der viel Arbeitszeit beanspruchenden Maßnahmen sind bereits von Davies & Whitehead eingehende Untersuchungen angestellt worden (1938). Der Wert der Isolierung liegt nach diesen Autoren darin, daß die Wanderungen ungeflügelter Blattläuse, deren Folge nesterweises Auftreten viruskranker Pflanzen ist, ausgeschaltet wird. Geflügelte Blattläuse waren allerdings in der Lage, die zwischen Mangold und Rüben eingepflanzten Stauden in kurzer Zeit aufzufinden und zu besiedeln. Die Isolierung ist nach Davies & Whitehead nur in Gebieten zweckmäßig, in denen der Grad der Virusverseuchung gering ist oder in denen die übertragenden Blattläuse nur in geringer Zahl vorhanden sind. In typischen Abbauanlagen, in denen beide Voraussetzungen nicht zutreffen, sind diese Schutzmaßnahmen zwecklos.

In Deutschland wurden Isolierungen von verschiedenen Seiten durch-

geführt. Stets bestand dabei das Bestreben, möglichst hohe Zwischenpflanzen, wie z. B. Getreide, zu benutzen. Es ließen sich zwei Anwendungsformen unterscheiden; in dem einen Fall wurden kleine Beete angelegt, die mit Nachkommen einer Staude besetzt waren, im anderen Fall wurden größere Kartoffelschläge soweit wie irgendmöglich mit Getreidefeldern umgeben.

In Dramburg hatten wir Gelegenheit, im Frühjahr 1937 „Kleinisolierungen“ auf Blattlauszflug hin zu beobachten. Allerdings gehörten die in der Beobachtungszeit vorkommenden Tiere zu den Arten *Doralis rhamni* Boyer und *Doralis frangulae* Koch; *Myzodes persicae* Sulz. trat erst später auf. (Von den englischen Autoren wurden *Myzodes persicae* und *Macrosiphon solanifolii* Ashm. beobachtet.) Die mit 9 Pflanzen besetzten Beete hatten eine Größe von 2×2 m und waren in Sommergerste, die das Kartoffelkraut stets um einige cm überragte, eingesetzt (Fig. 3). Nach der Getreideernte wurden Strohmatte zum Schutz der Beete errichtet (Fig. 4). Die nächsten normal ausgepflanzten Kartoffelbestände befanden sich etwa 100 m von den Beobachtungsstauden entfernt. Die normal angebauten Stauden waren in der Zeit vom 25.—30. Mai, die isolierten in der Zeit vom 25.—28. Mai aufgelaufen. Die Zählung an den isolierten Pflanzen mußte nach dem 11. 6. eingestellt werden, da von nun an mit insektiziden Mitteln gespritzt wurde, wodurch der normale Entwicklungsgang unterbrochen war.



Fig. 3. Kartoffelstauden zum Schutz gegen Virusansteckung in Sommergerste isoliert angebaut. Dramburg 1937.

Phot. Dr. K. Störmer.

Aus Tabelle 3 geht hervor, daß die Anzahl der Stauden, an denen geflügelte Läuse angetroffen wurden, in beiden Pflanzungen (normal und

Tabelle 3.

Beobachtungs- tag	Anzahl der Beobach- tungsstanden	Anzahl der mit Lusen bes. Ständen in %	Anzahl der mit gefl. L. bes. Ständen in %	Anzahl der geflug. Läuse im Durch- schnitt je Stände	Anzahl der abgesetzten Jungläuse im Durchschnitt je Stände
Isolierungsanbau					
27. V.	24	—	—	—	—
1. VI.	48	4	4	0,04	0,04
5. VI.	36	28	8	0,08	1,1
8. VI.	24	54	29	0,41	1,9
11. VI.	12	75	41	0,58	13,3
Normalpflanzung					
28. V. — 30. V.	50	2	2	0,02	—
30. V. — 2. VI.	152	7	7	0,07	0,12
3. VI. — 6. VI.	92	18	9	0,13	0,4
7. VI. — 9. VI.	56	55	23	0,36	2,4
10. VI. — 13. VI.	31	100	39	0,45	10,8

isoliert) ungefähr gleich ist. Der Durchschnittswert liegt für die isolierten Ständen sogar eine Kleinigkeit höher. Ein wesentlicher Unterschied besteht nur darin, daß bei der letzten Zählung jede Stände der Normalpflanzung von geflügelten Lusen oder ihren Nachkommen besetzt war,

