

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =  
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss  
Entomological Society

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 19 (1943-1946)

**Heft:** 11

**Artikel:** Beiträge zur Kenntnis der Blattlaus *Myzus (Myzodes) persicae* Sulz.,  
Überträgerin der Blattrollkrankheit der Kartoffel

**Autor:** Fenjves, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-400964>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 08.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft

Bulletin de la Société Entomologique Suisse

---

**Bd. XIX, Heft 11**    Redaktion: Dr. H. Kutter, Flawil    **Dezember 1945**

---

*Inhalt:* P. Fenjves, Zürich: Beiträge zur Kenntnis der Blattlaus *Myzus (Myzodes) persicae* Sulz., Überträgerin der Blattrollkrankheit der Kartoffel. — R. Clausen, La Tour-de-Peilz: Observations sur la phalène anguleuse (*Chloroclystis rectangulata* L.). — R. Zinkernagel und R. Gasser, Basel: Über Getreidekonservierung, I. Mitteilung. — H. Kutter, Flawil: Beitrag zur Kenntnis von *Strongylognathus Huberi* For. ssp. *alpinus* Wh. — E. Günthart, Zürich: Über die insektizide Wirkung eines Benzolhexachlorid-Präparates.

---

Aus dem Entomologischen Institut der  
Eidg. Technischen Hochschule in Zürich

---

## Beiträge zur Kenntnis der Blattlaus *Myzus (Myzodes) persicae* Sulz., Überträgerin der Blattrollkrankheit der Kartoffel

Von  
P. Fenjves  
Dipl. Ing. agr. ETH

Mit 28 Abbildungen



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung:	
A. Einiges über pflanzliche Virosen . . . . .	491
B. Die wichtigsten Vira der Kartoffel . . . . .	493
C. Die Übertragung der Vira durch Insekten . . . . .	499
II. Systematische Stellung, Synonymie und geographische Verbreitung von <i>Myzus persicae</i> Sulzer . . . . .	503
III. Morphologische Merkmale . . . . .	506
IV. Der Entwicklungszyklus von <i>Myzus persicae</i> . . . . .	510
V. Die Biologie der Winterformen:	
A. Übersicht der Literatur . . . . .	512
B. Eigene Beobachtungen über die holozyklische Überwinterung:	
1. Beobachtungen an Pfirsich, Aprikosen und Nektarinen . . . . .	515
2. Die Überwinterung an andern Winterwirten . . . . .	520
C. Die anholozyklische Überwinterung:	
1. Die anholozyklische Überwinterung im Freien . . . . .	522
2. Die Überwinterung in geschlossenen Räumen . . . . .	523
VI. Die Biologie der Sommerformen:	
A. Allgemeines, Zucht und Methodik . . . . .	528
B. Beobachtungen im Jahre 1941:	
1. In Abbaulagen . . . . .	535
2. In Vermehrungslagen . . . . .	543
3. In Hochzuchtlagen . . . . .	548
C. Beobachtungen im Jahre 1942:	
1. In Abbaulagen . . . . .	552
2. In Vermehrungslagen:	
a) Kerzers . . . . .	554
b) Kiley Alp . . . . .	556
3. In Hochzuchtlagen . . . . .	557
D. Einige Bemerkngen zur Anbauanfälligkeit der Kartoffelsorten gegenüber Blattlausbefall . . . . .	558
E. Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Jahren 1941 und 1942 . . . . .	560
F. Spezielle Untersuchungen:	
1. Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von <i>Myzus persicae</i> . . . . .	564
2. Beobachtungen über den Flug von <i>Myzus persicae</i> . . . . .	572
VII. Die Bekämpfungsversuche:	
A. Allgemeines . . . . .	581
B. Kleinversuche mit Gesarol und Nikotin . . . . .	584
C. Die Feldversuche im Jahre 1941:	
1. Die Versuche am Roßberg . . . . .	588
2. Die Versuche am Hörnli . . . . .	592
D. Die Feldversuche im Jahre 1942:	
1. Die Versuche am Roßberg:	
a) Nikotin . . . . .	593
b) Gesarol . . . . .	596
2. Die Versuche in Kerzers . . . . .	599
3. Die Versuche auf der Kiley Alp . . . . .	600
4. Die Versuche in Nante . . . . .	601
E. Ergebnisse der Bekämpfungsversuche . . . . .	602
VIII. Zusammenfassung . . . . .	602
Literaturverzeichnis . . . . .	605

## I. Einleitung

### A. Einiges über pflanzliche Virosen.

Im Jahre 1886 erkannte Mayer (cit. nach K. M. Smith 1937) die infektiöse Natur des Tabakmosaik, einer Krankheit, die den Tabakzüchtern schon seit langem bekannt war und von ihnen als eine mehr oder weniger lästige Erscheinung empfunden wurde. Die wahre Natur des Erregers kannte Mayer ebensowenig wie Iwanovsky (cit. nach K. M. Smith 1937), der 6 Jahre später beweisen konnte, daß der Preßsaft kranker Pflanzen auch dann noch infektiös blieb, wenn er durch Filter, die alle bekannten Bakterien zurückhielten, gepreßt wurde. Diese Entdeckung Iwanovskys geriet in Vergessenheit, bis 1889 Beijerinck unabhängig die gleichen Resultate erhielt. Über den Erreger des Tabakmosaik und der verschiedenen andern, später als Virosen erkannten Pflanzenkrankheiten war man sich lange Zeit nicht im klaren. Es wurden mehrere Mutmaßungen aufgestellt, nach denen z. B. die Virosen durch submikroskopische Bakterien erzeugt würden usw., bis man schließlich feststellte, daß die wirklichen Erreger der Viruskrankheiten keinen der bekannten Organismen wie Bakterien, Pilze o. a. gleichzusetzen sind, sondern daß es sich um spezifische Stoffe handeln muß. Zur Charakterisierung dieser Stoffe gebrauchte man hauptsächlich die negativen Eigenschaften, wie Unsichtbarkeit (auch mit den stärksten Optiken), Filtrierbarkeit durch Bakterienfilter und schließlich die Gebundenheit an die lebende Zelle. Seit der Entdeckung Mayers und Iwanovskys sind in der Virusforschung sehr große Fortschritte erzielt worden. Heute sind rund 150 pflanzliche Vira bekannt, die mehr oder weniger an allen höheren Pflanzen Krankheitssymptome hervorrufen; ja sogar die Bakterien haben ihre Vira oder diesen verwandte Organismen, die sog. Bakteriophagen. Die Literatur über die Virusforschung füllt heute Bibliotheken. Das Gebiet wurde zu einem außerordentlich schwierigen Spezialfach, wo Humanmediziner, Veterinäre, Pflanzenpathologen, Entomologen und in den letzten Jahren auch die Chemiker Hand in Hand arbeiten.

Trotz all diesen großen und wichtigen Arbeiten herrscht heute noch manche Unklarheit auf diesem Gebiete, besonders da, wo es sich um die Erkenntnis der Natur der Vira handelt. Es würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, wenn wir hier alle bis heute aufgestellten und wenigstens teilweise richtigen Theorien auch nur in großen Zügen streifen würden. Wir möchten daher nur kurz erwähnen, daß sich die hauptsächlichsten Auffassungen in zwei Gruppen zusammenfassen lassen:

Nach der einen Auffassung — deren wichtiger Vertreter z. B. Laidlaw (cit. nach K. Smith 1934) ist — handelt es sich bei den

Vira um streng parasitisch lebende Organismen. Durch ihre parasitische Lebensweise verloren sie die Fähigkeit, Plasma zu bilden und bestehen praktisch nur aus dem Nucleus, können also demnach bei der Vermehrung nur wieder Nuclei bilden. Zum Leben brauchen die Vira die Zellen der höheren Organismen, wo sie die nötigen Fermente finden. Ihre Spezialisierung wird durch die mehr oder weniger starke Rückbildung bedingt. Verschiedene Modifikationen dieser Theorie besagen, daß die Vira z. B. nur Chromosomen oder Teile derselben darstellen, ja, daß sie sogar eigentlich «verlorengegangene» Gene sind, die die Zellen der höheren Lebewesen zur Neubildung solcher Kernteile zwingen.

Als Antipode zu dieser Auffassung gilt z. B. die Stanley'sche Schule, nach der es sich bei den Vira um hochmolekulare Eiweißstoffe handelt, denen jedes selbständige Leben abzusprechen ist. Ihre Wirkung in der Zelle kommt der eines Fermentes gleich. Durch ihr Auftreten wird im Plasma der Giftstoff gebildet, wobei unter Umständen eine Art Autokatalyse stattfinden kann. Die Vertreter dieser Auffassung weisen auf das genau definierbare chemische Verhalten einiger Vira hin, die in vieler Hinsicht den Eiweißmolekülen ähnlich sind. So können bestimmte Vira kristallisiert und gefällt werden, ohne daß sie sich bei der späteren Rückgewinnung in ihrer Pathogenität verändern würden.

Durch die genaue chemische Erforschung und mit Hilfe der Elektronenmikroskopie wird es wohl bald möglich sein, Genaueres über die Natur dieser Giftstoffe zu sagen. Daß es sich hier nicht um Organismen im hergebrachten Sinne handelt, ist schon aus dem wenigen oben Erwähnten ersichtlich. Andererseits glauben wir jedoch auch nicht, daß es sich hierbei um einfache chemische Stoffe handelt, denen jegliches Leben abzusprechen ist, denn trotz genauer Kenntnis der chemischen Natur des Tabakmosaikses konnten «synthetisch erzeugte» Vira keine Krankheiten verursachen (Schramen 1943). Heute können wir die Vira nur als Stoffe definieren, deren Vorhandensein und deren scheinbare oder wirkliche Vermehrung an lebende Zellen gebunden sind. Sie sind nicht mit den gewöhnlichen Mikroskopen sichtbar und passieren die normalen Bakterienfilter. Durch besondere Filter kann jedoch ihre Größenordnung bestimmt und durch das Elektronenmikroskop können wenigstens einzelne photographiert werden. Von großer Bedeutung für praktische wie theoretische Zwecke ist die Kenntnis der Verbreitungs- und Übertragungsmöglichkeiten eines Virus. Für die pflanzenpathogenen Vira können wir hier folgende wichtigsten Methoden anführen:

1. Durch Pflropfung sind sämtliche bekannten Virusarten übertragbar. Diese Möglichkeit hat mehr theoretische als praktische Bedeutung.

2. Durch den Saft, die sog. «mechanische» Übertragung. Viele Vira, z. B. das X-Virus der Kartoffel oder das echte Tabakmosaikvirus (*Nicotiana Virus 1*) können durch den Saft kranker Pflanzen auf gesunde übertragen werden. Hier spielt der Mensch eine wichtige Rolle, indem er diese Saftverbreitung z. B. durch Kulturmaßnahmen, bei welchen gewollte und ungewollte Wunden entstehen, durch das Schneiden der Saatkartoffelknollen, das Pflügen usw. begünstigt und fördert. Bei den saftübertragbaren Vira können auch Insekten eine Rolle spielen, und zwar vor allem solche mit kauenden Mundwerkzeugen, die durch ihre Fraßtätigkeit Wunden an gesunden wie kranken Pflanzen verursachen und damit die Möglichkeit schaffen, den aus kranken Pflanzen austretenden infektiösen Saft mit ihren Mundgliedmaßen auf gesunde zu übertragen.
3. Als häufige Überträger der Virosen wurden jedoch vor allem die saugenden Insekten, namentlich die Rhynchoten, erkannt; so weiß man, daß Zikaden, Aleurodiden und vor allem Blattläuse als wichtige «Vectoren» (Überträger) für die Krankheit in Frage kommen. Besonders die Aphiden spielen in Europa eine große Rolle.

Oft sind die Vira nicht nur an die Wirtspflanze gebunden, sondern auch an den Vector. So kann z. B. die Blattrollkrankheit der Kartoffel fast nur durch die Pfirsichblattlaus, die Streifenkrankheit des Maises nur durch eine bestimmte Zikade usw. übertragen werden. — Daneben gibt es andere Virus-Arten, die sowohl durch den Saft als auch durch Insekten (eines oder mehrere) verbreitet werden. Bei den obligat an Insekten, besonders an Blattläuse gebundenen Übertragungsarten unterscheidet man ebenfalls zwei verschiedene Möglichkeiten, auf die wir kurz im nächsten Abschnitt eingehen wollen.

4. Neben den erwähnten drei wichtigsten Möglichkeiten für die Verbreitung pflanzlicher Virosen ist es noch von Bedeutung, zu wissen, daß alle Teile einer erkrankten Pflanze, also Blätter, Stängel, Wurzeln und Knollen, virushaltig sind und somit eine Ansteckungsgefahr bedeuten. Demzufolge sind auch vegetative Nachkommen erkrankter Pflanzen krank, da das Virus in den vegetativen Vermehrungsorganen (Knollen, Zwiebeln usw.) unverändert bleibt.

### **B. Die wichtigsten Vira der Kartoffel.**

Alle höheren Pflanzen leiden mehr oder weniger an Virusbefall, doch gibt es einige Familien, die dieser Krankheit besonders stark ausgesetzt sind. Zu diesen gehört z. B. die Familie der Solanaceen und unter diesen die für unsere Verhältnisse wichtige Kartoffelpflanze. Bis jetzt (K. M. Smith 1937) wurden 16 spezifische

Kartoffelvirosen beschrieben, jedoch befallen noch verschiedene andere Vira diese Kulturpflanze. Zum Glück sind nicht alle diese Krankheiten bei uns verbreitet, und einem Teil davon ist außerdem keine allzu große Bedeutung beizumessen. 4—5 Vira erzeugen jedoch auch unter unseren klimatischen Verhältnissen mehr oder weniger schwere Schäden und verursachen Ernteaufschläge. Diese verschiedenen Virosen sind seit langem unter dem Sammelnamen « Abbaukrankheiten » oder « Abbauerscheinungen » bekannt. Lange Zeit wurden jedoch die Ursachen dieser « Abbauerscheinungen » nicht richtig erkannt; man vermutete Degenerationerscheinungen infolge der langen vegetativen Vermehrung, Boden- und Klimaschädigungen u. a. m. Es ist das Verdienst Volkarts (1922), gestützt auf die Forschungen in den englischsprechenden Gebieten und Holland und im Gegensatz zu der in Deutschland, Österreich und den meisten übrigen Ländern des Kontinentes herrschenden Auffassung schon im Jahr 1921 auf die wahre Ursache der Abbaukrankheiten hingewiesen und daraus die nötigen Schlüsse für die Art der Bekämpfung, die seither in der Schweiz befolgt worden ist, gezogen zu haben. — Wir möchten nachstehend die wichtigsten Kartoffelvira kurz behandeln, ohne jedoch dabei allzu sehr auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften dieser Stoffe einzugehen, da sie in diesem Zusammenhange weniger bedeutungsvoll sind. Uns interessiert vor allem das biologische Verhalten dieser Krankheitserreger und besonders die Art der Übertragung.

*Solanum Virus 1* Orton (X-Virus der Kartoffel, mildes Mosaikvirus, *Marmor cucumeris* Holmes, u. a. m.) ist eine der verbreitetsten Kartoffelvirosen, die jedoch keine große wirtschaftliche Bedeutung hat. Die Amerikaner nennen es sogar « healthy potato Virus », d. h. das Virus der gesunden Kartoffel. Die Krankheitssymptome sind nur bei vereinzelt Kartoffelsorten deutlich erkennbar und äußern sich hauptsächlich in leichter Mosaikfärbung der Blätter. Zwischen den Blattrippen zeigt das Gewebe hellere und dunklere Flecken, die besonders auf weißer Unterlage hervortreten. Um das Virus mit Sicherheit zu erkennen, muß es auf eine Testpflanze, z. B. Tabak, überimpft werden, wo es deutlichere Symptome (Ringnekrose) erzeugt. Dieses Virus ist saftübertragbar und wird nicht von Blattläusen übertragen.

*Solanum Virus 2* Orton (Virus Y, Acropetalnecrose von Quanjer, *Marmor dubium* Holmes, Strichelvirus) erzeugt eine weitaus gefährlichere Erkrankung der Kartoffelstauden. Die Symptome sind als Strichelkrankheit oder « Streaks » bekannt. Sie äußern sich zuerst in einer leichten Mosaikbildung zwischen den Nerven (mottling), wonach sich die Blattrippen zuerst stellenweise, später stärker verfärben und absterben (Abb. 1 A). Die Nekrose der Gefäße greift auch auf die Stengelpartie über (Abb. 1 B), wo sich



ebenfalls schwarzbraune Striche bilden. Etwas später verbreiten sich diese Striche mehr und mehr und schließlich welken die oberirdischen Teile der Kartoffelpflanze.



A

B

Abb. 1. Strickelkrankheit der Kartoffeln, verursacht durch das Solanum Virus 2.

A = Nekrosen an der Stengelpartie; B = Nekrosen am Blatt.

Dieses Virus ist ebenfalls saftübertragbar, daneben wird es jedoch von Blattläusen, vor allem von der grünen Pfirsichblattlaus *Myzus persicae* Sulz., verbreitet. Die Übertragungsart wurde früher als « mechanische Insektenübertragung » im Gegensatz zur « biologischen » bezeichnet. Man nahm an, daß die Mundwerkzeuge der Blattläuse beim Saugen im Blattgewebe mit dem virushaltigen Saft beschmiert werden und daß dann die Tiere mit den « verschmutzten » Saugborsten andere Pflanzen zu infizieren vermögen. Es war nämlich bekannt, daß die Tiere die Infektionsfähigkeit nach spätestens 24 Stunden verlieren und die Krankheit auf höchstens zwei gesunde Pflanzen übertragen können, nachdem sie einmal an einer kranken Staude gesogen haben. Watson und Roberts (1940) stellten dagegen fest, daß die Blattläuse auch bei dieser « mechanischen » Übertragung nicht als einfache « Injektionsnadel » wirken, sondern daß es sich dabei vielmehr um eine komplizierte Wanderung des

Virus im Innern des Blattlauskörpers handeln muß wie bei den früher als « biologisch » bezeichneten Infektionen.

Solanum Virus 1 und 2 können auch zusammen an der gleichen Pflanze auftreten und rufen Symptome hervor, die von denen, die sie einzeln verursachen, verschieden sind. Bei den meisten Kartoffelsorten wird nämlich durch diese Mischinfektion das « wilde » oder gewöhnliche Mosaik erzeugt. Die Blätter zeigen die helleren und dunkleren Flecken viel stärker als beim milden Mosaik. Die Krankheit verursacht eine gewisse Steifheit und Gedrungenheit der ganzen Pflanze und kann ernstere Ertragsausfälle bedingen. Neben den Mosaiksymptomen werden auch Kräuselungen der Blätter beobachtet. Saugt die Pfirsichblattlaus an einer Staude, die mit beiden Vira infiziert ist, so überträgt sie das Sol. Virus 2, nicht aber das Sol. Virus 1, und erzeugt somit an der gesunden Pflanze die Strichelkrankheit.

Solanum Virus 3 Murphy und M'kay (Virus A Super mild Mosaik virus, Marmor solani Holmes, Kräuselvirus). Diese Krankheit äußert sich in der Regel durch eine leichte Kräuselung der Blätter, welche daneben noch oft Mosaiksymptome zeigen. In Mischinfektionen mit Solanum Virus 1 erzeugt dieses Virus die bekannte Kräuselkrankheit (Crinkle) und mit Solanum Virus 2 das gelbe Mosaik (yellow mosaic).

Solanum Virus 7 Salaman und Le Pelley (Virus E Marmor angliae Holmes, Paracrinkle) ist für die schweizerischen Verhältnisse nicht sehr bedeutend.

Neben den vorstehend erwähnten Vira kommen bei uns noch einige andere Viroten an der Kartoffel vor, die je nach Lage und Örtlichkeit mehr oder weniger gefährlich sind. Keine erreicht jedoch in bezug auf die Bedeutung die drei erstgenannten und noch weniger die anschließend zu besprechende Blattrollkrankheit.

Solanum Virus 14 Appel und Quanjér (Phloem-Necrose Virus, Corium solani Holmes, Blattrollvirus), der Erreger der Blattrollkrankheit ist weitaus die gefährlichste unter den Kartoffelviroten. Sie ist auch nach Sol. Virus 1 die häufigste in der Schweiz. Die Symptome dieser Krankheit werden in zwei Gruppen eingeteilt: In die sog. Primär- und Sekundärsymptome. Erstere treten im Jahre der Infektion auf. Sie äußern sich in einem leichten Einwärtsrollen der jüngern Blätter, das unter Umständen von einer leichten Aufhellung der Nerven begleitet wird. Ertragseinbußen sind selten und sehr häufig werden die Symptome « maskiert », d. h. sie treten unter dem Einfluß äußerer Faktoren (hohe Temperatur und intensive Sonnenbestrahlung) nicht oder nur unmerklich in Erscheinung. Deutlicher sind dagegen die Sekundärsymptome, die an Stauden, welche aus infizierten Knollen entstanden, bemerkbar werden (Abb. 2 und 3). Die Blätter solcher Pflanzen zeigen von

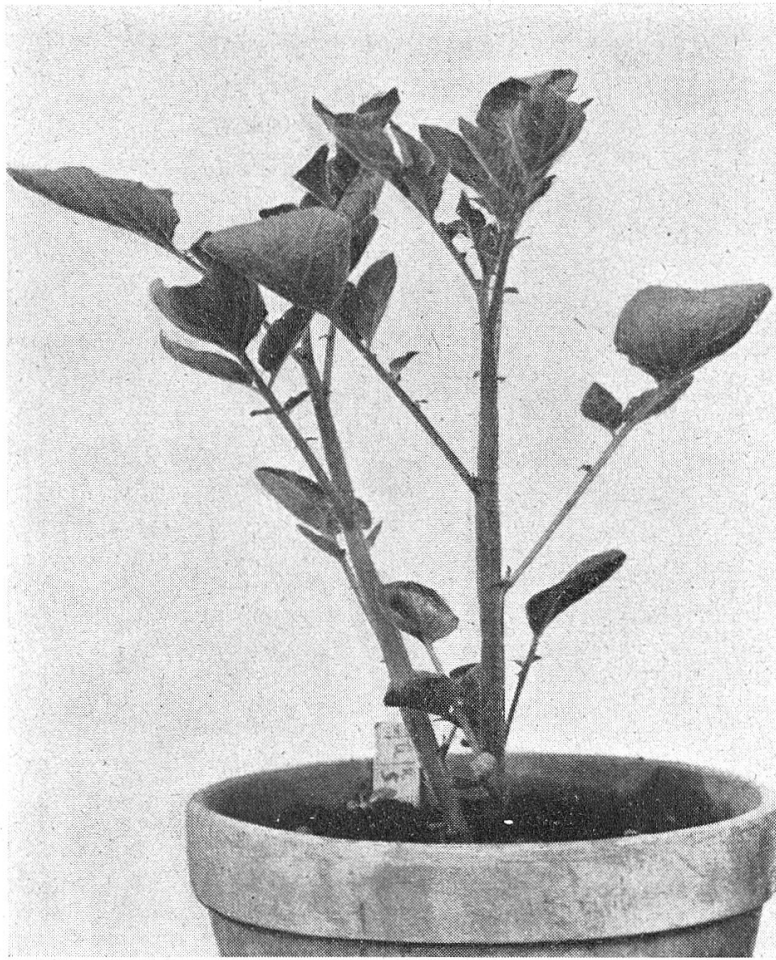


Abb. 2. Blattrollkranke Kartoffelpflanze aus Gewächshausversuchen. Auffallendes Rollen der Blätter, gedrungener Wuchs, Steifheit sind typisch für diese Krankheit.

Beginn des Wachstums an deutliches Einwärtsrollen und sind steif, die Stauden bleiben klein und gedrunken. Das Virus greift vor allem die Leitungsbahnen an, wodurch der Assimilatentransport gehemmt, wenn nicht verunmöglicht wird. In der Folge bleiben die Blätter mit Stärke gefüllt, sind hart und brüchig. Der Ertragsausfall kann in einzelnen Fällen bis 80 % betragen. Die Knollen sind kleiner als die normalen, zeigen aber keine weiteren Besonderheiten. Diese Tatsache ist jedoch für die Verbreitung der Krankheit fördernd, da die kleinern, scheinbar gesunden Knollen sehr oft als Saatgut verwendet werden.

Der jährliche Ertragsausfall in England, der vor allem durch dieses Virus entsteht, wird nach Whitehead (1924) und K. Smith auf £ 2 000 000 geschätzt. Whitehead (1924) berechnete den mittleren Minderertrag viruskranker Stauden auf 50 %. Rund 15 bis 20 % aller in der Schweiz angebauten Kartoffeln sind nach unserer



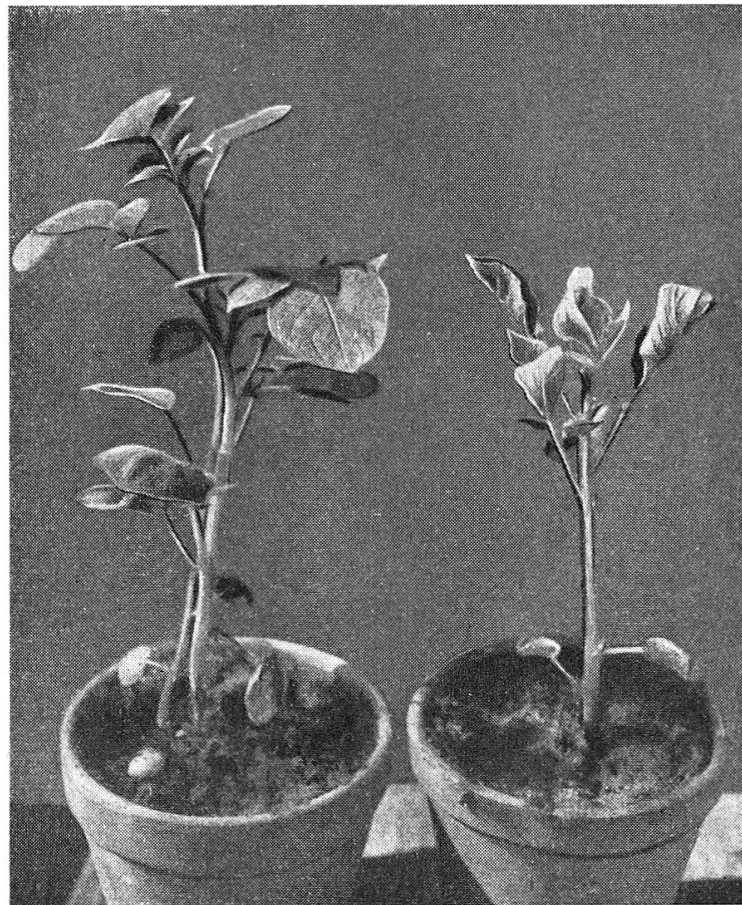


Abb. 3. Gesunder und blattrollkranker Augenkeimling aus Testversuchen. Die gesunde Pflanze ist größer, feiner, elastischer. Die Blätter der blattrollkranken Staude sind sehr stark gerollt.

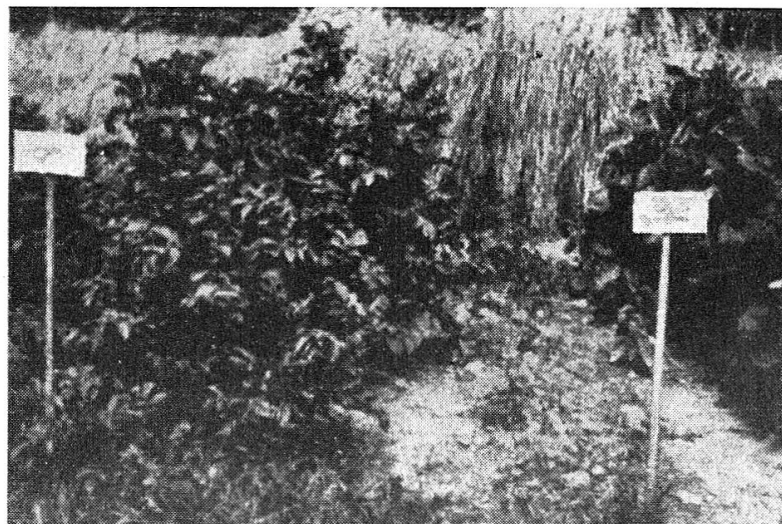


Abb. 4. Strichelkrankheit bei Sorte Voran am Roßberg. Links gesunde, rechts befallene Stauden, von denen praktisch nichts mehr übrig blieb.

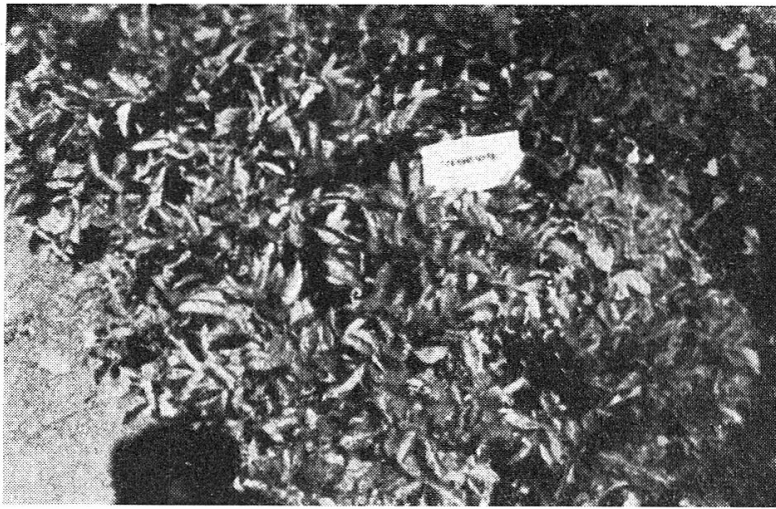


Abb. 5. Blattrollkranke Kartoffelstauden im Acker von oben gesehen (Kiley-Alp Juli 1941).

Berechnung viruskrank. Berechnet man den Ertragsausfall der viruskranken Stauden auf 50 %, so ist der jährliche durchschnittliche Ausfall 7,5—10 %, oder 10—20 q/Hektar.

Die Übertragung der Blattrollkrankheit ist an die grüne Pfirsichblattlaus, *Myzus persicae*, gebunden, wie dies seit den Untersuchungen von O. Botjes (1918) bekannt ist. Von keiner andern Blattlausart außer von *Myzus circumflexus*, die jedoch bei uns sehr selten ist, konnte bis heute eindeutig bewiesen werden, daß sie als « Vector » eine wesentliche Rolle spielt. Dabei handelt es sich um die sog. « biologische » Übertragung, d. h. es findet ein regelrechter Wirtswechsel zwischen Kartoffel und Blattlaus statt, wobei das Virus im Darm und Blut von *Myzus persicae* gewissen Veränderungen unterworfen wird, ja, sich vielleicht auch vermehren kann. Der Mechanismus dieser Übertragung soll im nächsten Abschnitt kurz erörtert werden.

### C. Die Übertragung der Vira durch Insekten.

Am Kopfe der Blattläuse sind alle Mundgliedmaßen vorhanden, welche auch die primitiven Insekten mit kauenden Mundwerkzeugen besitzen. Oberlippe (Lr), beide Oberkiefer (Md), beide Unterkiefer (Mx) und die Unterlippe (Lb), nur stark modifiziert (Abb. 6). Die Unterlippe bildet einen gegliederten Rüssel, bestehend aus Kinn und verwachsenen Lippentastern. Dieser Rüssel dient als « Futteral » für die zu Stechborsten umgewandelten Ober- und Unterkiefer. An der Basis der Unterlippe wird der Verschluß der Rüsselrinne von der zipfelförmigen Oberlippe gebildet. Die beiden aus den Oberkiefern gebildeten Stechborsten umfassen die eng an-

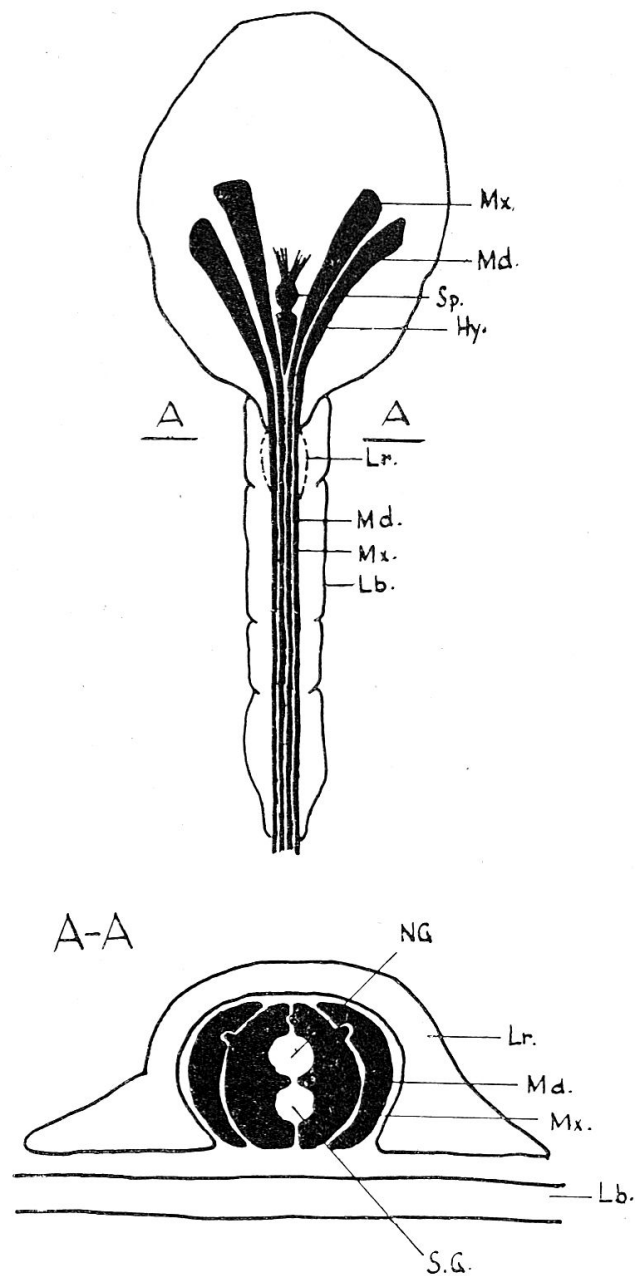


Abb. 6. Schematische Darstellung der Blattlausmundwerkzeuge.  
 Hy. = Hypopharynx; Lr. = Labrum; Lb. = Labium; Md. =  
 Mandibeln; Mx. = Maxillen; NG. = Nahrungsgang; SG. =  
 Speicheldrüse; Sp. = Speichelpumpe.

einander gepreßten, innen doppelt ausgehöhlten borstenartigen Unterkiefer. Durch diese zwei Kanäle der Unterkiefer fließt einerseits der Speichel in die Pflanze und der Pflanzensaft in den Darm. Nur diese 4 Stechborsten dringen in das Pflanzengewebe ein; die Unterlippe dient beim Saugen lediglich als Führungs- und Stützorgan. Die Oberlippe geht mit der innern Fortsetzung in den Epipharynx über, der das Dach des Schlundes (Pharynx) bildet. Der

Hypopharynx stellt die entsprechende Verbindung zwischen den unteren Mundteilen und dem Schlundboden dar; er ist konisch und enthält die Speichelpumpe. Der Speichel wird in den Speicheldrüsen gebildet und gelangt aus der Speichelpumpe durch die durchbohrte Spitze des Hypopharynx in den Speichelgang der Unterkiefer, während der vordere, von dem Unterkiefer gebildete Kanal, der Nahrungsgang, sich in die Mundhöhle öffnet. Die Verfaltungen in den Unterkiefern verhindern jede Vermischung des Speichels mit der Nahrung innerhalb der Unterkiefer. Aus dem Pharynx gelangt die Nahrung durch den Oesophagus in den Vorderdarm und von da in den Mitteldarm, von wo sie nicht zurückfließen kann, da der Mitteldarm durch eine Einstülpung in den Vorderdarm ein Ventil bildet.

Während der Nahrungsaufnahme fließt ständig Speichel in das Blattgewebe. Dieser Blattlausspeichel wirkt plasmolysierend, setzt also den Turgor der Pflanzenzellen herab, wodurch das Eindringen der Stechborsten erleichtert wird. Durch diesen Speichel gelangt das Virus ebenfalls in die gesunden Pflanzen. Von besonderer Bedeutung für die Virusübertragung ist auch der Ort der Nahrungsaufnahme. Blattläuse, besonders *Myzus persicae*, saugen vor allem in den Siebröhren, im Phloem (K. Smith 1926). Viele Pflanzenvira, so vor allem das Blattrollvirus, sind aber stark im Phloem konzentriert.

Mit dem Pflanzensaft gelangt das Virus in den Mitteldarm. Es wird hier scheinbar verdaut, erfährt auf alle Fälle eine gewisse Änderung, da es sonst die semipermeable Mitteldarmwand als kolloidaler Stoff nicht passieren könnte. Die ganzen Vorgänge sind noch nicht bekannt, doch müssen die das Virus beeinflussenden Stoffe artspezifisch sein, sonst könnten ja viel mehr saugende Insekten bestimmte Vira übertragen und diese wären nicht so sehr auf ganz bestimmte Tierarten spezialisiert. Die Spezialisierung kann sogar so weit gehen, daß nicht alle Tiere der gleichen Art ein Virus verbreiten können, z. B. bei der Streifenkrankheit des Mais, die durch die Zikade *Balclutha mbila* verbreitet wird. Hier gibt es nach den Untersuchungen Storey's (1925) eine aktive und inaktive biologische Rasse.

Aus dem Darm gelangt das Virus in den Blutkreislauf, mit dem Blut in die Speicheldrüsen und nachher in die Speichelpumpe. Von hier aus ist die Möglichkeit der Neuinfektion gegeben. Die Passage Pflanze-Darm-Blut-Speicheldrüse-Speichelpumpe kann mehr oder weniger lange dauern. Bei der Blattrollkrankheit ist z. B. *Myzus persicae* erst 54 Stunden nach der Virusaufnahme fähig, neue Pflanzen zu infizieren. Nach K. Smith (1931) muß *M. persicae* 6 Stunden an einer kranken Pflanze saugen, um das Virus mit Sicherheit aufzunehmen. Nachher dauert es 48 Stunden, bis eine neue Pflanze infiziert werden kann. *Myzus persicae* bleibt aber dann während ihres ganzen Lebens infektiösfähig und kann praktisch

beliebig viele Pflanzen neu anstecken. Beim Sol. Virus 2 dagegen können Neuansteckungen nur sofort nach der Aufnahme des Giftstoffes erfolgen, und die Fähigkeit erlischt, nachdem höchstens an zwei Pflanzen gesogen wurde. Neuerdings erklärt man dieses Phänomen so, daß das Virus im Innern des Insektes fördernder Einwirkungen bedürfe, wahrscheinlich von Seiten der Verdauungsfermente. Demgegenüber hemmen diese Fermente die Wirkung des Y-Virus.

Bei all diesen Untersuchungen ist es wichtig, zu wissen, daß bestimmte Vira an ganz bestimmte Rhynchoten gebunden sind, daß also bei weitem nicht alle saugenden Insekten der Kartoffel und auch nicht alle Blattlausarten als Vektoren in Frage kommen. Im Falle der Blattrollkrankheit ist der praktisch einzig wichtige Vector *Myzus persicae*. Wie vor allem englische, dann aber auch amerikanische und deutsche Untersuchungen zeigen, steht die Vermehrung der Abbaukrankheiten im Felde direkt in Zusammenhang mit der Anzahl der Pfirsichblattläuse, die sich an der Kartoffel entwickeln. Je mehr vorhanden sind, um so größer wird die Anzahl der infizierten Knollen sein und um so schneller treten die « Degenerationerscheinungen » auf. Somit ist *Myzus persicae* — eine nicht sehr große direkte Schäden verursachende Insektenart — indirekt ein wichtiger Großschädling, nachdem bekannt ist, daß sie außer den vorstehend erwähnten Kartoffelvirosen auch noch verschiedene weitere Viruskrankheiten an vielen andern Pflanzen verbreitet. So sind 23 verschiedene Vira bekannt, die durch *Myzus persicae* übertragen werden können. Manche dieser Vira sind auf die fragliche Blattlausart spezialisiert.

Die Biologie, Morphologie und Bekämpfung von *Myzus persicae* sind somit praktisch wie theoretisch von großem Interesse. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einige Beiträge zu diesem Thema zu liefern und vor allem die spezifisch schweizerischen Verhältnisse zu prüfen. Die Abbaukrankheiten sind auch für die Schweiz von großer Bedeutung, vor allem seit dem Kriege. Vorher war es möglich, aus dem Auslande genügend Saatgut zu importieren, und zwar aus Ländern, die durch ihre klimatischen Eigentümlichkeiten dem Befall durch *Myzus persicae* und somit auch den Abbaukrankheiten in nicht starkem Maße ausgesetzt waren. Durch die kriegsbedingten Umstände wurde die Einfuhr stark erschwert, z. T. sogar verunmöglicht. Aus diesem Grunde ist es wichtig, die Möglichkeiten der eigenen Saatguterzeugung zu prüfen, welchen Faktor wir denn auch zu berücksichtigen versuchten.

Meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. O. Schneider-Orelli, danke ich an dieser Stelle herzlich für die Ermöglichung dieser Arbeit; er gewährte mir jede mögliche Hilfe und unterstützte mich mit Rat und Tat.

Herr Prof. Dr. A. Volkart förderte durch sein großes Interesse



ebenfalls in hohem Maße das Zustandekommen dieser Arbeit. Für die mannigfache Hilfe, all die Ratschläge sowie die Ermöglichung der Versuche in Nante möchte ich ihm hier bestens danken.

Besonderen Dank schulde ich ferner Herrn Dr. R. Wiesmann, Basel, der mir die nötige Zeit einräumte, um die vorliegende Arbeit abzuschließen.

Es ist mir nicht möglich, alle, die mir in verschiedenster Weise bei den Versuchen, Bestimmungen, Photoarbeiten usw. geholfen haben, mit Namen zu nennen. Ich möchte hier nur einige Personen und Körperschaften erwähnen, denen — wie auch Ungenannten — mein Dank gebührt: Dr. h. c. Bertschinger, Kempttal; H. Hasenböhler, Obergärtner, Zürich; Dr. Ch. Ferrière, Lausanne-Mont Calme; Dr. K. Roos sel.; Dr. F. Schneider, Wädenswil; Prof. Dr. F. T. Wahlen, Zürich; Direktion der Eidg. Versuchsanstalt, Wädenswil; Direktion der S.G.G., Kerzers; Firma J. R. Geigy A.-G., Basel; Firma Lista A.-G., Liestal.

## II. Systematische Stellung, Synonymie und geographische Verbreitung von *Myzus persicae* Sulz.

Die systematische Stellung der zu den wirtswechselnden Aphiden gehörenden Pfirsichblattlaus ist nach dem System von Börner (1930) folgende:

	Insecta:
Ordo	Rhynchota
Subordo	Homoptera
Familienreihe	Aphidoidea
Fam.	Aphididae
Subfam.	Aphidinae
Trib.	Aphidini
Gruppe	Macrosiphea
Genus	Phorodon
Subgenus	Myzodes Mordv. (= <i>Myzus</i> Pass.)
Species	<i>persicae</i> Sulz.

Nach Theobald ist die systematische Stellung eine ähnliche, nur daß Theobald (1926) *persicae* der selbständigen Gattung *Myzus* zuteilt.