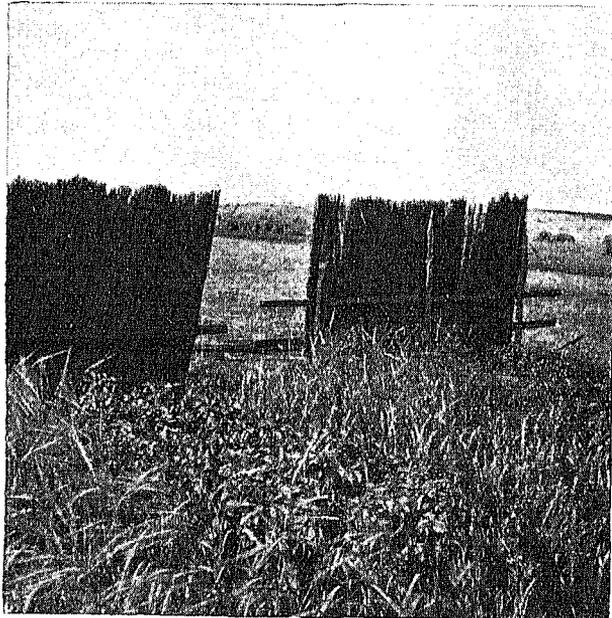


Fig. 4. Kartoffelstanden zum Schutz gegen Virusansteckung in Getreide isoliert angebaut. An Stelle des bereits geernteten Roggen sind Strohmatte errichtet. Dramburg 1937.

während nur an 75 % der isolierten Pflanzen Aphiden nachgewiesen werden konnten. Eine Woche später dürfte allerdings bei der starken Blattlausentwicklung des Jahres auch dieser Unterschied ausgeglichen gewesen sein.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die Isolierung in der Sommergerste dürfte zwar die Wanderungen ungeflügelter Formen zu einem beträchtlichen Teil eingeschränkt haben, der Zuflug geflügelter Läuse war hingegen in keiner Weise geringer, als in den Normalpflanzungen. Mit diesen Befunden stimmt überein, daß der Nachbau der Isolierungsparzellen trotz im Vorjahr mehrfach vorgenommener Ausmerzung primär erkrankter Stauden eine geringe Anzahl bereits aus verseuchten Knollen hervorgegangener Pflanzen aufwies, was erkennen läßt, daß Infektionen zustande gekommen waren.

In der Wachstumsperiode 1938 konnten die Untersuchungen fortgeführt werden. Die Verhältnisse lagen besonders günstig, da Sommer-

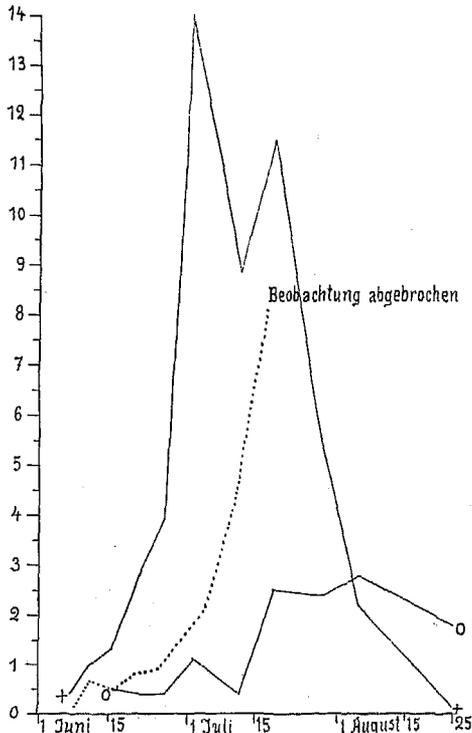


Fig. 5. Blattlausbefall in Dramburg 1938. Durchschnittswerte je Staude von 30 geschützt stehenden (+ — +), 10 ungeschützt stehenden (o — o und 20 im Roggenfeld isoliert angebauten (...)) Kartoffelstauden.