Die großen Schwierigkeiten, die sich dem Systematiker bei der Einteilung der Blattläuse stellen, die Polyphagie von *Myzus persicae* und ihre große Verbreitung, bedingen, daß sie unter vielen verschiedenen Namen in der Literatur beschrieben oder behandelt wurde. Hier die Liste der Synonyma:

- Aphis intirrhini* Macchiati  
 „ *aucta* Walk.  
 „ *cynoglossi* Walk.  
 „ *dianthi* Schrk. Kalt.  
 „ *dubia* Curtis  
 „ *egressa* Walker  
 „ *insititiae* Koch (?). Nach Theobald gute Art.  
 „ *persicae* Sulz. Pass.  
 „ *persicaecola* Boisd.  
 „ *persicophila* Rond.  
 „ *rapae* Curtis  
 „ *redundans* Walker  
 „ *vastator* Smee  
 „ *vulgaris* Kyber  
*Macrosiphum betae* Theob.  
 „ *solani* Theob.  
*Megoura solani* Thos.  
*Myzodes persicae* Mordv. auct.  
 „ *tabaci* Mordv.  
*Myzus malvae* Oestl.  
 „ *persicae* Pass.  
*Phorodon cynoglossi* Williams  
 „ subgen. *Myzodes persicae* Börner  
*Rhopalosiphum betae* Theob.  
 „ *dianthi* Koch  
 „ *persicae* auct.  
 „ *solani* Theob.  
 „ *tuberoscellae* Theob.  
 „ *tulipae* Thos.  
*Siphonophora achyrantes* Monell.

Wie aus dieser Liste ersichtlich ist, bietet schon die Zuteilung zu einer bestimmten Gattung große Schwierigkeiten. Sulzer beschrieb im Jahre 1776 (und nicht 1771, wie oft angegeben wird) die auf Pfirsich lebenden Formen unter dem Namen *Aphis persicae*. Die ursprüngliche Artbeschreibung lautet:

«Die Pfirsichlaus. *Aphis persicae*. Wohnt auf den Blättern des Pfirsichbaums; gehört zu der größern Gattung, mit Honigröhrchen; die meisten sind geflügelt. Die Pfirsichlaus ist grün, die Fühlhörner sind länger als der Leib, der Saugstachel ist kurz, Kopf, Brustschild und Knie sind schwarz; die Bauchringe haben auf den Seiten einen schwarzen Punkt, die Flügel sind lang, am untern Saum mit einem braunen Fleck, die Beine sind lang.»

1801 beschrieb P. von Schrank die Sommerformen an *Dianthus* und benannte sie *Aphis dianthi* (dieser Name ist als späterer natürlich ungültig).

Nachdem die ursprüngliche große Gattung *Aphis* in zahlreiche andere aufgeteilt wurde, zählte man *persicae* im Laufe der Jahre zu verschiedenen Gattungen, zu welchen folgendes zu bemerken ist:

Die Gattung *Rhopalosiphum* Gaerst. hat als Typus *generis nymphae* L., dessen Habitus von *persicae* deutlich abweicht.

Die Einteilung zu den Gattungen *Macrosiphum*, *Megoura*, *Siphonophora* ist verwerflich, da deren Typen ebenfalls in verschiedenen morphologischen Merkmalen stark von *persicae* abweichen.

Die Gattung *Myzoides* v. d. G., die van der Goot von *Myzus* Pass. abspaltete, ist aus nomenklatorischen Gründen zu verwerfen. In diese Gattung stellte van der Goot nämlich zwei Arten, *cerasi* L. und *persicae* Sulz. Nun ist aber der Typus *generis* für *Myzus* Pass. *cerasi*, somit muß dieses Tier auch weiter in dieser Gattung bleiben.

Fraglich ist einzig, ob die morphologischen Verschiedenheiten, die zwischen *cerasi* und *persicae* vorhanden sind, genügen, um diese Tiere verschiedenen Gattungen zuzuteilen. Börner und Mordwilko bejahen diese Fragen und weisen vor allem auf die Unterschiede in der Beborstung des 1. Gliedes der Hintertarsen (*cerasi* hat drei Borsten, *persicae* nur zwei) und auf das Fehlen des Sinnesstiftes hin. Die englischen und amerikanischen Spezialisten verwerfen diese Aufteilung; in der « *Review of applied Entomology* » wird *persicae* nach wie vor als *Myzus* angeführt. Die morphologischen Unterschiede sind in der Tat nicht sehr groß, so daß auch wir *Myzus* als Gattung für die Pfirsichblattlaus behalten möchten. — Der deutsche Name der Art lautet « Grüne Pfirsichblattlaus »; französisch wird sie fälschlich « *puceron gris du pêcher* » genannt, obwohl schon graue Farbtöne bei dieser Art nicht auftreten; als weiterer französischer Name wird « *puceron de carottes* » angegeben. Englisch wird sie *spinach aphid*, (green) *peach pesco*, *green potato aphid* genannt, italienisch *Myzoda del pesco* oder *afide verde del pesco* auch *afide del tabaco* genannt. Der holländische Name lautet *perzikbladluis* oder *groene tabaksluis*.

*Myzus persicae* ist ein ausgesprochener Kosmopolit und über alle Erdteile verbreitet. Sie wurde aus sämtlichen europäischen Ländern gemeldet, auch aus Nord- und Südamerika, Nord- und Südafrika, Australien, Neuseeland, Japan, Indien, Irak, Java, Bermuda-Inseln u. a. m. Ursprünglich ist die Blattlaus palaearktischer Herkunft und wahrscheinlich war ihre Verbreitung mit der des Pfirsichbaumes identisch. Im Laufe der Zeit jedoch verbreitete sich die Pfirsichblattlaus auch über andere Gebiete und durch die anholozyklische Vermehrung wurde ihr das Fortkommen überall, auch ohne Hauptwirt, ermöglicht. Außer dem Autor Sulzer (1776) meldet auch Werder (1932) *M. persicae* aus der Schweiz. Er fand die Art auf *Prunus cerasi*, *Asparagus* und auf *Dianthus*.

Wir konnten im Laufe unserer Untersuchungen *Myzus persi-*



cae an folgenden Orten an den Haupt- oder an Nebenwirten finden: Zürich, Kemptthal (Roßberg), Wädenswil, Hörnli (St. Gallen), Fahneralp (Zürich), Chur, Arosa, Maran, Basel, Schweizerhalle, Kerzers, Bern, Thun, Spiez, Oey, Kiley Alp, Lausanne, Rolle, Aigle, Châteauneuf, Sion, Visp, Airolo, Nante, Osco, Lugano.

Der höchstgelegene von uns beobachtete Fundort lag in der Nähe von Maran über 2000 m ü. M.

### III. Morphologische Merkmale.

1. Das Winterei. Die von den Weibchen von *Myzus persicae* abgelegten Wintereier sind bei der Ablage von grüner Farbe. Im Laufe der folgenden 1—3 Tage ändert sich die Farbe des Eies und es erscheint glänzend schwarz. Die Eier heben sich von der grünen Unterlage bei richtiger Beleuchtung deutlich ab. Sie sind eiförmig und besitzen eine glatte spiegelnde Oberfläche. Sie sind 0,6 mm lang und 0,25 mm breit. Man findet sie in der Regel in Vertiefungen an Stellen, wo die Knospe dem Ästchen ansitzt. (Siehe Abb. 7.)

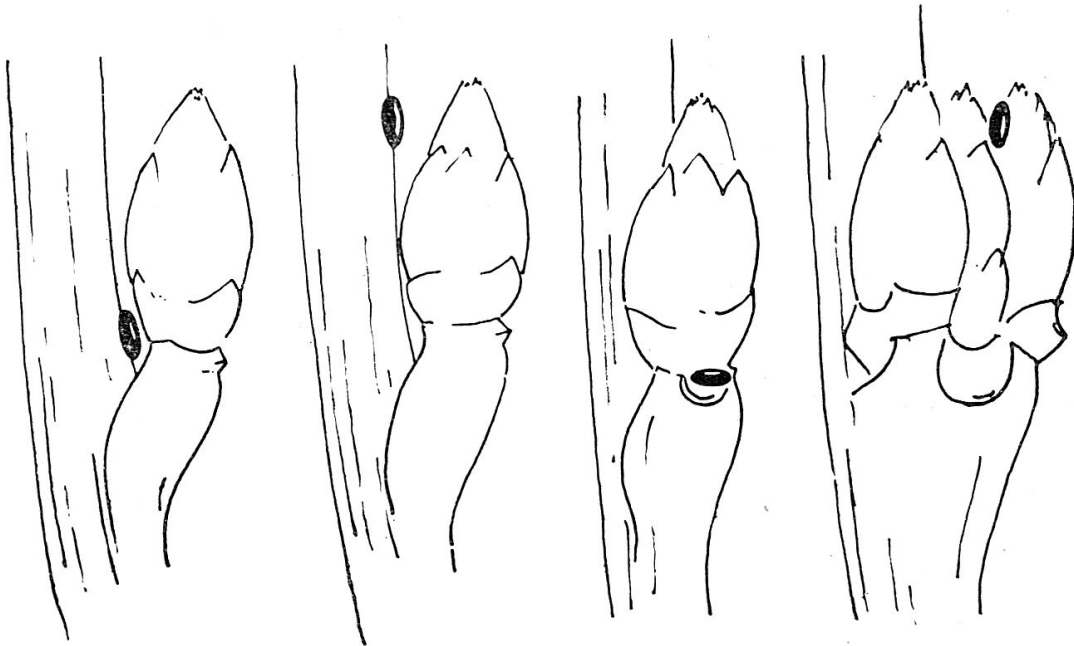


Abb. 7. Eier von *Myzus persicae* an Pfirsichknospen. Vergrößert.

2. Die Fundatrix. Aus den Eiern schlüpfende junge Fundatrices sind dunkel, oliv-grün bis schwarz. Sie heben sich von der Blütenknospe als kleine dunklere Punkte ab. Von Häutung zu Häutung hellt sich ihre Farbe etwas auf, sodaß die Imagines schließlich fast schmutzig blaß-grün erscheinen. Rötliche Farbtöne bei den

Fundatrices konnte man in den Untersuchungsjahren selten beobachten. Die Fundatrices sind ungeflügelt, unterscheiden sich jedoch von den fundatrigenen und virginogenen Ungeflügelten durch ihre Kleinheit und durch die kaum ausgebildeten Stirnhöcker. Die Fühler der ausgewachsenen Fundatrices sind im Gegensatz zu allen andern Imagines nur fünfgliedrig. Die Körperlänge beträgt 1,9 mm, die Breite 1,1 mm. Die Fühler sind wesentlich kürzer als der Körper und messen im Mittel 0,9—1,0 mm. Die Cauda ist im Vergleich zu den andern Formen kurz und trägt nur je 2 Haare an den Seiten.

3. *Fundatrigenia aptera*. Die ungeflügelten Nachkommen der Fundatrices sind in den meisten Merkmalen den virginogenen Ungeflügelten ähnlich. Ihr Körper ist von grün-gelblicher Farbe und trägt oft einen dunkleren Längsstreifen in der Mittellinie. Die Fühlerbasis, die Beine, die Basis der Siphunculi sowie die Cauda sind etwas heller, Fühlerspitze und Tarsen fast schwarz. Ihre Körperlänge beträgt 2,2 mm, die Breite 1,1 mm. Die Cauda ist 0,18, die Siphonen 0,41 mm lang. Die Fühler sind kürzer als der Körper, ihre Länge mißt 1,43 mm. Cauda, Siphunculi, sowie Stirnhöcker sind ähnlich gebaut wie bei den virginoparen Virgines.

4. *Fundatrigenia virginopara alata*. (Frühjahrsgeflügelte.) Diese Tiere sind ebenfalls der Alata virginogenia, d. h. den Nachkommen der ungeflügelten Sommertiere ähnlich. Die Körperlänge beträgt im Mittel 2,2 mm, die Fühler messen 1,9 mm. Die Körperfärbung ist grün. Sonstige Merkmale wie bei den noch zu behandelnden geflügelten Tieren. (Siehe Abb. 8, D—H.)

5. *Virginogenia aptera*. (Ungeflügelte Sommertiere.) Diese Tiere zeigen die artspezifischen Merkmale, die wir hier kurz streifen wollen. Der Körper ist länglich, eiförmig, von grüner, gelbgrüner, rötlicher bis rot-brauner Farbe und mißt 1,8—2,4, im Durchschnitt 2,0 mm. Rötlich sind vor allem die im Herbst entstehenden Formen und die Nymphen. Fühlerspitze, Spitze des Rostrums und die Tarsen sind braun. Die Fühler sitzen an deutlich ausgebildeten Stirnhöckern, die median vorgezogen sind. Die Fühlerlänge beträgt 1,8 mm im Durchschnitt. Somit ist sie um 0,2 mm kürzer als der Körper. Das 5. und 6. Fühlerglied tragen je ein primäres Rhinarium. Die Siphunculi, deren Länge im Mittel 0,52 mm beträgt, zeigen eine deutliche Anschwellung im unteren Drittel. Die Cauda ist länglich, spitz, 0,20 mm lang und trägt auf jeder Seite je 3 große Borsten. Die Neugeborenen dieser Tiere haben nur fünfgliedrige Fühler, ihre Cauda ist nicht ausgezogen, sondern rundlich und trägt nur je 1 Haar seitlich. Das erste hintere Tarsenglied trägt 2 systematisch verwertbare Haare.

6. *Alata virginogenia*. (Sommergeflügelte.) Kopf, Brust, Fühler und Tarsen sind braun. Die Grundfarbe des Ab-

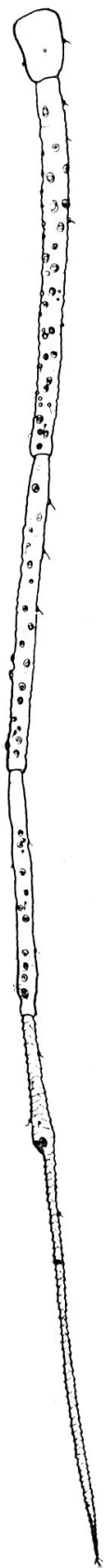


Abb. 8 B

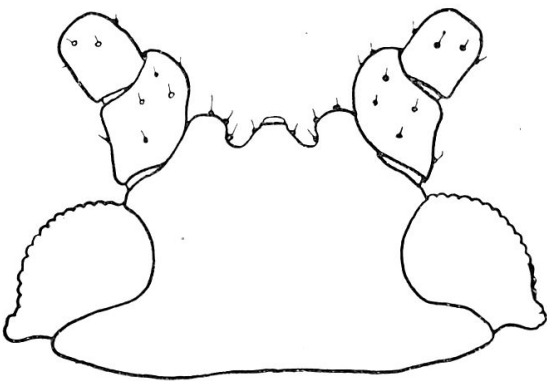


Abb. 8 A



Abb. 8 C

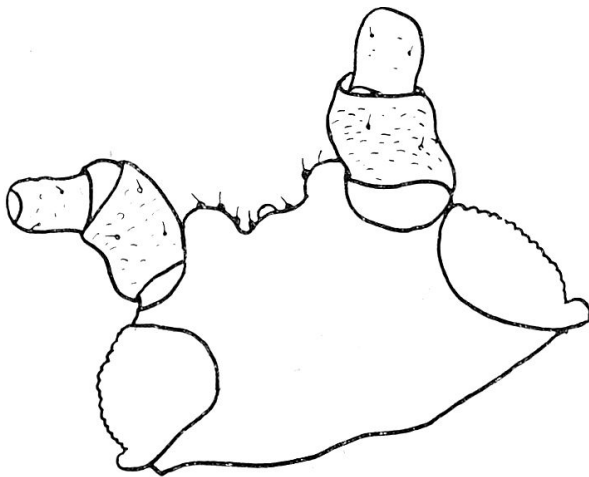


Abb. 8 D

Abb. 8 E

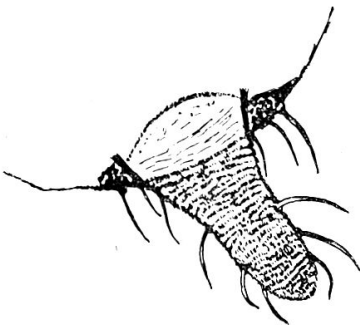
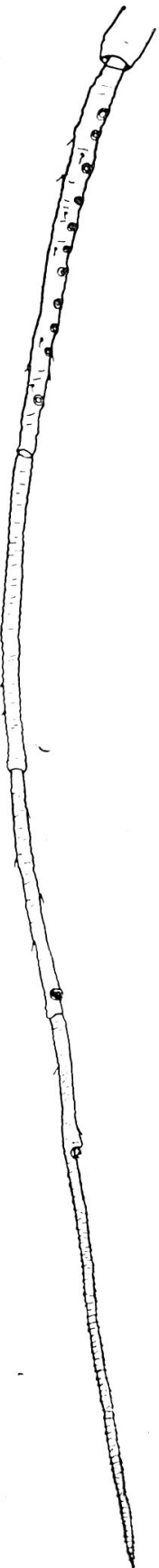


Abb. 8 F



Abb. 8 G



Abb. 8 H

domens ist grün mit unregelmäßigen braunen Streifen, die zu einem großen Fleck zusammenlaufen. Die Tiere sind durchschnittlich 2,4 mm lang. Die Flügel zeigen die für die Aphidini typische Aderung mit gegabelter Media. Das 3. Fühlerglied hat 10—13 sekundäre Rhinarien, das 5. und 6. je 1 primäres. Die Fühlerlänge beträgt 2,5 mm. Stirnhöcker sind deutlich und typisch ausgebildet, ebenso ist auch die Anschwellung der Siphonen normalerweise gut sichtbar.

7. *Alata gynopara*. (Geflügelte Herbsttiere.) Sie sind in Farbe und Form den schon beschriebenen Geflügelten ähnlich, nur sind sie in der Regel kleiner und messen im Mittel nur 1,8 mm. Die Fühler sind länger als der Körper, nämlich 2,2 mm.

8. *Männchen*. (Geflügelte Herbsttiere.) Sie unterscheiden sich von den andern geflügelten Formen durch ihre geringe Größe (1,7 mm) und hohe Anzahl von sekundären Rhinarien an den Fühlern. Wir zählten am 3. Fühlerglied zirka 43 Rhinarien, 20 am 4. und 11 am 5. Glied. (Siehe Abb. 8, A—C.)

9. *Geschlechtsweibchen*. Sie weisen in der Regel rötliche Farbtöne auf. Schenkel- und Schienenspitze sowie die Tarsen sind dunkel. Die Körperlänge beträgt 1,6 mm. Die Fühler sind deutlich kürzer als der Körper.

Abb. 8. A = Kopf eines Männchens mit typischen Stirnhöckern (200 ×). B' = Fühler eines Männchens, mit zahlreichen sekundären Rhinarien am 3., 4. und 5. Fühlerglied. C = Siphunculi eines Männchens. D = Kopf einer Frühjahrsgeflügelten mit Stirnhöckern. E = Fühler der Frühjahrsgeflügelten. Nur das 3. Glied trägt sekundäre Rhinarien. F = Cauda einer Frühjahrsgeflügelten, die typische Beborstung zeigend. G = Siphon einer Frühjahrsgeflügelten, mit der typischen Anschwellung im zweiten Drittel. H = Siphon einer Frühjahrsgeflügelten, atypisch.

#### IV. Der Entwicklungszyklus von *Myzus persicae*.

Der Entwicklungszyklus der wirtswechselnden Aphiden gestaltet sich ziemlich kompliziert, so daß wir es als zweckmäßig erachten, vorerst kurz den Lebenslauf von *Myzus persicae* zu skizzieren, um damit das Verständnis für gewisse Fachausdrücke in den folgenden Kapiteln zu erleichtern. Zur bessern Veranschaulichung diene die graphische Darstellung.