getreide verwendet wurde, das bereits beim Auflaufen der Kartoffeln in den vorherbeschriebenen Beeten seine volle Höhe, 1,80—1,90 m, erreicht hatte und daher eigentlich idealen Schutz hätte bieten müssen. Der durchschnittliche Blattlausbefall je Staude — es wurden Zählungen an 20 Pflanzen zugrunde gelegt — ist in Fig. 5 mit einer punktierten Linie eingezeichnet. Die Zahlenwerte verstehen sich ohne die Blattlausarten, die vom Getreide, das stark mit Aphiden besetzt war, zu den Kartoffelstauden hinübergewandert sind. Dieser starke Befall in der Nachbarschaft bedingte, daß viele parasitierende Schlupfwespen angelockt wurden, die auch die auf der Kartoffel lebenden Blattläuse in ihrem Bestand eher bedrohten, als es normalerweise der Fall ist (Fig. 6, ausgezogene Linie). Trotzdem verläuft die Kurve der in der Isolierung gewonnenen Blattlauszahlen in der Mitte zwischen den Kurven der in geschützten und ungeschützten Lagen ermittelten Werte. Die Durchschnittszahlen der angetroffenen geflügelten Tiere weisen an isolierten und normalgepflanzten Stauden verschiedener Standorte recht ähnliche Werte auf.

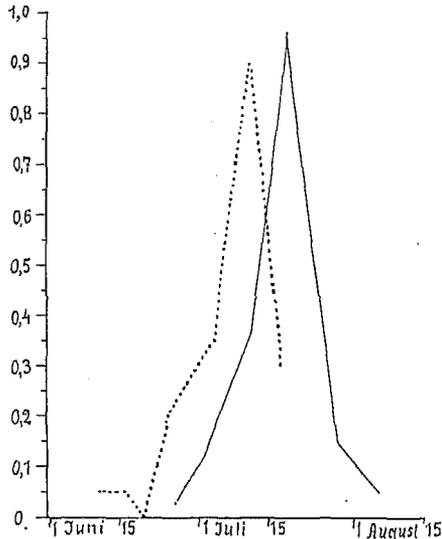


Fig. 6. Durchschnittliche Anzahl der von Schlupfwespen parasitierten Blattläuse je Staude. Zahlen von 40 normalgepflanzten und (—) und 20 im Roggenfeld isoliert angebauten Stauden (. . .).

Dramburg 1915.

Die Tatsache, daß an den isoliert gebauten Pflanzungen höhere Befallswerte als an den freigelegenen, normal gepflanzten Beständen festgestellt wurden, zeigt nicht nur, wie schnell die isolierten Stauden von

den geflügelten Tieren vermutlich dank einem wohlausgebildeten Orientierungsvermögen aufgefunden wurden, sondern auch, daß durch die Isolierung für die Blattlausentwicklung besonders günstige ökologische Bedingungen geschaffen wurden.

In einem weiteren kleinen Versuch wurden Kartoffelknollen einzeln in Beeten von 60×60 cm in den 1,80 m hohen Roggen eingepflanzt und Vergleichsknollen auf einem unbebauten Feld ausgelegt. Erst nach dieser Verkleinerung der Beetgröße ließen sich deutliche Anflugsunterschiede zugunsten der isolierten Pflanzung erkennen. Trotz des engen Zufluges wurden allerdings immer noch geflügelte Blattläuse (*Doralis frangulae* Koch) an den isolierten Stauden aufgefunden. Der Versuch müßte in einem blattlausreichen Jahr wiederholt werden.

Erwägt man, mit welchen erhöhten Arbeitsleistungen die besprochenen Schutzmaßnahmen verbunden sind, so wird man selbst wertvolle Zuchten besser auf windausgesetzten Schlägen anlegen oder die von amerikanischer Seite vorgeschlagene Anzucht unter riesigen Zelten von Nesseltuch vorziehen.

Abseits angelegte Kartoffelschläge größeren Ausmaßes (Großisolierungen) waren bisher noch nicht Gegenstand besonderer aphidologischer Untersuchungen. Da sie jedoch in bezug auf Blattlausanflug denselben Gesetzmäßigkeiten unterworfen sind wie andere Pflanzungen, ist zu erwarten, daß sie um so nachhaltiger gegen Virusansteckung geschützt sein werden, je größer die Entfernung zu den nächsten Kartoffelfeldern ist und je gesünder die dort befindlichen Stauden sind. Voraussetzung ist ferner, daß das zu schützende Feld an einer dem Wind ausgesetzten Örtlichkeit angelegt wird und von allen viruskranken Stauden frühzeitig in peinlicher Weise gereinigt wird.

Zusammenfassung.

Für die Ausbreitung wirtschaftlich wichtiger Kartoffelvirosen spielen die Flüge der sie übertragenden grünen Pfirsichblattlaus eine entscheidende Rolle. Der Blattlausflug im allgemeinen muß daher Gegenstand näherer Untersuchungen werden.

Versuche mit leimbestrichenen Flächen ergaben, daß bereits Winde geringer Geschwindigkeiten imstande sind, die Richtung des Blattlausfluges zu beeinflussen.

Stärkere Winde vermögen geflügelte und gelegentlich auch ungeflügelte Blattläuse zu erfassen und so über weite Strecken zu tragen.

Versuche in Bodennähe und Nahrungsanalysen an Vögeln, die regelmäßig in größerer Höhe jagen, machen es wahrscheinlich, daß geflügelte Blattläuse zum „Luftplankton“ gerechnet werden müssen. Mit Hilfe des Flugzeuges konnten auch Coad und Berland Blattläuse in beträchtlichen Höhen (bis 2000 m nachgewiesen) erbeuten.

Winde aus allen Richtungen, auch feuchte NW-Winde, können geflügelte Blattläuse mit sich führen, sofern die vorbergehenden Tage klimatisch und trophisch die Entwicklung geflügelter Formen begünstigten.

Mit der monatlichen Hauptwindrichtung eines Gebietes dürfte deshalb auch die Ausbreitungsrichtung der von Aphiden übertragenen Viruskrankheiten übereinstimmen.

Tabakpflanzen, die frisch aus dem Gewächshaus entnommen sind, werden in auffälliger Weise von geflügelten Blattläusen aufgesucht. Jüngere Kartoffelpflanzen wirken in weit stärkerem Maße anlockend als ältere. Beide Beobachtungen deuten darauf hin, daß Blattläuse in der Lage sind, ihre Wirtspflanzen u. a. mit Hilfe des Riechvermögens in zielgerichtetem Flug zu erreichen, wenn nicht stärkere Winde sie daran hindern.

Geflügelte Blattläuse besiedeln die Stauden eines Kartoffelschlages in ungefähr gleicher Verteilung. Randstauden werden also nicht bevorzugt aufgesucht.

Kartoffelfelder in windgeschützten Lagen weisen einen deutlich höheren Blattlausbestand auf als freigelegene Schläge. Virusübertragung ist deshalb besonders gut auf geschützt liegenden Feldern möglich, zumal dort auch Flüge über kleinen Zwischenräumen ungestörter stattfinden können. Wertvolle Anpflanzungen, die vor Virusansteckung zu schützen sind, sollen daher möglichst auf Höhenrücken angelegt werden, da die dort stärker einwirkenden Winde Zuflug und Ansiedlung der Blattläuse vermindern oder verzögern und auch Nachflüge im Bestand selbst weitgehend verhindern können.

In Getreidefeldern eingepflanzte Kartoffelstauden (Beete mit 9 Pflanzen von 2×2 m Größe) wurden trotz der Höhe des sie umgebenden Winterroggens (1,80 m) schnell von geflügelten Blattläusen aufgefunden und besiedelt. Diese Art der Isolierung bietet demnach nur einen ungenügenden Schutz gegen Virusansteckung, zumal die in den Beeten herrschenden mikroklimatischen Bedingungen die Blattlausentwicklung begünstigen. Ein gewisser Schutz ist höchstens dadurch gegeben, daß ungeflügelte Blattläuse von der Zuwanderung abgehalten werden.

Schrifttum.