Im Frühjahr schlüpfen am Winterwirt (z. B. Pfirsich) die Stammütter oder Fundatrices. Diese bilden die erste Generation des Jahres. Ihre Nachkommen, die fundatrigenen Virgines sind ungeflügelt und vermehren sich ebenso wie die Fundatrices und die

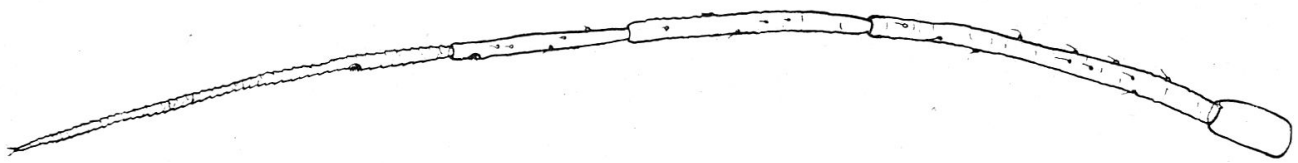


Abb. 9 D

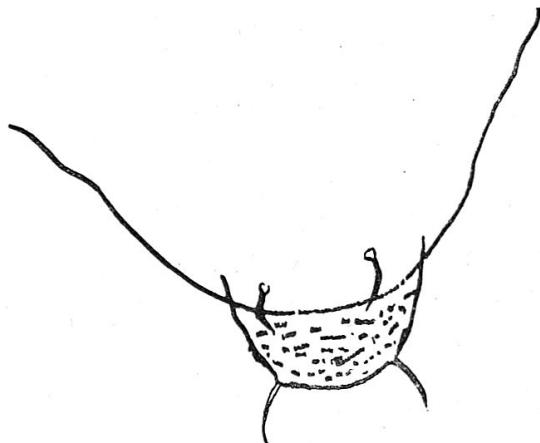


Abb. 9. A



Abb. 9. B



Abb. 9. C

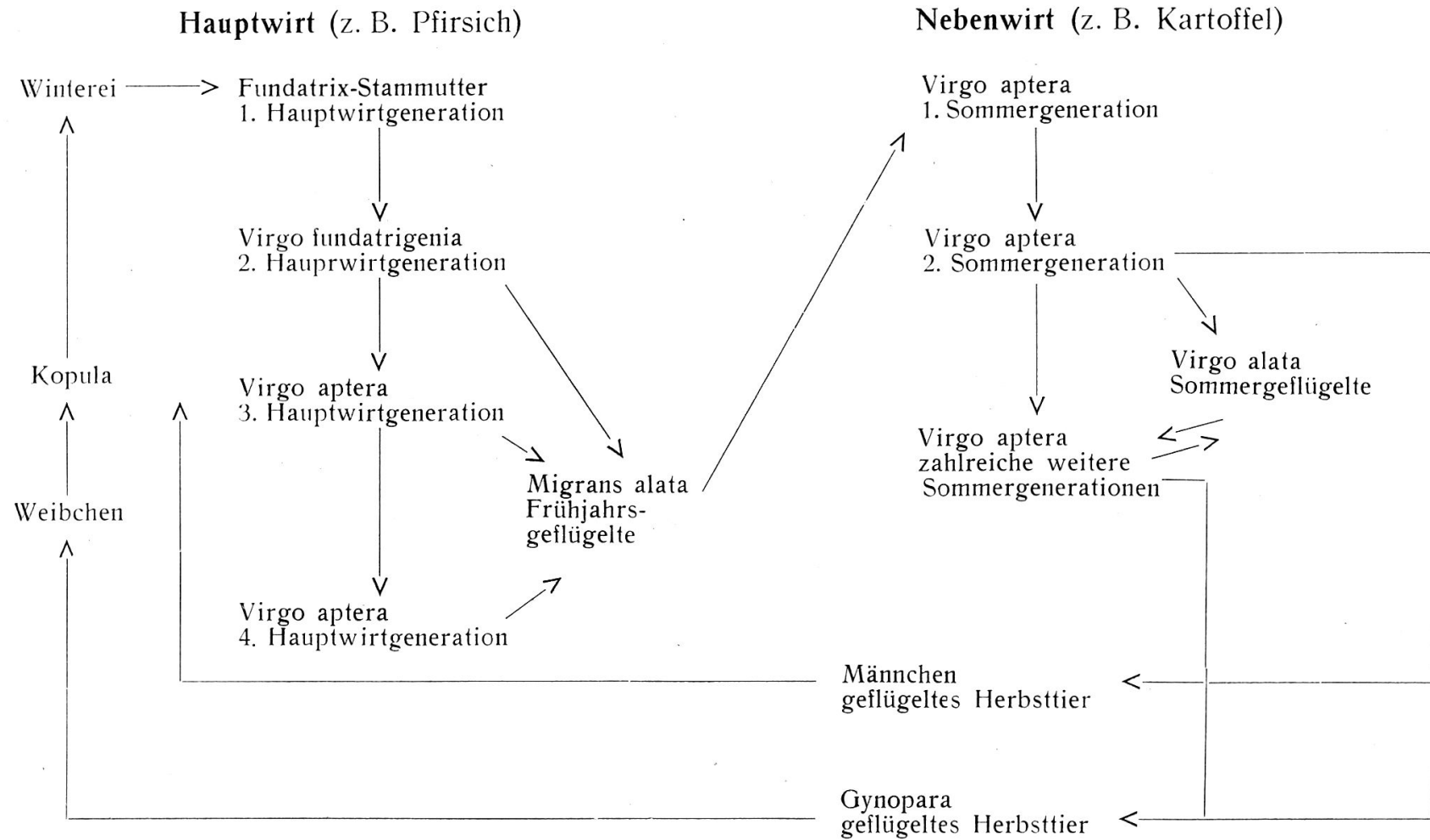


Abb. 9. F



Abb. 9 E

Abb. 9. Ungeflügelte Virgines (200  $\times$ ). A = Cauda einer neugeborenen Junglarve. B = Hintertarsus einer neugeborenen Junglarve. C = Siphum einer neugeborenen Junglarve. D = Fühler einer Imago. E = Siphum einer Imago. F = Cauda einer Imago.



Schematische Darstellung des vollkommenen Entwicklungszyklus von *Myzus persicae*.

nachfolgenden Generationen vivipar, d. h. sie gebären Junglarven (die Eischale platzt schon im Innern des Muttertieres). Am Winterwirt entwickeln sich 3—5 Generationen. Von der dritten Generation an bilden sich geflügelte Tiere, die den Winter- oder Hauptwirt verlassen und sich auf die Sommerwirte, zu denen u. a. auch die Kartoffel zählt, begeben. Die Nachkommen dieser geflügelten Wandertiere (= *Migrantes alatae*) sind ungeflügelt und bilden die erste Sommerwirtgeneration. Ebenfalls vivipar sind die « Stamm-mütter » von 2—12 Sommerwirtgenerationen. Diese sind zum großen Teil ungeflügelt, doch werden auch hier immer wieder Geflügelte in mehr oder weniger großer Zahl gebildet. Gegen den Herbst hin bilden die geflügelten Tiere den größeren Prozentsatz. Es sind dies die Gynoparen, die « Weibchenmütter », und etwas später die Männchen. Die Gynoparen verlassen den Sommerwirt und fliegen zurück auf den Haupt- oder Winterwirt. Hier gebären die geflügelten Tiere die ungeflügeltten Weibchen, die mit den zufliegenden Männchen kopulieren. Nach erfolgter Kopula werden die Wintereier abgelegt, die somit 2-geschlechtlicher Herkunft sind; diese überdauern den Winter.

Neben diesem « holozyklischen » (ganzen) Zyklus können auch Sommerformen den Winter überdauern.

## V. Die Biologie der Winterformen.

### A. Übersicht der Literatur.

Wie alle obligat wirtswechselnden Aphiden besitzt auch *Myzus persicae* neben den Sommerwirten, zu denen die verschiedensten krautigen Pflanzen gehören, einen Haupt- oder Winterwirt, d. h. eine Pflanze, an der die Geschlechtsweibchen gebildet, die Kopula vollzogen und die Wintereier abgelegt werden und an welcher im Frühling die Stammutter oder Fundatrix ihre Entwicklung durchmacht. Als wichtigster Hauptwirt wird in der Literatur der Pfirsichbaum angegeben, daneben ist es jedoch bekannt, daß auch an Aprikosen Überwinterungen vorkommen, wenn auch in viel kleinerem Maße als am Pfirsich. Weniger eindeutig sind die weiteren Angaben über Pflanzen, an denen die Eiablage erfolgen kann. In der englischen und vor allem in der amerikanischen Literatur werden nämlich noch verschiedene andere holzige Pflanzen, in erster Linie Rosaceen, als Hauptwirte angegeben. Oft ist allerdings bei diesen Angaben nicht ganz klar, ob es sich um ü b e r w i n t e r n d e Tiere an Holzpflanzen handelt, oder ob nur Herbsttiere (oder eventuell Sommerformen) gefunden wurden. So gibt z. B. E. Patch (1928) in ihrem Nährpflanzenkatalog für die Aphiden der Welt folgende *Prunus*-arten als Wirte von *Myzus persicae* an:

*Prunus armeniaca*, *P. cerasus*, *P. domestica*, *P. melanocarpa*, *P. persicae*, *P. virginiana*, *P. sp.*



Ihre Angaben beziehen sich hauptsächlich auf die Publikationen von Gillette und Taylor. Taylor (1908) führt folgendes aus:

« I have found in Western Colorado the eggs or stamm-mothers of *Myzus persicae* Sulz. upon peach and plum and the lice have been found in that state at different times upon peach nectarine, plum, prune, cherry, chokes-cherry, sand-cherry and more rarely upon pear, apple, crab-apple, willow and cultivated rose.»

Ein weiteres Zitat aus der gleichen Publikation Taylor's (welches einem Brief von Gillette an Taylor entnommen wurde) lautet:

« All of the returned migrants that we have found upon plum, peach and cherry during the fall..... The first winged forms in spring that appear on these same trees ...»

Eine falsche Bestimmung scheint uns nicht gut möglich, da Taylor (1908) eine genaue Beschreibung der Fundatrices gibt, die er von Pfirsichen und Zwetschgen (native plum) sammelte, und ebenso über ovipare Weibchen an gleichen Pflanzen.

Theobald (1922 und 1926) berichtet über die Eiablage an Pfirsich, Nektarinen, Daphne und Kohllarten und vermutet, daß auch noch andere Pflanzen für die Überwinterung in Frage kommen.

Wahlgren (1935, 1938) fand in Schweden *Myzus persicae* im Herbst an der japanischen Quitte (*Cydonia japonica*) und im Mai des darauffolgenden Jahres *Fundatrices*, Nymphen und Geflügelte an der gleichen Pflanze. Anfang April konnte er auch am Spindelbaum (*Evonymus japonica*) ungeflügelte Pfirsichblattläuse nachweisen; im Oktober und November waren die Tiere an *Malva neglecta*, *Prunus mahaleb* und *P. avium* zu finden.

Burnham (1937) vermutet, daß in Kanada *Prunus pennsylvanica* und *P. virginiana* die wichtigsten Winterwirte für *Myzus persicae* sind.

Nach Balachowsky und Mesnil (1935) kann die Pfirsichblattlaus auch am Apfelbaum überwintern.

Elze (1927) und Heinze und Profft (1937) gelang es, ovipare Weibchen an Kartoffeln aufzuziehen, die da auch kopulierten und Eier ablegten. Die Verfasser konnten somit experimentell den Sommer- und Winterwirt umtauschen. Im Versuche von Heinze und Profft schlüpften die Eier nicht, doch führen die Autoren dies auf mangelnde Feuchtigkeit zurück. Wahrscheinlich hat auch die Tatsache mitgespielt, daß Blattlauseier regelmäßig vertrocknen, wenn die Wirtspflanze, an der sie abgelegt werden, vertrocknet.

Es bestehen noch mehrere Angaben, die über Überwinterungen der Pfirsichblattlaus an Pflaumen und andern Prunoideen berichten. Wir möchten hier speziell die neuere Arbeit von Ossianilsson (1943) erwähnen, der nachweisen konnte, daß in Schweden *Myzus persicae* die meistvertretene Blattlausart auf Kartoffeln darstellt, trotzdem gar keine Pfirsiche im Lande vorhanden sind.

In der Schweiz finden wir zwei Angaben über überwinternde Pfirsichblattläuse. Die eine stammt vom Autor der Art (Sulzer)



aus dem Jahre 1776, der die Blattlaus an Pfirsich beschreibt; die zweite von Volkart (1939), der gestützt auf Untersuchungen von G. Bünzli über Vorkommen von Wintereiern an wilden Rosen berichtet.

Gegenüber der Ansicht, daß *persicae* neben Pfirsich auch an andern Pflanzen überwintern kann, stehen die sehr genauen Untersuchungen deutscher Forscher, vor allem die von Heinze und Profft (Heinze und Profft 1938, 1940, Heinze 1941). Nach diesen Forschern sind alle andern Überwinterungsarten außer der an Pfirsich (inkl. die anholozyklische) unbedeutend; die starke Zunahme an Kartoffelvirosen schreiben sie dem Umstand zu, daß der Pfirsich- und Aprikosenanbau in den Hochzuchtgebieten sehr gefördert wurde. Als praktische Schlußfolgerung dieser Untersuchungen wurde in Deutschland die obligatorische Winterbehandlung der Pfirsich- und Aprikosenbäume in Hochzuchtgebieten angeordnet und neuerdings auch ein Verbot betreffend die Vermehrung dieser beiden Obstarten in den genannten Gebieten erlassen.

Die Überwinterung in Eiform und Wirtswechsel im Frühling wird als die holozyklische bezeichnet. Neben dieser kann sich aber *Myzus persicae* auch anholozyklisch entwickeln, d. h. ohne Bildung von Geschlechtstieren und Wintereiern. An Stelle dieser Stadien vermehren sich die Blattläuse auch während des Winters an perennierenden Pflanzen in parthenogenetischen Generationen. Auf diese Verhältnisse wiesen verschiedene Forscher hin (so Van der Goot 1915, Mordwilko 1907, 1935). Es ist bekannt, daß in warmen Klimaten niemals Wintereier gebildet werden, sondern daß sich die Blattläuse an den verschiedensten Pflanzen weiter vermehren (Algier / Balachowsky 1935, Sumatra / de Jong 1929, Australien / Zeck 1928, Long Island / Hucket 1935 u. a.). Auch in Europa sind ähnliche Beobachtungen gemacht worden. Davies (1934) und Jacob (1941) stellen fest, daß in Nord-Wales die Hauptüberwinterung durch parthenogenetische Weibchen an verschiedenen Brassica-Arten erfolgt. Ähnliche Verhältnisse herrschen nach R. Poisson (1940, 1, 2) in Südfrankreich wie auch in der Bretagne. Moericke (1941) konnte die Möglichkeit der Freilandüberwinterung an Kohl im Rheingebiet ebenfalls nachweisen.

Sind die Außenverhältnisse für die Überwinterung nicht günstig und stehen keine Winterwirte zur Verfügung, so ist es der Pfirsichblattlaus doch möglich, sich überall in Gewächshäusern, Kartoffelkellern und Mieten zu halten. Hier werden ebenfalls parthenogenetische Generationen gebildet, je nach Temperatur in verschieden großer Zahl. Durch Temperaturerhöhung oder Übervermehrung werden dann im Frühjahr Geflügelte gebildet, die — ebenso wie die Migrantes von Pfirsich — Kartoffeln und weitere Sommerwirte infizieren können.

## B. Eigene Beobachtungen über die holozyklische Überwinterung.

### 1. Beobachtungen an Pfirsich, Aprikosen und Nektarinen.

Für uns galt es, als erstes festzustellen, ob und in welchem Maße der Pfirsich- und Aprikosenbaum für die Überwinterung von *Myzus persicae* in der Schweiz in Frage kommen, sowie die andern Überwinterungsmöglichkeiten zu prüfen. Der Verlauf der Besiedelung an Pfirsichbäumen ist folgender:

Im September verlassen die geflügelten Gynoparen (= Weibchenmütter) den Sommerwirt und gelangen auf den Winterwirt. Die Gynoparen sind vivipar, d. h. sie gebären Junglarven. Diese entwickeln sich nach vier Häutungen zu Geschlechtsweibchen. Die ausgewachsenen ungeflügelten Weibchen kopulieren mit den geflügelten vom Sommerwirt zugeflogenen Männchen. Nach der Kopula legen die Weibchen die Wintereier ab. Diese überdauern den Winter und aus ihnen schlüpfen im Frühjahr die Fundatrices oder Stamm-mütter. Die Fundatrices vermehren sich parthenogenetisch, also ohne Männchen, und sind ebenfalls vivipar. Ihre Nachkommen, soweit sie geflügelt sind (von der II. Generation an), verlassen den Winterwirt, um auf den Sommerwirt zu migrieren.

Die ersten Gynoparen erschienen 1941 in Zürich am 1. September an den Pfirsichbäumen. Es handelte sich allerdings dabei nur um vereinzelte Tiere, denn erst am 17. September konnten größere Kolonien beobachtet werden. Der Zuflug von Gynoparen war in diesem Jahr schwächer als in den nächsten Beobachtungsjahren. Die Männchen erschienen erst am 17. September; trotz eifrigem Suchen konnten vorher keine gefunden werden. Ende September war der Zuflug von Geflügelten nur noch schwach. Die ersten Wintereier konnten 1941 am 15. Oktober beobachtet werden. Die Ablage der Wintereier dauerte bis November, trotzdem die Pfirsichbäume schon Mitte Oktober zum Teil fast kahl standen. Die Eiablage war gering, je Pfirsichbaum konnten wir im Mittel 50 Eier finden.

1942 setzte der Zuflug auf den Winterwirt in Zürich erst später, dafür jedoch in stärkerem Maße ein. Mitte September waren die ersten Gynoparen und erst Ende des Monats die ersten Männchen zu finden. Am 2. Oktober fanden wir an 100 Pfirsichblättern im Durchschnitt 27 Gynoparen, 117 Weibchen (Imagines und vor allem Junglarven) und 4 Männchen. Beachtenswert ist das Verhältnis der Weibchen zu den Männchen, wie wir es 1943 auch in Wädenswil beobachten konnten. Die ersten Wintereier wurden 1942 am 14. Oktober festgestellt. Eine Auszählung Ende November ergab 2 Eier je 25 cm Pfirsichtrieb.

1943 führten wir die Beobachtungen in Wädenswil durch. Hier setzte der Zuflug der Geflügelten auf die Pfirsichbäume ganz plötzlich am 24. September ein. In den folgenden Tagen konnten



immer wieder neu zugeflogene Gynoparen an Pfirsich und Nektarinen der Versuchsanstalt gefunden werden, daneben waren in kleinerer Zahl auch Männchen vorhanden. Das Verhältnis Gynoparen zu Männchen betrug Mitte Oktober rund 100 : 1 (!). Der Flug der Sexualformen dauerte bis Ende September an, und zwar in so starkem Maße, daß am linken Zürichseeufer richtige Schwärme von geflügelten Blattläusen, die zu rund 40 % aus *Myzus persicae* bestanden, beobachtet werden konnten. Diese Schwärme flogen hauptsächlich nachmittags zwischen 14.00 und 16.00 Uhr und wurden auch von der Bevölkerung, besonders von Radfahrern, die von einer starken « Mückenplage » sprachen, beachtet.

1941 konnten wir die Sexuales hauptsächlich an Pfirsichbäumen finden. In viel kleinerem Prozentsatz waren sie auch an Aprikosen vorhanden (5—10 % des Befalls an Pfirsich). Demgegenüber wurden 1942 die Geflügelten auch an Kirschen und Rosen beobachtet, wenn auch nur in kleiner Anzahl. 1943 waren dagegen fast alle Obstbäume von Gynoparen und Weibchen besetzt. So fanden wir sie an Pflaumen, Kirschen und in kleinerem Maße an Äpfeln und Birnen. Einzelne Läuse saugten auch an Rosen. Allerdings verblieben die Läuse nicht an den oben angeführten andern Pflanzen, sondern verließen diese nach mehr oder weniger langer Zeit. Wintereier konnten keine beobachtet werden. Diese waren 1943 jedoch auch an Pfirsich und Nektarinen trotz des sehr starken Zufluges sehr spärlich. An Bäumen, wo wir im September und Oktober an je 100 Pfirsichblättern über 200 *M. persicae* zählen konnten, fanden wir nur äußerst selten vereinzelter Eier (im Mittel je Baum 5). Auf die mutmaßliche Ursache dieser Erscheinung werden wir noch später zu sprechen kommen.

Die geflügelten Gynoparen und die vereinzelter Männchen besiedeln sowohl die Unter- wie die Oberseite der Pfirsichblätter; für die Saugtätigkeit werden die Haupt- und Nebennerven bevorzugt (Abb. 10). Die Kolonien werden sehr häufig auf der Oberseite an der Spitze der Blätter gebildet, wo sich das Blatt leicht einrollt. An diesen Stellen findet man oft 4—5 Gynoparen mit je 6—8 Weibchen.

Die Migrantes ziehen für die Besiedlung freistehende Bäume den Spalierbäumen vor. An Spalierbäumen werden vor allem die Randpartien, die von der Wand nicht geschützt sind, besiedelt. So konnten wir am 25. September 1943 in Wädenswil am Rande eines Pfirsich- und Aprikosenspaliers an freien, abstehenden Ästen im Mittel je Blatt 3 Gynoparen mit 5—12 Weibchenlarven finden. In der Mitte des Spaliers, also an geschützten Stellen, konnten an den Pfirsichbäumen nur an 3 Blättern 2 Gynoparen mit den dazugehörenden Kolonien festgestellt werden. An den Aprikosenbäumen war nur an jedem 15. Blatt eine kleinere Kolonie (4—8 Weibchen) zu finden. Bei der Suche nach Wintereiern ließ sich auch in anderen

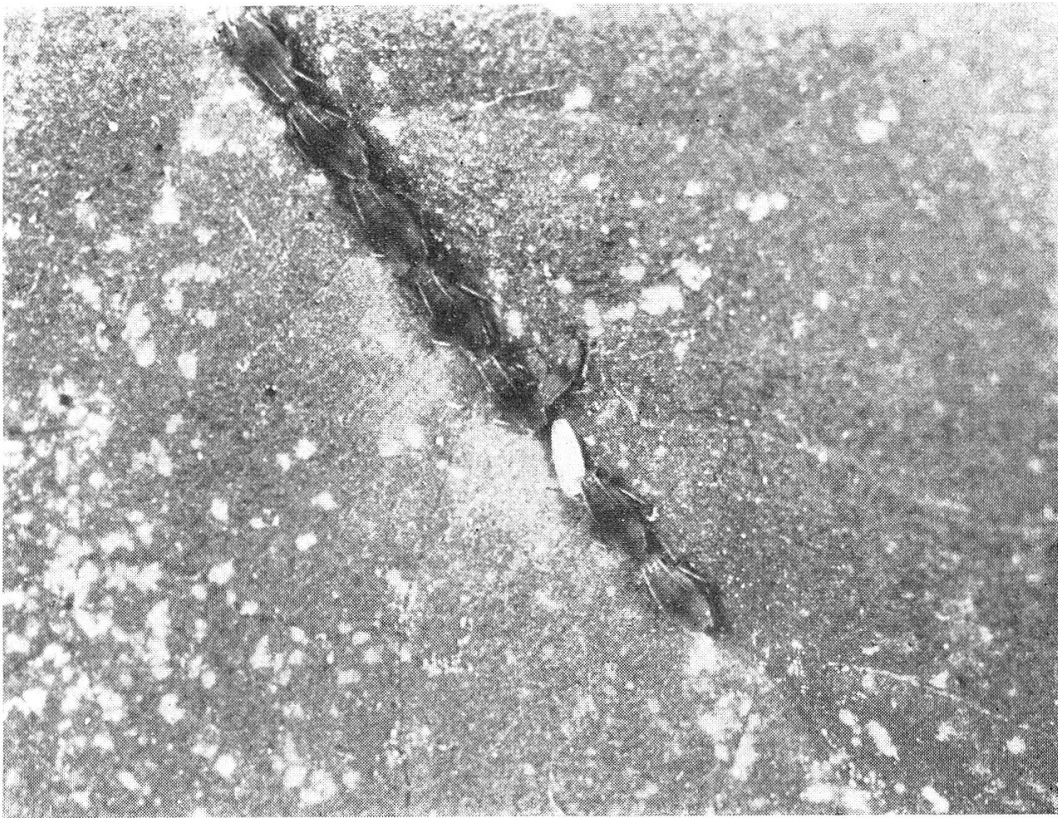


Abb. 10. Rötlich gefärbte Geschlechtsweibchen an Pfirsichblatt. Die Tiere saugen an einer Blattader. In der Mitte der Kolonie ein Syrphidenei (weiß). Aufnahme Dr. F. Schneider.