- Bacmeister, W., Über die Nahrung des Mauerseglers *Micropus apus* (L.)
Orn. Monatsber. 80, 1922.
- Bartels, M., Beobachtungen an Brutplätzen des Alpenseglers *Micropus melba melba* (L.). J. Orn. 79, 18—19, 1931.
- Berland, L., Premiers résultats de mes recherches en avion sur la faune et la flore atmosphériques. Ann. Soc. ent. France, 14, 1935.
- Börner, C., Fernflüge von Blattläusen nach Beobachtungen auf Memmert und Helgoland. Verh. Dtsch. Ges. angew. Ent., 3, 27—35, 1922.
- Coad, B. R., Insects captured by airplane are found at surprising heights. U. S. Dept. Agr. Yearbook of Agriculture, 1931, p. 320—323.

- Davies, W. M., Ecological studies on aphides infesting the potato (I.) Bull. ent. Res., 23, 585—548, 1932.
- Studies on aphides infesting the potato crop (III.). Effect of variation in relative humidity on the flight of *Myzus persicae* Sulz. Ann. appl. Biol., 22, 106—115, 1935.
- & Whitehead T., Studies on aphides infesting the potato crop (IV). Notes on the migration and condition of alatae *Myzus persicae* Sulz. Ann. appl. Biol., 22, 529—549, 1935.
- Studies on the aphides infesting the potato crop (V.). Laboratory experiments on the effect of wind velocity on the flight of *Myzus persicae* Sulz. Ann. appl. Biol., 23, 1936.
- & Whitehead, T., Studies on aphides infesting the potato crop (VI.). Aphis infestation of isolated plants. Ann. appl. Biol., 25, 1938.
- The aphis *Myzus persicae* Sulz. in selected districts of Scotland. Scott J. Agric. 21, 1938.
- Elton, C. S., The dispersal of insects to Spitzbergen. Trans. R. Soc. London, 1925, p. 289—299.
- Felt, E. P., Dispersal of insects by air currents. N. Y. St. Mus. Bull. 274, 59—129, 1928.
- Foucon, Passage du Phylloxera d'un cep à l'autre au dessus du sol. C. R. Acad. des sciences., 1872 (zit. nach Stellwaag, Weinbaunsekten 1928).
- Fraenkel, G., Die Wanderungen der Insekten. Ergebn. Biol. 9, 1932.
- Heinze, K., & Profft, J., Zur Lebensgeschichte und Verbreitung der Blattlaus *Myzus persicae* (Sulz.) in Deutschland und ihre Bedeutung für die Verbreitung der Kartoffelviren. Landwirt. Jahrbücher, 86, 483—500. 1938.
- Henrich, C., Ein Schwarm geflügelter Blattläuse. Naturw. Wschr. N. F., 9, 90—91.
- Köhler, E., Viruskrankheiten. In: Sorauer-Appel, Handbuch der Pflanzenkrankheit, 1, 2, Berlin 1934.
- Körting, A., Beobachtungen über die Fluggewohnheiten der Fritfliege und einiger Getreidethysanopteren. Z. angew. Ent., 18, 154—160, 1931.
- Phillipp, P., Methode zur qualitativen und quantitativen Erfassung des Insektenfluges über Gewässern. Zool. Anz., 114, 1936.
- Riggert, E., Über die Flughöhe der Fritfliege. Nachr.bl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst, 11, 26—27, 1931.
- Stoner (zit. nach Niethammer, G., Handbuch der deutschen Vogelkunde, 1, Leipzig 1937).
- Störmer, K., Bedeutung Ost- und Norddeutschlands für den Pflanzkartoffelbau, Mitt. Landwirtschaft, 43, 1937.
- Weber, H., *Aphidina*. In: Schulze, Biologie der Tiere Deutschlands, Berlin 1935.
- Webster, F. M., & Phillips, W. J., The spring Grain-aphis or „Green Bug“. U. S. Dept. Agr. Bull., 110, p. 81—88, 1912.
- Zehnter, L., Beiträge zur Entwicklung von *Cypselus melba*, nebst biologischen und osteologischen Details. Arch. Naturg., 56, 196, 1890.