Jahren die Vorliebe von *M. persicae* für freistehende Bäume immer wieder bestätigen. In einem Obstgarten in Zürich fanden wir an 10 genau abgesuchten, an einer schützenden Wand stehenden Pfirsichspalieren total 12 *persicae*-Eier. An 3 kleineren, freistehenden Bäumen waren die Eier an den Außentrieben ziemlich häufig, d. h. 3 Eier je 10 cm Trieblänge. Gegen das Innere der Baumkrone nahm die Anzahl der Eier wieder ab; es war hier durchschnittlich nur 0,5—1 Ei auf 10 cm Trieblänge zu finden. Im Obstgarten der E. T. H., wo wir die Pfirsichbäume sehr genau absuchten, lagen die Verhältnisse ähnlich. An Spalierbäumen waren nur äußerst selten *Myzus persicae*-Eier zu finden, Kolonien von Fundatrices mit ihren Nachkommen sozusagen nie. (Dagegen *Appelia Schwartzi* und andere pfirsichbewohnende Blattlausarten.) Häufiger waren die Eier an freistehenden Bäumen. Diese Erscheinung steht wahrscheinlich mit den Fluggewohnheiten der geflügelten Gynoparen und Männchen in Zusammenhang. Die Flugrichtung, -dauer und -geschwindigkeit wird bei diesen kleinen Tieren stark vom Winde beeinflusst. Einmal abgeflogene Tiere können nicht mehr eine andere Flugrichtung annehmen, als die des herrschenden Windes. Dabei



stößt die Landung der Tiere auch auf Schwierigkeiten. Da die Spalierbäume in der Regel so gepflanzt werden, daß sie an der Wetterseite durch eine Wand geschützt sind, gelangen die Tiere viel eher an freistehende Bäume.

Nachdem sich die Gynoparen am Pfirsichbaum oder an einem anderen Wirt festgesogen haben, beginnen sie mit der Ablage von Junglarven. Die ersten werden in der Regel 48 Stunden nach erfolgter Landung auf dem Winterwirt geboren. An Aprikosen dauert diese Präovipositionsperiode (die in diesem Falle richtiger als Prälarvaepositionsperiode bezeichnet werden müßte) durchschnittlich 24 Stunden länger. In Laboratoriumsversuchen legte jede Gynopare in einem Zeitraum von 15 Tagen durchschnittlich 25 Junglarven ab. Diese Zahl wird wahrscheinlich im Freien nicht erreicht. Im Labor brauchten die Larven 15—20 Tage für ihre Entwicklung zu ausgewachsenen Weibchen. Die Schwankungen waren jedoch groß, so hatten wir Tiere, die schon nach 13 Tagen ihre Entwicklung beendet hatten, andere brauchten hierfür wiederum 27 Tage. Bei Einbruch frühzeitiger Kälteperioden und Fröste kann sich die Entwicklung stark verzögern. Im Thermostat entwickelten sich die Weibchen bei 2° C nicht mehr.

Die Männchen erschienen nicht gleichzeitig mit den Gynoparen, sondern erst 2—3 Wochen später, also ungefähr zur Zeit, wo die ersten Weibchen ausgewachsen waren. Dieses späte Erscheinen der Männchen, das meistens in den Oktober fällt, ist mitverantwortlich für ihre kleine Zahl. In der Zwischenzeit sterben nämlich die meisten Sommerwirte, so auch die Kartoffeln, zu einem großen Teil ab, so daß die Männchen nicht mehr zu ihrer vollen Entwicklung kommen können. Außerdem wird der Flug der Männchen auch durch Herbststürme stark beeinflußt.

1—3 Tage nach der Ankunft der Männchen auf dem Winterwirt begeben sich diese auf die Suche nach Weibchen und kopulieren mit diesen. Die Weibchen bleiben während der Kopula ruhig sitzen und saugen weiter. Ob ein Männchen auch mehrmals kopulieren kann, konnten wir nicht feststellen, doch halten wir es für wahrscheinlich. Die ausgewachsenen und begatteten Weibchen sind unruhig und wandern an der Nährpflanze umher. Einen Tag nach der Kopula werden die ersten, zuerst dunkelgrünen, nachher glänzend schwarzen Eier abgelegt. Ein Weibchen produziert 5—10 Wintereier, die jedoch einzeln, meist täglich nur je eines, abgelegt werden. Die Dauer der Eiablageperiode beträgt 20 Tage. Die Eier werden einzeln in die Knospenachseln gelegt. Meistens findet man nur ein solches Ei in jeder Knospe, selten deren 2 oder 3, die wohl von 2—3 verschiedenen Weibchen stammen. (S. Abb. 7 A.)

Das große Mißverhältnis zwischen Männchen und Weibchen (1 : 100), die bis in den Winter dauernde Entwicklung der Weibchen und die noch spätere Eiablage, zusammen mit den Blattlaus-

feinden, die auf Pfirsichbäumen auftreten, bedingen, daß trotz einer großen Zahl von Weibchen die Wintereier der Pfirsichblattlaus bei uns relativ selten sind. Niemals können so stark besetzte Zweige gefunden werden, wie z. B. bei *Aphis pomi*. Bäume, die im Herbst dicht mit Gynoparen und Weibchen besetzt sind, im Winter jedoch keine oder nur vereinzelte Eier aufweisen, sind daher häufig. Die Blattlausfeinde spielen bei den oben erwähnten Faktoren keine untergeordnete Rolle. Ihre Bedeutung ist uns ganz besonders in Wädenswil im Herbst 1943 aufgefallen. Auf je 12 Blattläuse kamen durchschnittlich 2 Syrphideneier bzw. Larven und 1—2 Eier von *Leucopis* sp. (s. Abb. 10). Die Syrphiden gehörten zu den folgenden Arten: *Syrphus ribesii*, *Lasioticus pirastri* L. und *Epistrophe balteata*. Vereinzelte ältere Gynoparen und auch Weibchen waren vom Pilze *Entomophthora fresenii* Cohn befallen.

Das Schlüpfen der Fundatrices im Frühling setzt sehr früh ein. Gleichzeitig, wenn im Baum die Saftzirkulation beginnt, schlüpfen schon die ersten Stammütter. 1941 fanden wir in Zürich am 14. April die ersten Jungläuse an Pfirsich, 1942 am 5. April an freistehenden und am 28. März an Spalierbäumen. Diese Junglarven sind auch gegen tiefe Temperaturen wenig empfindlich und können solche von  $-5^{\circ}\text{C}$  ohne weiteres ertragen. Die larvale Entwicklung der Fundatrices dauert 25—30 Tage. Die Tiere findet man an Blüten- und Blattknospen und nach dem Erblühen der Bäume sehr häufig auch an Blüten. Größere Kolonien von Fundatrices konnten wir nie beobachten, ebensowenig nennenswerte Schäden von Fundatrigenen an Pfirsich, im Gegensatz zu verschiedenen ausländischen Beobachtungen (Balachowsky 1935).

Die direkten Nachkommen der Fundatrices sind die fundatrigenen Virgines, die lebend geboren werden und immer ungeflügelt sind. Eine Stammutter legt im Zeitraum von 10—20 Tagen 20—45 Jungläuse, deren Entwicklung 20—30 Tage dauert, so daß die 3. Pfirsichgeneration (die 2. Nachkommenschaftsgeneration der Stammütter) rund zwei Monate nach dem Schlüpfen der Fundatrix erscheint. Die dritte Generation an Pfirsich ist zu rund 50 % geflügelt. Sie braucht zu ihrer Entwicklung entsprechend den höheren Temperaturen nurmehr 15—25 Tage. Die Geflügelten verlassen Ende Mai/Anfang Juni den Pfirsichbaum und beginnen mit der Migration. Gleichzeitig entwickelt sich die 4. Pfirsichgeneration, die 90—99 % geflügelte Tiere aufweist. Auch diese verlassen den Pfirsichbaum, so daß Ende Juni nur noch vereinzelte Läuse am Winterwirt zu finden sind; doch verschwindet dieser Rest bald. Eine Dauerentwicklung während des Sommers auf dem Pfirsichbaum scheint bei uns nicht vorzukommen. Diesbezügliche Zuchtversuche verliefen negativ, da auch im Laboratorium geflügelte Tiere gebildet wurden, die man jedoch nicht oder nur eine kurze Zeit auf Pfirsich halten konnte. An Aprikosen verläuft die Entwicklung ähnlich wie

am Pfirsichbaum, mit dem Unterschied, daß dort *Myzus persicae* viel seltener anzutreffen ist. Im Durchschnitt entfiel auf je 30 Eier an Pfirsich nur 1 Ei an Aprikose. Legt man Gynoparen oder Weibchen in der gleichen Schale Pfirsich- und Aprikosenblätter vor, so sammeln sich die Tiere zu 90 % an den Pfirsichblättern, außer wenn sie direkt auf ein Aprikosenblatt gesetzt werden, nachdem sie vorher einen Tag hungerten. In einem Fall konnten wir die Entwicklung von *Myzus persicae* an den bei uns seltenen Nektarinen beobachten; ihre Entwicklung und der Befall entspricht dem an Pfirsichbäumen.

## 2. Die Überwinterung an andern Winterwirten.

Wir erwähnten schon, daß die Gynoparen nicht nur an Pfirsich und Aprikose vorkommen, sondern daß sie auch an verschiedenen andern Pflanzen gefunden werden, und daß die Entwicklung der Weibchen an verschiedenen Prunoideen möglich ist. Eine Eiablage konnten wir dagegen weder in Zürich noch in Wädenswil an andern Wirten beobachten. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß vereinzelte Eier trotzdem abgelegt wurden, die aber unserer Kontrolle entgingen.

Volkart (1939) berichtet an Hand unveröffentlichter Untersuchungen Bünzli's über Überwinterung an Rosen in Berglagen. Diese Untersuchungen wurden in Nante bei Airolo durchgeführt. Über die klimatischen Verhältnisse dieses Ortes werden wir in einem andern Zusammenhang berichten; hier möchten wir nur erwähnen, daß das Dörfchen Nante an der nördlichen Talseite auf 1426 m. ü. M. und 300 m höher als Airolo liegt. Es gibt weder in Nante noch in der unmittelbaren Umgebung kultivierte Prunoideen bis auf einen Kirschbaum, an dem wir jedoch niemals Blattläuse finden konnten. In Nante führt Prof. Volkart seit Jahren Virusversuche mit Kartoffeln durch und es war bekannt, daß *Myzus persicae*, wenn auch in spärlicher Zahl, dort vorkommt.

Im Winter 1941 sammelten wir an zwei Rosenarten Blattlaus-eier, an *Rosa pomifera* und *R. alpina*. Von diesen Eiern vertrockneten rund 80 %; bei den restlichen 20 % schlüpfte nur *Macrosiphon* sp. (*solanifolii*?). Im Juni des gleichen Jahres untersuchten wir eine große Anzahl von Sträuchern der oben erwähnten Rosenarten. Neben Kolonien von *M. solanifolii* Ashm. und *M. rosae* L. fanden wir noch Kolonien von *Lachnus rosae* und daneben Geflügelte und Ungeflügelte von *Myzus persicae*. Die Migration der Blattläuse hatte noch nicht begonnen, so daß wir annehmen mußten, daß es sich um Nachkommen von Fundatrices handle. Die Läuse saßen in Kolonien von 20—30 Tieren an den Blättern und Knospen. Im Herbst des gleichen Jahres konnten wir wiederum *Myzus persicae* an Rosen feststellen, und zwar alle Herbstformen: Gynoparen,

Weibchen und Männchen. Auch eine Kopula konnte an den Rosen beobachtet werden, jedoch keine Eiablage während der Beobachtungsdauer. Im Winter 1941/42 hatten wir wieder Gelegenheit, nach Wintereiern zu suchen, und diesmal nahmen wir nur einen Teil zur Weiterzucht ins Labor, ein anderer Teil wurde zwecks späterer Beobachtung markiert. Von den 250 Eiern, die wir im Gewächshaus züchteten, schlüpften 175. Diese verteilten sich folgendermaßen:

85 *Macrosiphon* sp.

79 *Lachnus rosae* und verschiedene andere Arten

11 *Fundatrices* von *Myzus persicae* = 7,3 % aller Eier.

Wir versuchten die Weiterzucht, die uns mit 4 Tieren bis zum Imaginalstadium gelang, so daß eine sichere Bestimmung möglich war. Wir konnten somit die Funde Bünzli's einwandfrei bestätigen und feststellen, daß in Nante eine Überwinterung an Rosen möglich ist. Die im Sommer des gleichen Jahres vorgenommene Bestimmung der Nachkommen der bezeichneten Eier ergab, daß im Freien der Prozentsatz von *Myzus persicae* noch größer war als im Labor; er betrug nämlich rund 13 % aller Blattläuseier, die an den Rosen vorkamen. Diesen Unterschied führen wir darauf zurück, daß die Eier von *Myzus persicae* gegen das Vertrocknen und gegen Beschädigung der Wirtspflanze empfindlicher waren als die der anderen Arten. Nante

Interessanterweise konnten wir in keinem Falle an der südlichen Talseite bei Airolo Pfirsichblattläuse an Rosen finden. Wahrscheinlich überwintern dort die Tiere an angebauten Prunusarten oder auch parthenogenetisch. Im ganzen Gebiet von Airolo gibt es keine Pfirsichbäume, so daß die in Nante gesammelten *Myzus persicae* nicht von solchen herrühren können. Die Überwinterung an andern Wirten als an Pfirsich ist somit, wenigstens für diese Berglagen, bewiesen.

### C. Die anholozyklische Überwinterung.

Der Pfirsichbaum spielt in der Schweiz eine untergeordnete Rolle und die Pflanze wird vor allem als Spalierbaum gezogen. Nach der Obstbaumzählung vom Jahre 1929 gibt es in der Schweiz 89 480 Pfirsichbäume und 141 129 Aprikosenbäume. Davon befinden sich 60 680 Pfirsichbäume (d. i. 68 %) und 123 952 Aprikosenbäume (88 %) in den Kantonen Tessin, Waadt und Wallis. Diese Bäume werden jedoch nur spärlich von *Myzus persicae* aufgesucht. Es werden bei weitem nicht alle Pfirsichbäume mit Eiern belegt und es finden sich verhältnismäßig wenige Eier auch an den andern Bäumen. Auch an den andern Wirten (Aprikosen, Nektarinen) werden nicht viel Eier gefunden. Die Rosen scheinen als Ersatzwinterwirte nur an bestimmten Orten von Bedeutung zu sein.



Diese Überlegungen zeigen, daß neben der holozyklischen auch die anholozyklische Überwinterung eine große Bedeutung haben muß. Um diese Frage zu prüfen, richteten wir unser Augenmerk zuerst auf die Möglichkeit der parthenogenetischen Vermehrung über den Winter im Freiland.

### *1. Die anholozyklische Überwinterung im Freien.*

Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Kleinversuche angestellt. Stark mit *Myzus persicae* befallene Tulpen wurden während des Winters ins Freie oder ins ungeheizte Gewächshaus ausgesetzt. In den Monaten November bis Januar 1943 konnte festgestellt werden, daß die Läuse nicht nur lebend blieben, sondern sich sogar bescheiden vermehrten. Beim Einsetzen der strengeren Kälteperiode starben die Tiere dagegen nach und nach ab. Es waren jedoch nicht die ersten Nachtfroste, die dieses Absterben bedingten, sondern erst Temperaturen, die längere Zeit unter  $-10^{\circ}$  sanken, konnten die Tiere vernichten. Die Imagines zeigten sich gegen die Kälte widerstandsfähiger als die Junglarven.

An Tulpen, die bei konstanter Temperatur von  $4^{\circ}\text{C}$  resp. bei  $-1^{\circ}\text{C}$  gehalten wurden, konnten sich die Tiere ohne weiteres drei Monate und länger halten; bei  $4^{\circ}\text{C}$  setzte sogar eine, wenn auch sehr langsame Weiterentwicklung ein.

Unter natürlichen Bedingungen sind es wohl am ehesten die Kohlpflanzen und andere Cruciferen, die den Läusen im Freien den Winter über Nahrung bieten. Die zweijährigen Untersuchungen an diesen Pflanzen bestätigten die nachträglichen Laboratoriumsversuche. An verschiedenen, im Freien überwinternden Kohlarten konnten immer wieder kleinere Kolonien von *Myzus persicae* außer der eigentlichen Kohlblattlaus *Brevicoryne brassicae* L. gefunden werden. Solche Kolonien fanden wir jedoch in der Regel nur bis Weihnachten. Beim Einsetzen strengerer Kälteperioden von  $-10^{\circ}$  und darunter, die einige Tage lang anhielten, fand man nur noch tote Tiere. Ähnliche Beobachtungen machen auch Heinze und Profft, nach denen *Myzus persicae* nur an solchen Orten im Freien überwintern kann, wo die Temperatur im kältesten Monat nicht unter  $-11^{\circ}\text{C}$  sinkt. Diese Grenze scheint uns allerdings etwas zu hoch, denn nach unseren Versuchen überleben die Blattläuse kurzdauernde Temperaturen von  $-11^{\circ}$  noch. Erst wenn diese Temperatur einige Tage andauert, oder wenn zwischen Tag und Nacht sehr große Temperaturschwankungen stattfinden und die Tiere immer wieder auftauen und einfrieren, werden sie geschädigt.

Es ist also nicht ausgeschlossen, daß *Myzus persicae* auch in der Schweiz in einzelnen Jahren im Freien überwintern kann. In wärmeren Gegenden des Landes, etwa im Wallis oder im Tessin, werden solche Fälle regelmäßig vorkommen. Wir hatten keine Gelegenheit, unsere Untersuchungen auch auf diese Gebiete auszu-

dehnen, abgesehen von einer Probesendung von Rosenkohl, die wir im Februar 1942 aus dem Tessin erhielten. Es handelte sich um im Freien überwintertes Gemüse, das über und über mit Blattläusen besetzt war. Den größten Teil dieser Läuse — 75 % — konnten wir als *Myzus persicae* bestimmen. In den ostschweizerischen Kartoffelbaugebieten wird dagegen die Freilandüberwinterung in der Regel keine große Rolle spielen.

## 2. Die Überwinterung in geschlossenen Räumen.

Für diese Art der Überwinterung kommen vor allem Lager Räume mit Kohllarten, Mieten mit Kartoffeln und Rüben, Gewächshäuser und Zimmerzierpflanzen in Frage.

Über die Lagerräume ist zu sagen, daß wir bis jetzt an 5 Untersuchungsarten an Kohl und Kabisarten keine überwinternden Pfirsichblattläuse antrafen, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß sich die Tiere auch da über den Winter aufhalten können.

Anders verliefen dagegen die Untersuchungen von Kellern, in welchen Futter- und Zuckerrübensamenträger aufbewahrt wurden. Falls es *Myzus persicae* gelingt, sich auf diesen Samenträgern oder auch auf Futterrüben mit Laubresten einzunisten, so besteht die Möglichkeit, sich hier zu vermehren und aktiv — durch Bildung von Geflügelten — oder passiv — durch Versetzen der Samenträger — ins Freie zu gelangen und die Kartoffeln zu infizieren. Nach mündlichen Angaben von Herrn Professor Wahlen werden Samenträgerrüben im Keller Jahr für Jahr regelmäßig von *Myzus persicae* befallen.

Um die Frage der Bedeutung der Rübenarten für die Überwinterung zu prüfen, führten wir Versuche durch, von denen hier einige erwähnt seien:

Je 15 *Myzus persicae* wurden Ende September auf zirka 2 cm dicke Zucker- resp. Runkelrüben gebracht. Wir stellten diese Pflanzen in Wasser und in feuchten Sand; nur die Herzblätter der Pflanzen wurden stehen gelassen.

Solchermaßen infizierte Pflanzen wurden im ungeheizten Sammlungssaal bis Ende Januar aufbewahrt. Alle Blätter zeigten dichte Kolonien von *Myzus persicae* (s. Abb. 14). Weitere Pflanzen kamen ins ungeheizte Gewächshaus. Bis Ende Dezember — nachher wurde das Gewächshaus für Versuchszwecke gebraucht und geheizt — konnte ebenfalls eine Vermehrung festgestellt werden.

Bei konstant — 4° C starben die Tiere nach 3—4 Wochen ab.

Infizierte Pflanzen wurden in eine Erdmiete, die mit Stroh ausgelegt war, gebracht. Die Herstellung der Miete entsprach der landesüblichen. An den Pflanzen ließen wir nur vereinzelte Blätter übrig, die dann infiziert wurden. Im Frühjahr konnten auch an diesen Pflanzen lebende Läuse gefunden werden.

In einem Bauernbetrieb (in Kempththal bei Winterthur) fanden wir diese Läuse auch an Futterrüben, die den Winter über im Keller aufbewahrt wurden. Die Herzblätter der Pflanzen, die nicht abgeschnitten worden waren, zeigten sich über und über von *Myzus persicae* besetzt.

Auch Kartoffeln können der Pfirsichblattlaus eine günstige Überwinterungsgelegenheit bieten. In Kartoffelkellern und -mieten wird stets darauf geachtet, daß die Temperatur nicht unter  $0^{\circ}\text{C}$  sinkt, um dadurch die Kartoffeln nicht zu schädigen. Diese Temperatur ermöglicht es jedoch auch den Blattläusen, sich lebend zu erhalten und sich zu vermehren. Um diese Möglichkeit nachzuprüfen, belegten wir im Winter 1942 50 Kartoffelknollen mit *Myzus persicae*-Larven und Imagines. Im Oktober blieben die Knollen zuerst einige Tage unter Beobachtung, bis wir feststellen konnten, daß der größte Teil der Läuse sich festgesogen hatte. Nachdem auf jeder Knolle mit Sicherheit 5 festgesogene Läuse gezählt werden konnten, kamen die Kartoffeln in einen Sack und wurden im Kartoffelkeller der Firma Maggi am Roßberg aufbewahrt. Drei Kontrollen im Laufe des Winters ergaben, daß sich zwar die Anzahl der Läuse vom November 1942 bis Februar 1943 reduziert hatte (im Februar konnten wir auf 5 kontrollierten Knollen 0, 1, 1, 5, 9 Läuse zählen), die Tiere jedoch den Winter überstehen und sich an einzelnen Knollen vermehren konnten. Bei der Schlußkontrolle Ende März wurde an allen Knollen eine Vermehrung festgestellt, indem der Durchschnitt der gefundenen Läuse 17,3 je Knolle betrug. Von diesen waren 2,5 Nymphen je Knolle und sogar 0,8 Geflügelte. Tiere, die in Kartoffelkellern überwintern, gelangen aktiv an neu ausgesetzte Kartoffeln, indem die geflügelten Tiere die Keller und Mieten verlassen und auf die Kartoffelfelder oder andere Sommerwirte fliegen (die Geflügelten sind stark positiv phototaktisch und sammeln sich an belichteten Fenstern oder Türritzen an). Die Läuse können jedoch auch passiv in die Kartoffeläcker gelangen, wenn befallene Knollen ausgesetzt werden. Einen solchen Fall konnten wir zufällig in der Nähe von Wädenswil beobachten. Hier wurden Kartoffeln (Sorte Ackersegen) gesetzt, an denen wir durchschnittlich je Knolle 8 *Myzus persicae* aller Stadien fanden. Das Feld war, wie wir im Sommer feststellen konnten, dann auch entsprechend stark virusinfiziert: 95 % der Pflanzen zeigten Virusbefall, davon 75 % die Blattrollkrankheit.

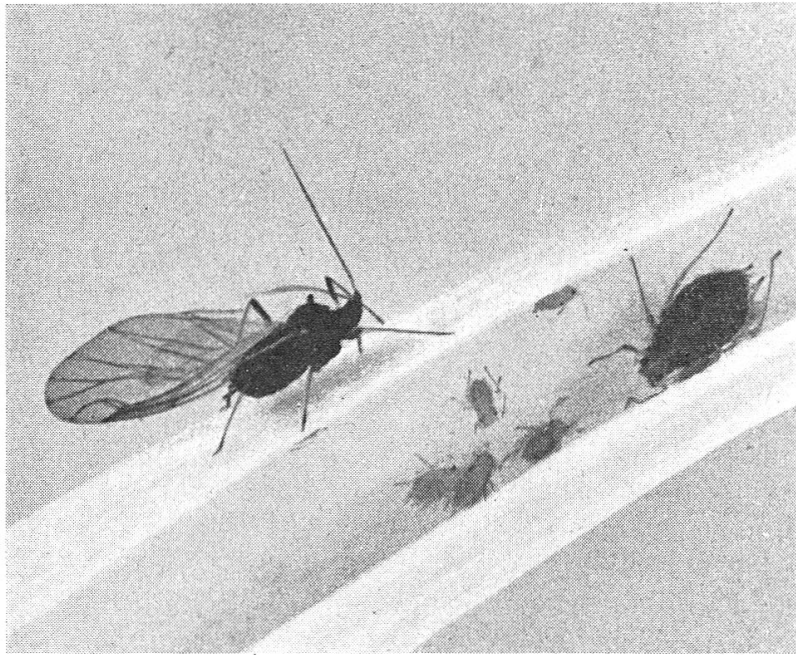
Daß auch spontane Infektionen in Kartoffelkellern möglich sind, davon konnten wir uns an Hand einiger Einsendungen, die von verschiedener Seite an das Entomologische Institut resp. an die Versuchsanstalt Wädenswil gelangten, überzeugen. Im ganzen hatten wir in 4 Fällen — von denen 2 aus dem Wallis und 2 aus der Ostschweiz stammten — Gelegenheit, mit Pfirsichblattläusen infiziertes Kartoffelsaatgut resp. Speisekartoffeln zu finden. Neben dieser Art

fanden wir dreimal *Rhopalosiphoninus latysiphon* Davids und einmal *Aulacorthum pseudosolani* Theob. Die an den Kartoffelknollen überwinternden Pfirsichblattläuse sind nicht nur als Grundstock für die Verseuchung des Kartoffelackers von Bedeutung, sie können auch im Keller die Knollen mit den verschiedenen Vira infizieren, da sie nicht immer an der gleichen Knolle verbleiben, sondern bei Störung oder Übervermehrung abwandern. Die Läuse sitzen meistens an den Augen der Knollen oder an den kleinen Keimen. Besonders beliebt sind Knollen mit etwas eingesenkten « Augen » (z. B. Odenwälder Blaue), oder auch Frühtreiber, die bald nach dem Einlagern kleine Keime bilden.

Die Gewächshäuser bilden nach unseren Beobachtungen eine nicht zu unterschätzende Gefahr für die Überwinterung der Blattläuse. Unsere Beobachtungen erstrecken sich auf 8 verschiedene Gewächshäuser unter städtischen und ländlichen Verhältnissen. Dabei hatten wir Gelegenheit, Gärtnereien, die nach modernsten Grundsätzen geführt werden und wo ständig Schädlingsbekämpfung getrieben wird, neben etwas vernachlässigteren zu besuchen. In 7 von diesen 8 Gewächshäusern fanden wir Blattlausbefall. Es ist ja bekannt, daß man praktisch auch in der besten Gärtnerei immer wieder vereinzelte Läuse finden kann, die sich nach einer gewissen Zeit so stark vermehren, daß eine Bekämpfung notwendig wird. Allerdings ist zu sagen, daß nur in 5 Fällen die Pflanzen mit *Myzus persicae* befallen waren. In 2 weiteren Fällen war der Befall durch *Neomyzus circumflexus*, eine Art, die mit größter Regelmäßigkeit hauptsächlich auf Cinerarien immer wieder angetroffen wird und die auch in 4 Fällen zusammen mit *Myzus persicae* gefunden wurde; in einem Fall fanden wir *Idiopterus nephrolepidis* David, die nach unseren Beobachtungen nur an Farnpflanzen vorkommt. Neben diesen Arten kam noch *Aulacorthum pseudosolani* sowie *Macrosiphon* sp. in den Gewächshäusern vor, jedoch waren *N. circumflexus* und *M. persicae* die häufigsten. Letztere Art fanden wir nicht nur an Solanaceen, die allerdings am stärksten befallen waren, sondern auch an Chrysanthemen, Tulpen, Nelken, vereinzelt auch auf Primeln und in einem Falle stark auf Cinerarien (Abb. 11). Die letzteren wurden im März 1942 ins Freie verbracht, waren jedoch an der Unterseite stark mit Mischkolonien von *Myzus persicae*, *Neomyzus circumflexus* und einer unbestimmten *Aphididae* besetzt. Neben Junglarven und Imagines kamen auch Nymphen sowie vereinzelt geflügelte Pfirsichläuse vor, die also auch im Freien Neuinfektionen hätten erzeugen können.

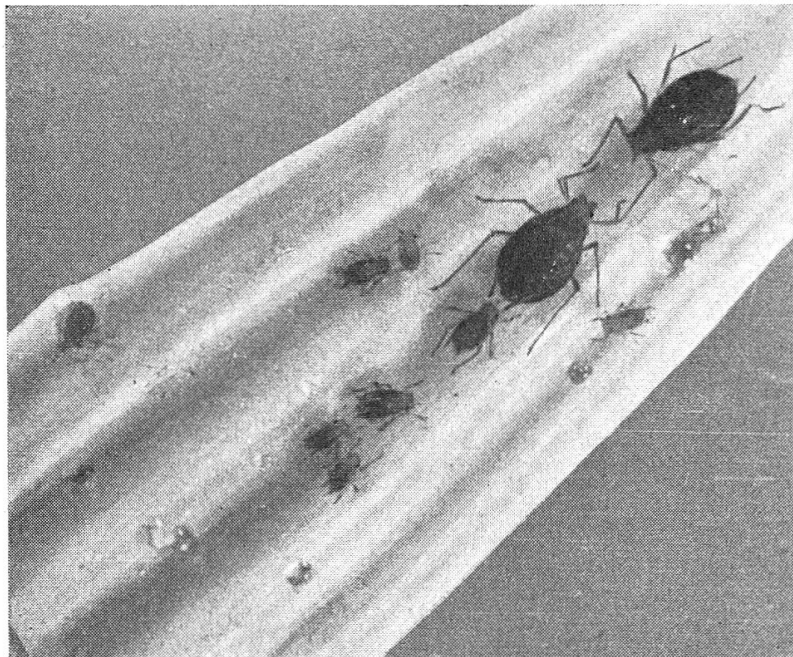
Auch ältere Tulpenzwiebeln, die aus irgendeinem Grunde nicht gebraucht werden, können überwinternde Pfirsichblattläuse beherbergen, wie wir dies 1943 in einer Gärtnerei feststellen konnten. Für unsere Winterzuchten wollten wir einige Tulpenknollen beschaffen und konnten zufällig ungefähr 20 Knollen in einem Estrich finden,





A

Abb. 11. *Myzus persicae* an *Chrysanthemum*-Blütenblättern aus einem Gewächshaus. A = Geflügelte und ungeflügelte Imago, sowie Junglarven. B = 2 ungeflügelte Imagines mit neugeborenen Junglarven und einigen Larven II.



B

die kleine Triebe zeigten. Diese Triebe waren sehr stark von *Myzus persicae* besetzt. Einige dieser Knollen konnten wir mitnehmen, und in ungeheizten Räumen überwintern. Die Läuse hielten sich den ganzen Winter hindurch an den Keimen und Zwiebeln (unter den Hüllblättern), so daß diese Ende Februar mit einer dicken Schicht von Tieren und abgestreiften Exuvien besetzt waren.

Die Bekämpfung der Blattläuse in Gewächshäusern bietet in der Regel keine Schwierigkeiten. Sie sollte also durchgeführt werden, besonders gegen das Frühjahr hin, wenn *Myzus persicae*-Befall vorliegt und Migrationen ins Freie stattfinden können. Auf keinen Fall sollen stark mit *persicae* befallene Pflanzen ins Freie verbracht werden, bevor sie mit einem guten Nikotinmittel abgewaschen worden sind. Besonders ist dabei auf die eventuell in den Gewächshäusern vorhandenen Solanaceen zu achten. Diese werden regelmäßig in sehr starkem Maße von *persicae* befallen. Dies konnten wir bei unseren Testversuchen beobachten, wo zirka 1500 Kartoffelknollen in ein Gewächshaus ausgepflanzt wurden. Das kleine Gewächshaus wurde vor dem Aussetzen der Pflanzen mit Nikotinschnitten ausgeräuchert. Trotzdem konnte nach 4 Wochen schon eine kleinere Kolonie von *Myzus persicae* beobachtet werden, deren Herkunft (im Januar!) uns unerklärlich war. Nachdem diese Kolonie peinlich genau vernichtet wurde, konnten in den weiteren 4 Wochen des Versuches keine Läuse mehr gefunden werden. Nach Beendigung der Beobachtung infizierten wir die Pflanzen mit etwa 50 bis 100 geflügelten Tieren. Im Verlauf von nicht ganz 2 Monaten waren alle Kartoffelblätter so dicht mit Blattläusen besetzt, daß sogar die Fenster an manchen Stellen 50 cm breit über den Pflanzen eine dicke Schicht von abgewanderten und durch das Kondenswasser angeklebten Läusen aufwiesen. Die Anzahl Tiere je Blatt konnte nur noch geschätzt werden, da sie 1500 überstieg. Dieser Fall war uns gleichzeitig auch ein Beweis für die Wirkung der Blattlausfeinde im Freien, die niemals eine solch starke Übervermehrung zulassen; er zeigt jedoch auch die unvorstellbar große Vermehrungsmöglichkeit der Blattläuse, speziell der Pfirsichblattlaus, bei günstigen Temperaturen. Wenn auch bei einem solchen Befall in den Gärtnereien eingeschritten wird, so sind doch in Gewächshäusern usw. viele Überwinterungsmöglichkeiten vorhanden.

Die parthenogenetische Überwinterung ist nach unseren Beobachtungen in der Schweiz wie auch in England und in der Bretagne von größerer Bedeutung als die holozyklische. Die große Wohndichte und die dadurch bedingten vermehrten Möglichkeiten für die anholozyklische Überwinterung (Keller, Gärtnereien, Mieten, Zimmerpflanzen) bedingen, daß man dieser Art der Überwinterung bei uns größere Beachtung schenken muß. Hier stehen wir im Gegensatz zu norddeutschen Feststellungen, in denen vor allem die Überwinterung an Pfirsich eine ausschlaggebende Rolle spielt und wo



aus diesem Grunde in den Kartoffelsaatguterzeugungsgebieten die Pfirsichvermehrung verboten ist. Doch konnte Profft (1942) auch in Deutschland die Bedeutung der Wohndichte für die Infektion durch die Pfirsichblattläuse feststellen. Er führte allerdings diese Tatsachen auf die größere Anzahl von Pfirsichbäumen, die in der Nähe von Wohnsiedlungen zu finden sind, zurück. Nach seinen Untersuchungen ist der Befall besonders in der Nähe von Städten stark. Es muß auch berücksichtigt werden, daß in der deutschen Schweiz Pfirsich und Aprikose vor allem als Spalier gezogen werden. Spalierbäume werden aber, wie vorher gezeigt werden konnte, von den Pfirsichblattläusen nicht besonders stark besiedelt. Trotz diesen Erwägungen ist auf die Pfirsich- und Aprikosenbäume zu achten. Bei starkem Befall durch Gynoparen und Weibchen oder Wintereier wird eine Winterbehandlung dieser Bäume zu empfehlen sein. Würde diese nicht durchgeführt, so könnten im Frühling befallene Bäume mit einem Nikotinpräparat behandelt werden. Besonders in der Nähe von Saatguterzeugungslagen muß auf solche Maßnahmen geachtet werden. Die radikale Entfernung aller Pfirsichbäume resp. ein Verbot der Neuanpflanzung ist bei uns, auch abgesehen von der parthenogenetischen Überwinterung an Nebewirten, nicht angebracht, weil die holozyklische Überwinterung auch an andern Rosaceen — vor allem an Rose wie in Nante — möglich ist. Durch die Beseitigung der Pfirsichbäume würde eine Streuung der Wintereier auf einen weit größeren Kreis erzielt und somit die Kontrolle bzw. die Bekämpfung von *Myzus persicae* erschwert.

## VI. Die Biologie der Sommerformen.

### A. Allgemeines, Zucht und Methodik.

Wie wir in Kapitel IV kurz erwähnten, verlassen die geflügelten Migranten im Frühjahr (Ende Mai / Mitte Juni, je nach Klima) den Winterwirt, um sich auf Neben- oder Sommerwirten anzusiedeln. Als Futterpflanzen für diese Sommerformen kommen eine sehr große Anzahl von Pflanzen in Frage. Wir möchten hier einige anführen, und zwar nur solche, an denen wir *Myzus persicae* selbst züchteten oder fanden:

Ackersenf	Nelken
Blumenkohl	Rosen
Chrysanthemum	Rosenkohl
Cinerarien	Runkelrüben
Erbsen	Schwarzer Nachtschatten
Kartoffel	Spinat
Knaulgras	Tabak
Mais	Tulpe
Möhren	Winde.

Diese Liste könnte beliebig verlängert werden, wollte man all die Angaben anführen, die in der Weltliteratur zu finden sind. Praktisch werden die meisten Angiospermen regelmäßig oder sporadisch von *Myzus persicae* besiedelt. Für die Frage der Bekämpfung der Kartoffelvirose ist dieser Umstand nicht unwichtig. Denn durch die Möglichkeit, daß sich die Pfirsichblattlaus an den verschiedensten Unkräutern und gezüchteten Pflanzen ansiedeln kann, wird die chemische Bekämpfung sehr erschwert und die Gefahr des Zufluges bleibt stets eine große. Verschiedene Solanaceen können außerdem auch latent Vira beherbergen, für die die Kartoffelpflanze ebenfalls anfällig ist, und so eine ständige Infektionsquelle bilden.

Für die Verbreitung der Pflanzenvirose von Pflanze zu Pflanze auf dem Felde kommen nur die Sommerformen von *Myzus persicae* in Frage. Ob und in welchem Maße ein bestimmter Kartoffelacker abbaugefährdet ist, hängt von der Anzahl der Pfirsichläuse ab, die sich an den Stauden ansiedeln. Aus diesem Grunde ist das Studium des Massenwechsels von *Myzus persicae* an der Kartoffel von großer Bedeutung, da alle Faktoren, die die Vermehrung der Läuse hemmen oder fördern, indirekt den gleichen Einfluß auf die Vermehrung der Virose ausüben. Als erster, der diese Korrelation zwischen Abbaugrad und *persicae*-Befall erkannte, ist Davies (1934) zu nennen. Er unterscheidet drei Gruppen von Abbaulagen für Kartoffeln:

1. In der ersten Gruppe, die wir Hochzuchtlagen nennen wollen, übersteigt der *persicae*-Befall im Juli nicht 20 Läuse je 100 Blatt. Hier kann nach Davies ohne irgendwelche Schwierigkeiten Kartoffelsaatgut produziert werden, da sich die Virose nicht oder nur unbedeutend ausbreiten werden.
2. Die zweite Gruppe, die wir als Vermehrungslagen bezeichnen, besteht aus Gebieten, in denen sich der *persicae*-Befall im Juli zwischen 20—100 Tieren je 100 Blatt bewegt. Solche Lagen sind nur bedingt für die Saatgutproduktion geeignet, d. h. nur unter Beiziehung von zusätzlichen Hilfsmaßnahmen, und sollen vor allem für die Vermehrung des in Hochzuchtlagen gewonnenen Saatgutes dienen.
3. Bei der dritten Gruppe übersteigt der Pfirsichblattlausbefall im Juli 100 je 100 Blatt. Die Saatgutproduktion wird dadurch praktisch verunmöglicht. Hier sollen in erster Linie Kartoffeln für Konsumzwecke angebaut werden (eigentliche Abbaulagen).

Die von Davies eingeführte Kontrollmethode zur Ermittlung der Blattlausverseuchung eines Feldes besteht darin, daß an verschiedenen Stellen 100 Kartoffelblätter abgepflückt und die sich darauf befindlichen Läuse ausgezählt werden. Das Verfahren wird wiederholt; beträgt der Unterschied zwischen der ersten und zweiten Auszählung mehr als 10 %, so wird noch ein drittes Mal gezählt.

Der Vorteil dieser Methode liegt in der relativen Schnelligkeit sowie in der Möglichkeit, die Läuse im Labor zu präparieren resp. zu züchten.

Heinze und Profft (1940) wählten für ihre Untersuchungen eine andere Kontrollmethode. Bei dieser werden im Acker ganz bestimmte Stauden bezeichnet, die immer wieder kontrolliert werden. Die Blattläuse sollen bei den jeweiligen Zählungen so wenig wie möglich gestört werden, damit die spontanen Veränderungen im Befall bei jeder nächsten Kontrolle feststellbar sind.

1941 führten wir unsere Kontrollen nach der Methode Heinze und Profft durch, doch mußten wir im zweiten Jahr der Untersuchungen die Davies'sche Zählart anwenden. Die erstere gestaltet sich nämlich außerordentlich zeitraubend, da die Auszählung einer einzelnen Staude bei starkem Befall oft mehr als eine Stunde beansprucht, zudem sind Junglarven an Ort und Stelle oft gar nicht mit Sicherheit zu bestimmen, sie sollten entweder zu mikroskopischen Präparaten verarbeitet oder oft noch weiter gezüchtet werden. Dies ist bei dieser « Staudendurchschnittsmethode » nicht möglich, da keine Tiere von den Pflanzen abgenommen werden sollen. Als weitere Nachteile dieser Methode sind zu nennen, daß auch trotz vorsichtigem Arbeiten die Läuse oft gestört werden und abwandern; ferner können die Unterschiede zwischen den einzelnen Stauden oft sehr groß sein; schließlich werden solche Pflanzen, die dieser periodischen Kontrolle ausgesetzt sind, oft beschädigt und weisen dadurch kleinere Blattlauszahlen auf als normale.

Die Unterschiede im Blattlausbefall sind von Jahr zu Jahr sehr verschieden. Klimatische, aber auch biologische Faktoren spielen eine große Rolle. Um ein ungefähres Bild der Einflüsse, die den Massenwechsel bestimmen, zu erhalten, haben wir systematische Zählungen an verschiedenen Orten im Unterland wie auch in Höhenlagen durchgeführt. Wir möchten diese einzelnen Zählungsergebnisse gesondert nach Örtlichkeit und Versuchsjahr erläutern.

*Myzus persicae* ist nicht die einzige Blattlausart, die an der Kartoffel zu finden ist. Neben ihr besiedeln verschiedene andere Arten diese Pflanze, deren Bedeutung für die Virosen jedoch im Verhältnis zur Pfirsichblattlaus nur gering ist. Sie können zwar bei starker Übervermehrung einigen Schaden durch ihre Saugtätigkeit verursachen, doch bleibt er in der Regel so gering, daß ihm keine weitere Bedeutung beizumessen ist.

Mit Sicherheit kann jedoch gesagt werden, daß keine der andern Blattlausarten für die Übertragung von Kartoffelvirose eine Bedeutung erreicht, die derjenigen von *Myzus persicae* auch nur annähernd entsprechen würde. Es sind allerdings in der Literatur Fälle bekannt, wo Infektionsversuche vor allem mit *Solanum Virus 2*, vereinzelt auch mit dem Blattrollvirus, durch *Aulacorthum pseudosolani* oder *Macrosiphon solanifolii* gelangen. Solche posi-

tiven Resultate sind jedoch selten. Trotzdem berücksichtigen wir bei den Zählungen neben *persicae* auch die andern Blattlausarten, und zwar aus folgenden zwei Gründen:

1. Der Massenwechsel aller an der Kartoffel lebenden Läuse verläuft mehr oder weniger parallel. Die abiotischen und biotischen Faktoren wirken auf die Populationsbewegungen der verschiedenen Arten in gleicher Richtung. Eine Kurve, die die Vermehrung aller Blattläuse an Kartoffeln während einer Vegetationsperiode darstellt, veranschaulicht gleichzeitig auch den Massenwechsel von *Myzus persicae*.
2. Auf dem Felde ist es oft unmöglich, die einzelnen Arten aus gemischten Kolonien auseinanderzuhalten. Diese können erst später nach der Präparation mit Sicherheit bestimmt werden. Steigt jedoch die Anzahl der täglich ausgezählten Läuse in die Tausende, so ist es praktisch unmöglich, in jedem Zweifelsfall Einzelpräparate herzustellen oder bei jüngeren Larven Zuchten anzulegen. In solchen Fällen muß der Totalbefall ermittelt werden; unter Umständen kann die Zahl der sicher nicht als *Myzus persicae* erkannten Läuse in Abzug gebracht werden.

Es seien hier die wichtigsten Blattlausarten, die neben *Myzus persicae* in schweizerischen Kartoffeläckern gefunden werden, aufgezählt:

*Doralis Rhamni* B. d. F. (= *Aphis gossypii*), ein von der Pfirsichblattlaus durch Farbe (gelblich) und Form (rund) stark abweichende Blattlausart, ist eine der häufigsten Kartoffelblattläuse. In manchen Fällen besteht die Blattlauspopulation fast zu 100 % aus dieser Art (z. B. Kerzers 1942). Ihr nah verwandt, doch bei uns weniger häufig, ist *Doralis frangulae* Koch an Kartoffeln anzutreffen. In weniger großer Zahl, doch ebenfalls sehr regelmäßig konnte *Aulacorthum pseudosolani* Theob. in den von uns kontrollierten Feldern gefunden werden; diese Art ist besonders in den Jugendstadien schwierig von *Myzus persicae* zu unterscheiden.

Neben diesen immer wieder vorkommenden Arten fanden wir gelegentlich auch noch andere, deren Anzahl jedoch in keinem Falle die der erstgenannten überstieg, so: *Macrosiphon solanifolii* Ashm., *Myzus ornatus* Laing., *Brachycaudus helychrisi* Kalt., *Neomyzus circumflexus* Buckt. u. a.

Außer Freilandbeobachtungen führten wir auch Versuche im Labor bei gleichmäßigen Außenbedingungen durch. Als Ausgangsmaterial dienten uns in der Regel Einzelläuse, die von Kartoffeln abgelesen wurden. Um die Bildung von reinen Linien zu vermeiden und um sicher virusfreies Material zur Hand zu haben, verwendeten wir auch *persicae* von Tulpen oder Chrysanthemen aus Gewächshäusern. Als Zuchtpflanzen benützten wir Tulpen, kleinere Zuckerrübensetzlinge und Kartoffelkeimlinge (s. Abb. 12). An allen

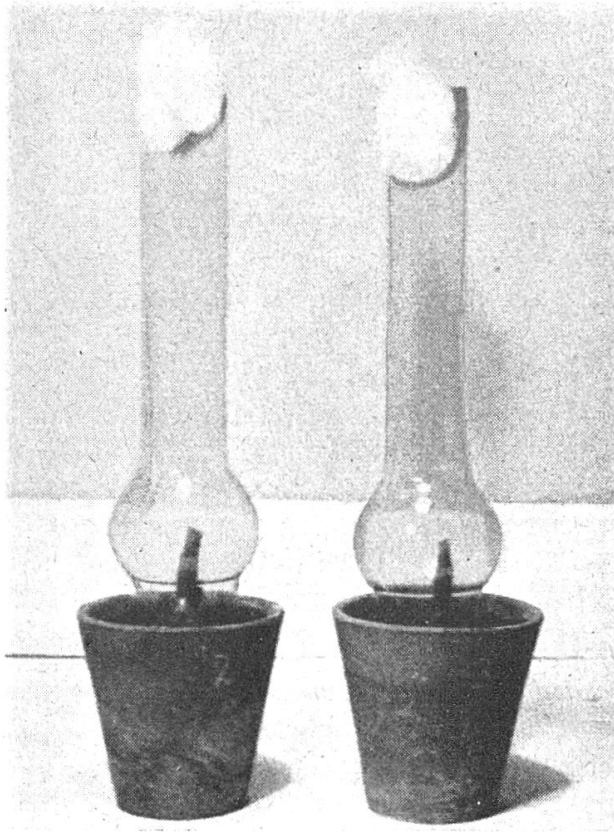
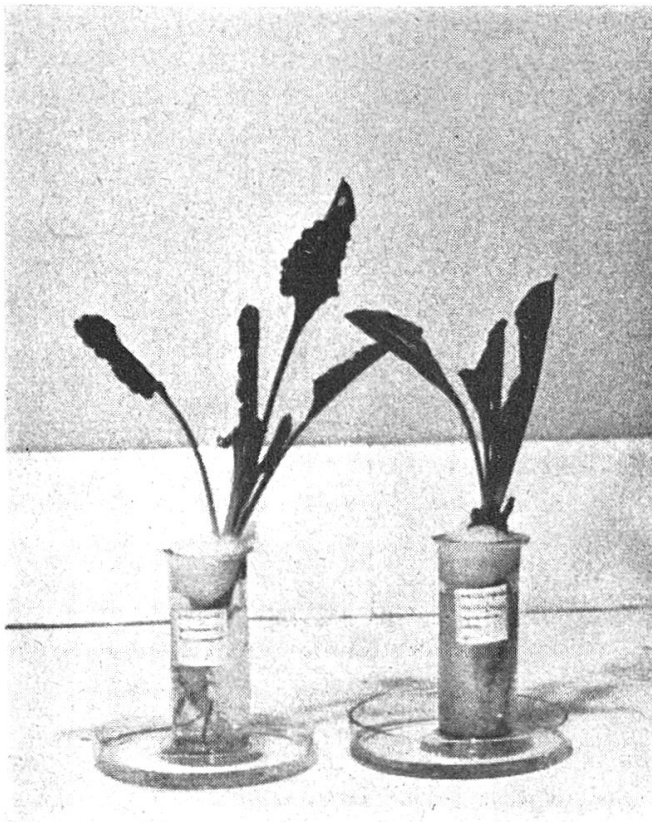


Abb. 12 A und B.  
Zucht-Pflanzen für die  
Zucht von *Myzus persicae*  
(Tulpen und Rüben).  
Die Tulpen sind mittels  
Lampenzylindern gegen  
Abwanderung sowie Infek-  
tion durch fremde Blatt-  
lausarten isoliert.





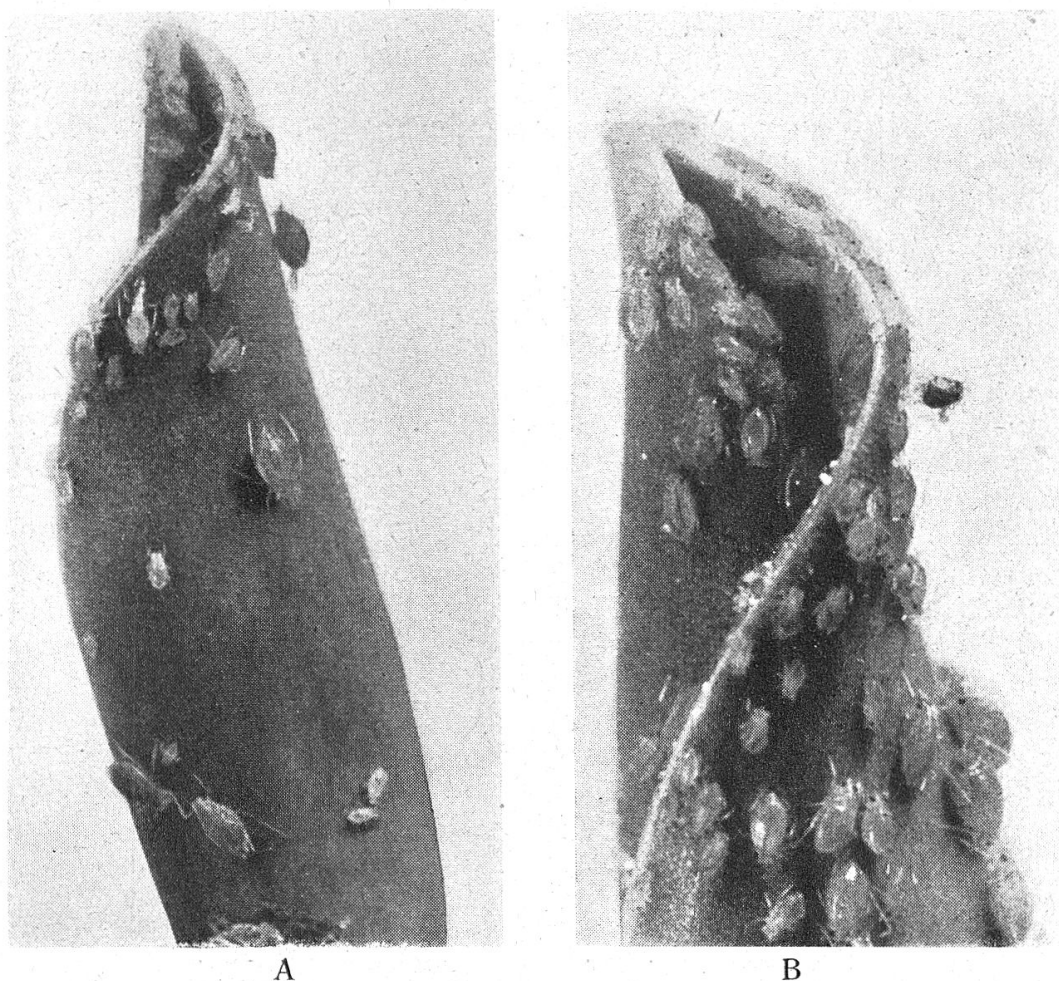


Abb. 13. A B = *Myzus persicae* Sulz. Zuchten an Tulpenkeimlingen.

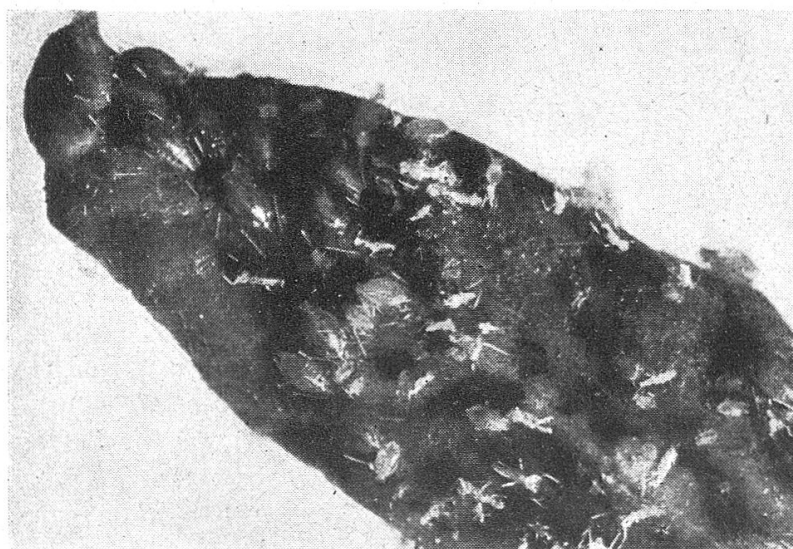


Abb. 14. *Myzus persicae* Zuchten an Zuckerrübenblättern. Auffallend die weißen abgestreiften Exuvien sowie die Blattdeformation.

drei Pflanzen ist die Zucht mit Leichtigkeit möglich, sei es, daß sie künstlich direkt mit einem Stamm oder durch einfaches Aufstellen in der Nähe von stark befallenen Pflanzen spontan infiziert werden. Nach unseren Beobachtungen sind keine Unterschiede in der Entwicklungsdauer wie auch in der Vermehrungsfähigkeit der Blattläuse an den verschiedenen Nährpflanzen festzustellen.

Für Zuchten an Tulpen dienten uns ältere Zwiebeln, die in einem ungeheizten Raume aufgestellt wurden, wo sie bald zu keimen begannen. An einem kühlen Ort konnten solche Tulpenschößlinge den ganzen Winter über aufbewahrt werden und waren jederzeit als Zuchtpflanzen zu gebrauchen. — Die Zuckerrüben, die wir für unsere Zuchten benötigten, ließen wir eng säen. Für die Versuche benützten wir sodann Rüben von 2—5 cm Dicke, die entweder in Wasser eingestellt oder eingetopft wurden. Die Rüben verwendeten wir hauptsächlich für die Einzeltierversuche. Vor Eintreten der stärkeren Fröste wurden die Pflanzen teilweise entblättert, die Herzblätter jedoch belassen, in einem Keller aufbewahrt und einige Tage vor dem Gebrauch zum Treiben gebracht. Massenzuchten isolierten wir mit Glaszylindern, die über die Pflanzen gestülpt und oben mit Watte verstopft wurden (s. Abb. 12 A).

Um Einzeltiere zu isolieren, gebrauchten wir einfache und billige Zuchtkammerchen. Da diese nach unseren Erfahrungen sehr gut befriedigten, möchten wir sie hier kurz beschreiben (s. Abb. 15).

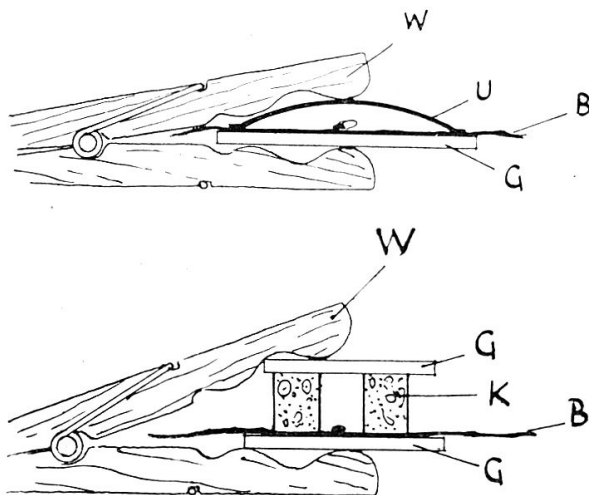


Abb. 15.

A Isolierkammern für Zuchten von Einzeltieren an Zuckerrübenblättern.

W = Wäscheklammer;  
G = Glasplatte; K =  
Ausgebohrte Korkscheibe;  
B = Blatt; U = Uhr-  
glas.

B

Als Grundlage zu solchen Isolationskammern dienten uns Uhrenglasschälchen (U) mit einem Durchmesser von 3—5 cm. Diese Uhrgläser legten wir auf die Ober- oder Unterseite von Blättern (B), die nicht von der Zuchtpflanze abgetrennt waren und wohin zuvor die zu beobachtende Blattlaus gebracht wurde. Auf die andere Blattseite kam ein gewöhnliches quadratisches Glasplättchen (G). Der Blatteil mit der Laus kam so in den Hohlraum zwischen Uhrglas und Glasplatte zu liegen, die beiden letzteren wurden mit

einer Wäscheklammer (W) zusammengehalten. Rübenblätter ertragen normalerweise den Druck des Glasrandes 3—4 Tage lang ohne nennenswerte Störung. Bevor die Läuse kontrolliert werden, wird einige Male auf die Glasplatte geklopft, damit sich die vorhandenen Exuvien vom Blatte lösen und am Uhrglas kleben. Hier können sie sofort gefunden und registriert werden. Für Beobachtungen von Junglarven der Stadien I und II, deren Auffinden auch in diesen kleinen Kammern oft schwierig ist, empfiehlt es sich, die Uhrgläser durch Korkscheiben (K) von zirka 1 cm Dicke zu ersetzen (s. Abb. 15 B). Um den nötigen Hohlraum zu schaffen, werden die Korkscheiben in der Mitte ausgehöhlt, mit Glasplatten abgedichtet und mittels einer Wäscheklammer zusammengehalten. Blatt und Laus liegen somit zwischen Korkscheibchen und Glasplatte. Auch hier können die Exuvien gut gefunden werden, denn erst die Kontrolle dieser Exuvien ergibt den einwandfreien Nachweis der Häutung. Auf diese Art und Weise ist es möglich, an einer Rübenpflanze 5—10 Läuse und ihre Nachkommen zu züchten. Die Methode hat zudem den Vorteil, daß das Futter nicht alltäglich gewechselt werden muß wie bei Petrischalenzuchten; ferner erleichtert sie das Auffinden der Junglarven.

## **B. Beobachtungen im Jahre 1941.**

### *1. In Abbaulagen. (S. Abb. 16.)*

1941 wurden die Beobachtungen in Abbaulagen im Gutsbetrieb der Firma Maggi A.-G. am Roßberg bei Kemptthal durchgeführt. Die Station Kemptthal liegt an der Linie Zürich—Winterthur zirka 20 km von Zürich entfernt. Die klimatischen Bedingungen dieser Gegend stimmen mehr oder weniger mit denen von Zürich überein, so daß wir hier die Daten der meteorologischen Station Zürich anführen können.

Der Gutsbetrieb Roßberg liegt eine Viertelwegstunde nordöstlich von Kemptthal auf einer waldumsäumten Terrasse. Letztere ist nach Westen gegen den Kemptbach geneigt. Die Kartoffeläcker, auf denen 1941 und 1942 die Versuche durchgeführt wurden, liegen ungefähr 500 m über Meer.

Um die Besiedlung, Vermehrung und Abnahme der Blattläuse an der Kartoffel beobachten zu können, bezeichneten wir je 8 Stauden der Sorten Voran und Sabina. In einer  $10 \times 10$  m großen Parzelle, die wir gleichzeitig auch als Kontrolle für die Bekämpfungsversuche benützten, befanden sich je 4 markierte Stauden. Während der Vegetationsperiode wurden diese Parzellen nur mit fungizidem Mittel behandelt, d. h. jede erhielt eine einmalige Bespritzung mit Bordeauxbrühe. Die Stauden wurden in Intervallen von 5—15 Tagen genau abgesucht. Die hier angeführten Zahlen stellen den Mittelwert aller 16 Pflanzen dar. Die Kontrollen nah-

## Rossberg 1941

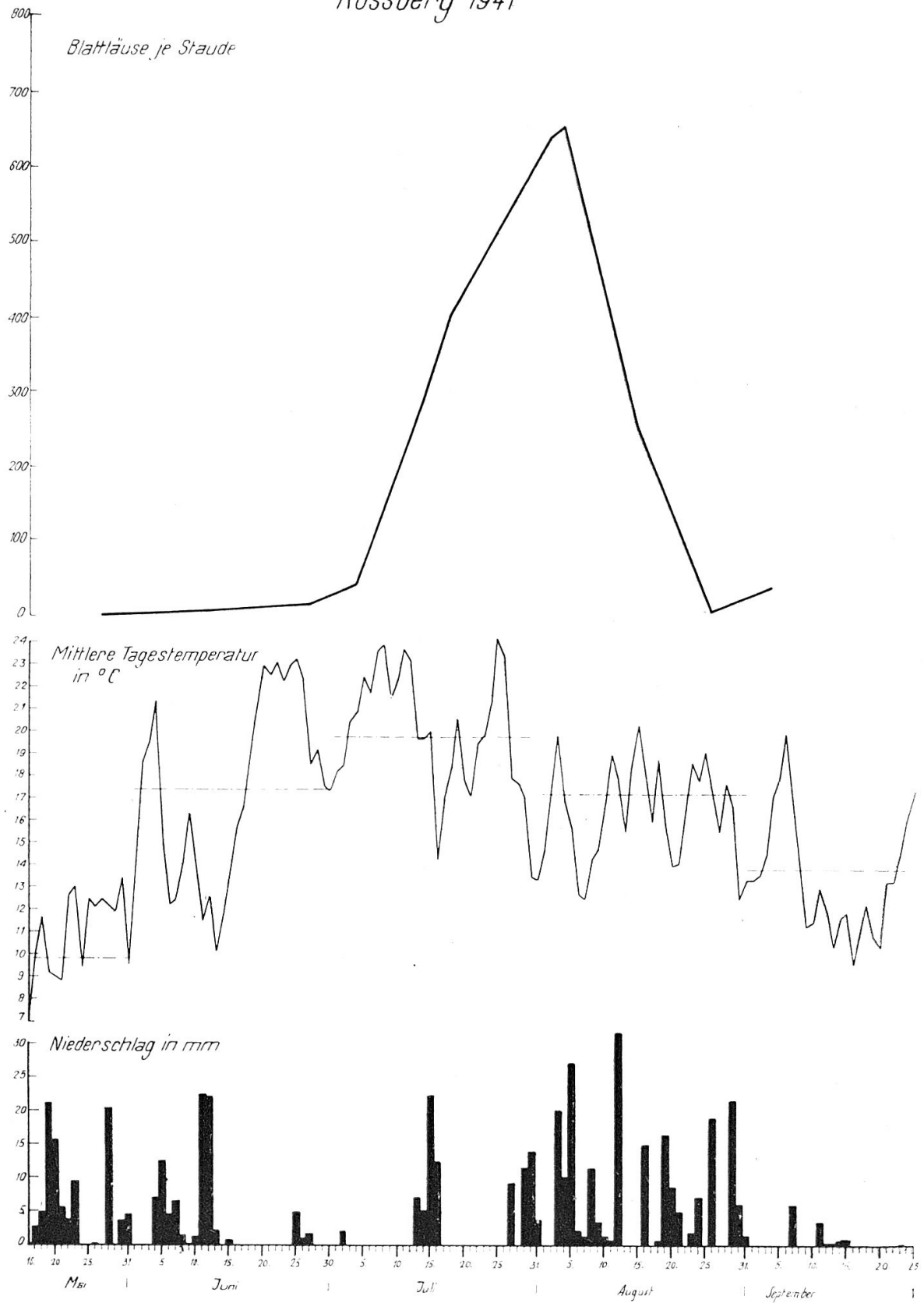


Abb. 16. Graphische Darstellung des Massenwechsels der Blattläuse an der Kartoffel, am Roßberg 1941. Näheres im Text.

## Rossberg 1942

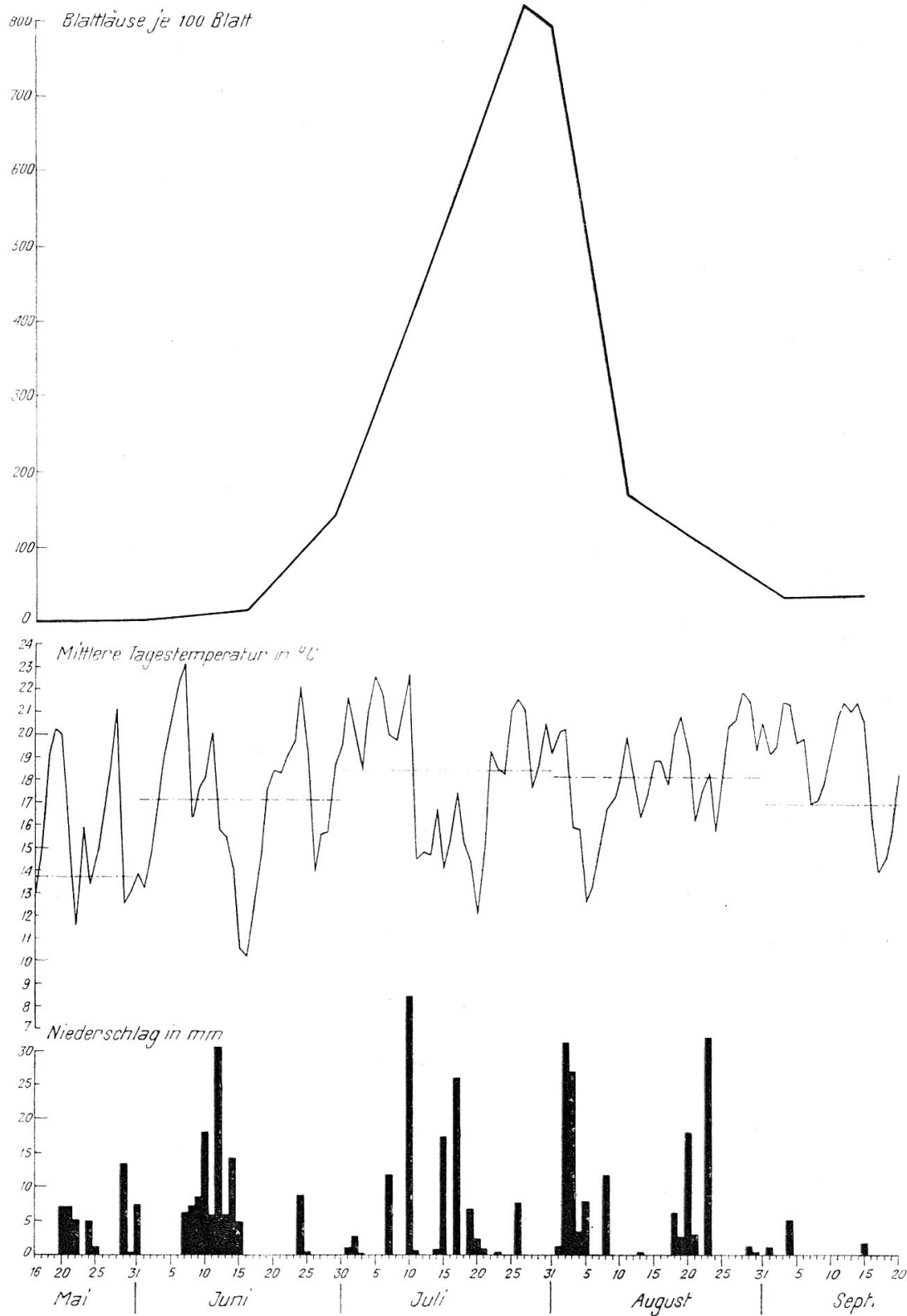


Abb. 17. Graphische Darstellung des Massenwechsels der Blattläuse am Roßberg 1942.



men öfters mehr als einen Tag in Anspruch. Es wurde daher derjenige als Stichtag bezeichnet, an dem der größte Teil der Blattläuse ausgezählt wurde; bei dreitägigen Kontrollen galt der mittlere als maßgebend.

Die ersten geflügelten Läuse an den kaum aufgelaufenen Kartoffeln wurden am 27. Mai festgestellt, es handelte sich dabei vorwiegend um *Migrantes* von *Myzus persicae*. Wir fanden allerdings nur ganz vereinzelte Geflügelte, d. h. an 60 Stauden 9, also 0,15 je Staude, wovon neben Pfirsichläusen noch 0,05 geflügelte Tiere andern Arten angehörten. Die mittlere Tagestemperatur betrug an diesem Tage etwas über 12° C (Abb. 16). Unter dieser Temperatur konnten weder am Roßberg noch an anderen Beobachtungsorten Migrationen beobachtet werden. So unterblieb auch die Wanderung vom Winterwirt in den dem 27. Mai folgenden kühlen und regnerischen Tagen und am 1. Juni konnten wir an den Stauden nicht viel mehr Geflügelte beobachten als am 27. Mai. Ihre Anzahl betrug am 1. Juni durchschnittlich 0,5 je Staude. Junglarven wurden weder an diesem noch in den nachfolgenden Tagen festgestellt. Dagegen sahen wir zwischen dem 1. und 4. Juni zahlreiche Geflügelte, die von Pfirsichbäumen abflogen. Ein Teil der noch an den Winterwirten vorhandenen Tiere bestand allerdings aus Ungeflügelt und Nymphen. Bei der nächsten Kontrolle am 12. Juni fanden wir die ersten ungeflügelten Tiere, d. h. die erste Kartoffelgeneration. Einige dieser Tiere hatten das 3. und vereinzelte schon das 4. Häutungsstadium erreicht. Letztere mußten somit schon zu Anfang des Monats abgelegt worden sein und entgingen infolge ihrer geringen Zahl und Größe unserer Kontrolle.

Am 12. Juni zählten wir 4,3 geflügelte und 2,7 ungeflügelte Blattläuse je Kartoffelstaude, davon 80 % *Myzus persicae*. Die restlichen 20 % verteilten sich vor allem auf die *Doralis*-Arten (*rhamni* und *frangulae*) sowie auf vereinzelte *Aulacorthum pseudo-solani*.

Die Frühjahrsgeflügelten, die die Migrationen vom Winterwirt auf den Sommerwirt durchführen, spielen eine wichtige Rolle bei den Virusinfektionen, und zwar aus zwei Gründen: Erstens sind sie direkte Verbreiter der Virose. Obschon die Geflügelten, die vom Hauptwirt zuwandern, nicht virusinfiziert sind, können sie den Giftstoff besonders bei starker Verseuchung des Ackers bald von kranken Stauden aufnehmen. Da die Tiere vor allem anfänglich einen starken Wandertrieb besitzen, befliegen sie mehrere Stauden. Sie können zudem recht gut größere Distanzen zurücklegen und somit die Krankheitserreger verschleppen. Am 2. Juni bezeichneten wir 20 Stauden, an denen sich Geflügelte fanden. Die Pflanzen wurden nach 4, 8 und 24 Stunden und nach 1, 2, 3 und 5 Tagen kontrolliert. Es konnte dabei folgendes festgestellt werden: Nach 4 Stunden waren noch 17 Geflügelte, d. h. 85 %, an der gleichen

Staude, 13 davon befanden sich am gleichen Blatt wie bei Beginn der Beobachtung. Nach 8 Stunden zählten wir nur noch 60 %, d. h. 12 Tiere, an der gleichen Staude. 24 Stunden nach Versuchsbeginn waren noch alle 12 am Vorabend beobachteten Tiere da (keine Wanderung während der Nacht). Bei der Kontrolle nach zwei Tagen konnten wir dagegen nurmehr 5 Geflügelte oder 25 %, nach 3 Tagen noch 2 oder 10 % an der Pflanze zählen. Bei der letzten Kontrolle nach 5 Tagen waren diese beiden Tiere noch vorhanden, wobei allerdings bei einem die Identifizierung nicht mit Sicherheit möglich war (die Tiere wurden bei Beginn der Kontrolle am Abdomen leicht mit rotem Farbstoff betupft).

Die Infektionen, die durch diese geflügelten Tiere verursacht werden, sind auch deshalb gefährlich, weil sie frühzeitig erfolgen, denn dadurch hat das Virus Zeit, in die Knollen abzuwandern, die ihrerseits im nächsten Jahr sicher kranke Stauden liefern. Im Jahre der Infektion können die früh angesteckten Pflanzen auch schon als Infektionsquellen für noch gesunde Pflanzen dienen.

Zweitens sind die geflügelten Migranten nicht nur als direkte Verbreiter der Virose gefährlich, sondern sie beeinflussen auch die Größe der Population, die später auf der Kartoffelpflanze auftritt. Je größer die « Initialinfektion » durch Geflügelte, desto größer ist später die Population. Daß dabei auch andere Faktoren wie Klima, Parasiten u. a. eine Rolle spielen, muß wohl nicht betont werden.

Erst am 27. Juni, also rund zwei Wochen nach der letzten Kontrolle, wurde eine weitere Auszählung durchgeführt. Von den total 15 Läusen je Staude, die wir an diesem Tage fanden, waren 14 ungeflügelt und nur 1 geflügelt. Die Migration von den Winterwirten war somit am Ende angelangt. Der Anteil von *Myzus persicae* war geringer als bei den vorherigen Zählungen und betrug 63 %, was auf den inzwischen stattgefundenen Zuflug der anderen kartoffelbewohnenden Blattlausarten zurückzuführen ist. An diesem Tage fanden wir auch die ersten Tiere der 2. Sommergeneration, die z. T. schon das 3. und 4. Häutungsstadium erreicht hatten.

Nach dem 27. Juni wurden die Blattlauszahlen nicht mehr durch Zuwanderungen vom Hauptwirt beeinflusst. Ihre Zu- und Abnahme wurde nur noch durch die Vermehrung resp. die Sterblichkeit der ungeflügelten Blattläuse an Kartoffelblättern bedingt. Vom 27. Juni bis Anfang August vermehrte sich die Blattlauspopulation um das 43fache und erreichte bei der Kontrolle vom 2. August 640 Läuse je Staude, wovon 447 *Myzus persicae* waren; der Prozentsatz veränderte sich somit etwas zu Gunsten dieser Art und betrug 68 %. Von den total 640 Läusen waren 633 ungeflügelt und 7 geflügelt. Nur ein Teil dieser Geflügelten entstand an der Kartoffel selbst, einige wanderten gegen Ende Juli, besonders nach dem Heuschnitt, von Unkräutern und andern Pflanzen auf die Kartoffelstauden ab.

Wir schätzten die Anzahl der Generationen, die zwischen Beginn des Zufluges (Ende Mai) und Maximum des Befalls an der Kartoffel gebildet wurden, auf 5—6. Bis zum Ende der Vegetationsperiode entstanden wahrscheinlich noch 3—4 weitere Generationen, so daß 1941 total 8—10 « Kartoffelgenerationen » zu verzeichnen sind. Wir glauben, daß für das Ausmaß der Virusverbreitung vor allem die Zahl zwischen Beginn der Besiedlung und dem Maximum von Bedeutung sei; wir werden später auf diese Frage zurückkommen.

Vom 2. bis zum 4. August blieb die Anzahl der Läuse an den Kartoffelstauden mehr oder weniger konstant. Am 4. August konnte ein Maximum von 653 Läusen gezählt werden. Später, im Laufe des Monats August, war eine rapide Abnahme zu verzeichnen. Diese Abnahme, die in fast allen Lagen und Jahren zu beobachten war, ist neben klimatischen vor allem auf biologische Faktoren zurückzuführen. In erster Linie sind hier die Räuber und Parasiten zu nennen. Diese wirkten schon im Laufe des Monats Juli, doch war ihre Anzahl nicht genügend groß, um die Vermehrung aufzuhalten. Wären keine Blattlausfeinde vorhanden gewesen, so hätte die Blattlauspopulation eine so hohe Zahl erreicht, daß eine direkte Schädigung durch die Saugtätigkeit der Läuse aufgetreten wäre. Dies läßt sich am ehesten verstehen, wenn man die Vermehrung von *Myzus persicae* im Labor mit der Freilandvermehrung vergleicht. Im Labor wie auch im Freiland produziert eine Imago der Pfirsichblattlaus täglich 7 Junglarven, die nach zwei Wochen oder schon früher reproduktionsfähig sind. Ohne die regulierende Tätigkeit der Feinde hätte sich somit die Blattlauszahl innerhalb eines Monats um das Tausendfache oder noch stärker vermehrt. Die bedeutendsten Feinde der kartoffelbewohnenden Blattläuse sind die Coccinelliden, Syrphiden und Schlupfwespen, von welchen besonders die ersteren bei uns eine sehr große Zahl von Läusen vernichteten. An den Blättern fanden wir zwei Arten in größerer Anzahl, nämlich: *Coccinella 7-punctata* L. und *Adalia bipunctata* L. Am 4. August, am Tage des Maximums, zählten wir 2,5 Coccinelliden-Larven, 0,75 Puppen und zirka 1 Imago je Staude. Welch wichtige Rolle diese Käfer spielen, ist daraus ersichtlich, daß jede *Coccinella 7-punctata*-Larve durchschnittlich 35 *Myzus persicae* bzw. 45 *Doralis rhamni* täglich verzehrt. Kurz vor der Verpuppung steigert sich die Menge auf 50 *Myzus persicae* (nach Heinze und Profft 1940). Während der ganzen Larvenzeit werden nach Jöhnssen (1930) im Mittel 666,5 Blattläuse durch diese Marienkäferart vernichtet. Auch die Imagines vernichten, so stellte Jöhnssen weiter fest, 10—42 Läuse täglich. Neben der Wirkung der Coccinelliden tritt die der andern Blattlausfeinde zurück; so fanden wir je Staude nur 0,1—0,2 Syrphidenlarven, bei denen es sich vornehmlich um größere Arten (*Syrphus ribesii* und *Lasiopticus pyrastris*) handelte.

Die Parasitierung durch Braconiden und Chalcidier (*Aphidius* sp. sp. *Praon* sp. sp. als bedeutendste) blieb 1941 unter 7 %, ihr Befall konnte erst Anfang bis Mitte Mai konstatiert werden. Interessanterweise wurde vor allem *Doralis rhamni* parasitiert. Der Befall erreichte bei dieser Art fast 25 %, wogegen *persicae* und die andern kartoffelbewohnenden Blattlausarten zu weniger als 5 % befallen wurden.

Die rapide Abnahme der Blattläuse wurde zudem durch die Witterung mitbedingt. Vor allem die starken Niederschläge zwischen dem 3. und 12. August sowie die damit verbundene Abkühlung schädigten die Läuse. Dabei ist die Wirkung des Regens eine indirekte. Vor Benetzung durch den Regen sind die Läuse durch die Wachsabsonderung und den Aufenthalt an der Unterseite der Blätter geschützt. Durch häufige Niederschläge wird aber die Luftfeuchtigkeit stark erhöht und erst diese bedingt die hohe Mortalität der Blattläuse.

Als weiterer Faktor ist die Abwanderung zu nennen. Durch Übervermehrung an einzelnen Blättern wie auch durch den veränderten physiologischen Zustand der Stauden wird die Bildung von Geflügelten gefördert. Diese Erscheinung tritt besonders nach der Blüte der Kartoffel, die bei den späteren Sorten Ende Juli / Anfang August erfolgt, auf. So konnten am 15. August 5 Geflügelte pro Staude, d. h. 3 % der vorhandenen Blattläuse, gefunden werden. Dies war der höchste Prozentsatz seit Beendigung der Frühlingsmigration. Der größte Teil der Mitte August an den Stauden vorhandenen Geflügelten war an Kartoffelblättern herangewachsen; es handelte sich also nicht um zugeflogene Tiere wie bei früheren Auszählungen.

Nicht nur geflügelte, sondern auch ungeflügelte Tiere wandern von Blatt zu Blatt und von Pflanze zu Pflanze. Obschon die Läuse auch auf Ackerboden recht gut laufen können, speziell die Imagines, gehen bei diesen Wanderungen viele zugrunde. Ebenso wird ein großer Prozentsatz der geflügelten Tiere bei den Flügen vernichtet oder durch den Wind verschleppt.

Durch das Zusammenspiel aller oben erwähnten Faktoren — Feinde, klimatische Einflüsse, Bildung von Geflügelten, Abwanderung der geflügelten und ungeflügelten Tiere — ging die Blattlauspopulation Ende August auf 6 zurück. Innerhalb von nur 22 Tagen (vom 4. bis zum 26. August) nahm die Blattlauszahl somit um das 160fache ab. Wird berücksichtigt, daß auch während dieser Periode Junglarven abgelegt wurden, die 2 weitere Generationen bildeten, so ist verständlich, daß in der Tat noch bedeutend mehr Läuse zu Grunde gingen, als aus den angegebenen Zahlen ersichtlich ist.

Durch die starke Abnahme der Läuse waren die Feinde, die



z.T. ihre Entwicklung beendet hatten, infolge Nahrungsmangels zur Abwanderung gezwungen. Ende August konnten nur noch vereinzelte Coccinellidenlarven, Puppen und Imagines, sowie einzelne ausgewachsene Syrphidenlarven an den Stauden gefunden werden. Da somit ein hemmender Faktor beseitigt war, konnte sich die Blattlauspopulation wieder vergrößern. Die klimatischen Bedingungen verbesserten sich ebenfalls, indem die täglichen Regenfälle aufhörten und die Temperatur wieder etwas anstieg. Am 4. September konnten 40 Läuse pro Stauden gefunden werden. Theoretisch wäre nun wieder eine starke Übervermehrung möglich gewesen, was jedoch durch den Zustand der Kartoffelstauden verhindert wurde. Anfangs September waren einzelne Stauden fast abgestorben und der Nährstofftransport in den Leitungsbahnen bei allen Stauden stark reduziert. Auch hatten Pilzkrankheiten — vor allem *Phytophthora* — die Stauden geschwächt. Dadurch wurden die Blattläuse zur Bildung von Nymphen und Geflügelten veranlaßt und Mitte September begann eine stärkere Abwanderung von den Kartoffeln auf die Winterwirte, worauf viele Gynoparen an Pfirsich beobachtet werden konnten. Am 26. September wurden die Versuchskartoffeln geerntet. An den nur noch zum Teil grünen Stauden fanden sich im Mittel 3 Läuse, von denen durchschnittlich 2,5 Geflügelte und Nymphen und 0,5 ungeflügelte Junglarven und Imagines waren. Ein Teil der Junglarven vermochte sich am abgeernteten Kraut fertig zu entwickeln; so fanden wir noch am 2. Oktober lebende Blattläuse an den im Felde liegenden Blätterhaufen.

Es ist auffallend, daß die meisten Läuse während der Vegetationszeit immer an den untersten Blättern der Kartoffelstauden gefunden wurden. Im Vorsommer wurden diese Blätter natürlich zuerst besiedelt und es konnten sich somit hier die größten Kolonien entwickeln. Die Tiere schienen jedoch auch später eine gewisse Vorliebe für bodennahe Blätter zu haben, die ihrerseits anscheinend die günstigsten mikroklimatischen Bedingungen bieten. Oft wurden größere Kolonien selbst an fast ganz mit Erde bedeckten Blättern gefunden. Stets wird die Blattunterseite der Oberseite vorgezogen, so daß wir eigentlich nie während dieser Untersuchungen große Kolonien an der Blattoberseite fanden. Auf der Unterseite sind die Läuse unregelmäßig am ganzen Blatt verteilt und konzentrieren sich nur etwas gegen die Mittelader zu. Auf der Oberseite werden die Tiere in der Regel an den Blattnerven gefunden, daneben können Einzelläuse auch häufig am Blattstiel in den Vertiefungen zwischen den Rippen beobachtet werden. Zur Blütezeit sind die Blattläuse, vor allem *Myzus persicae* und *Aulacorthum*, selten dagegen *Doralis*, an den Blütenblättern zu sehen. Diese Feststellungen wurden nicht nur 1941 am Roßberg, sondern an allen Versuchsorten der zwei Beobachtungsjahre gemacht. — Eine weitere Beobachtung, die die Besiedlung blattrollkranker Stauden betrifft und die ebenfalls an



verschiedenen Orten wiederholt angetroffen wurde, sei hier noch kurz erwähnt:

Im allgemeinen werden blattrollkranke Stauden weniger stark befallen als gesunde. Dies ist natürlich auf die kleinere Saugfläche zurückzuführen, die solche Stauden den Blattläusen bieten; daneben scheinen jedoch auch andere Ursachen eine Rolle zu spielen. So ist zu sagen, daß vor allem geflügelte Tiere, wenn sie kranke Stauden anfliegen, hier in der Regel kürzere Zeit verweilen als an gesunden, wodurch auch die Anzahl der Junglarven, die von den Geflügelten abgelegt werden, kleiner ausfällt. Am 2. Juni beobachteten wir gleichzeitig mit 20 Geflügelten an gesunden Stauden 5 geflügelte persicae an Pflanzen, die starke Blattrollsymptome zeigten. Alle verließen die kranken Stauden noch im Laufe des gleichen Tages, 3 (60 %) bereits nach 4 Stunden. An den gesunden Stauden dagegen konnten — wie bereits erwähnt — noch am nächsten Tag 60 % aufgefunden werden. Weitere diesbezügliche interessante Unterschiede zeigt nachfolgende Tabelle:

Tabelle 1

Blattlausbefall an gesunden und blattrollkranken Kartoffelstauden

Datum: 16. Juni 1941.

Sorte: Voran.

	Gesunde Stauden			Blattrollkranke Stauden		
	Total Läuse	Davon geflügelt Anzahl	%	Total Läuse	Davon geflügelt Anzahl	%
Stauden Nr. 1	123	2	1,6	37	2	5,7
Stauden Nr. 2	167	4	2,4	114	4	3,5
Stauden Nr. 3	206	1	0,5	189	5	2,7
Total	496	7	1,4	340	11	3,2

Da bei den blattrollkranken Stauden das Phloem, d. h. die Gefäße, in denen *Myzus persicae* vor allem saugt, zum Teil zerstört sind, ist verständlich, daß von solchen Pflanzen immer wieder eine Abwanderung erfolgt. Die stark aufwärtsgerollten Blätter bieten den Blattläusen zudem nicht den gewohnten Schutz vor intensiver Sonnenbestrahlung und Niederschlägen. — Blattläuse, die jedoch an solchen Stauden verbleiben, vermehren sich trotzdem normal, nur ist die Zahl der abwandernden Läuse größer als an gesunden Stauden, wodurch jedoch die Gefährlichkeit der kranken Pflanzen als Infektionsquellen erhöht wird.

## 2. In Vermehrungslagen (s. Abb. 18).

Die Beobachtungen in Vermehrungslagen wurden im Jahre 1941 auf der Alp der Firma Maggi am Hörnli (Kt. St. Gallen)

## Hörnli 1941

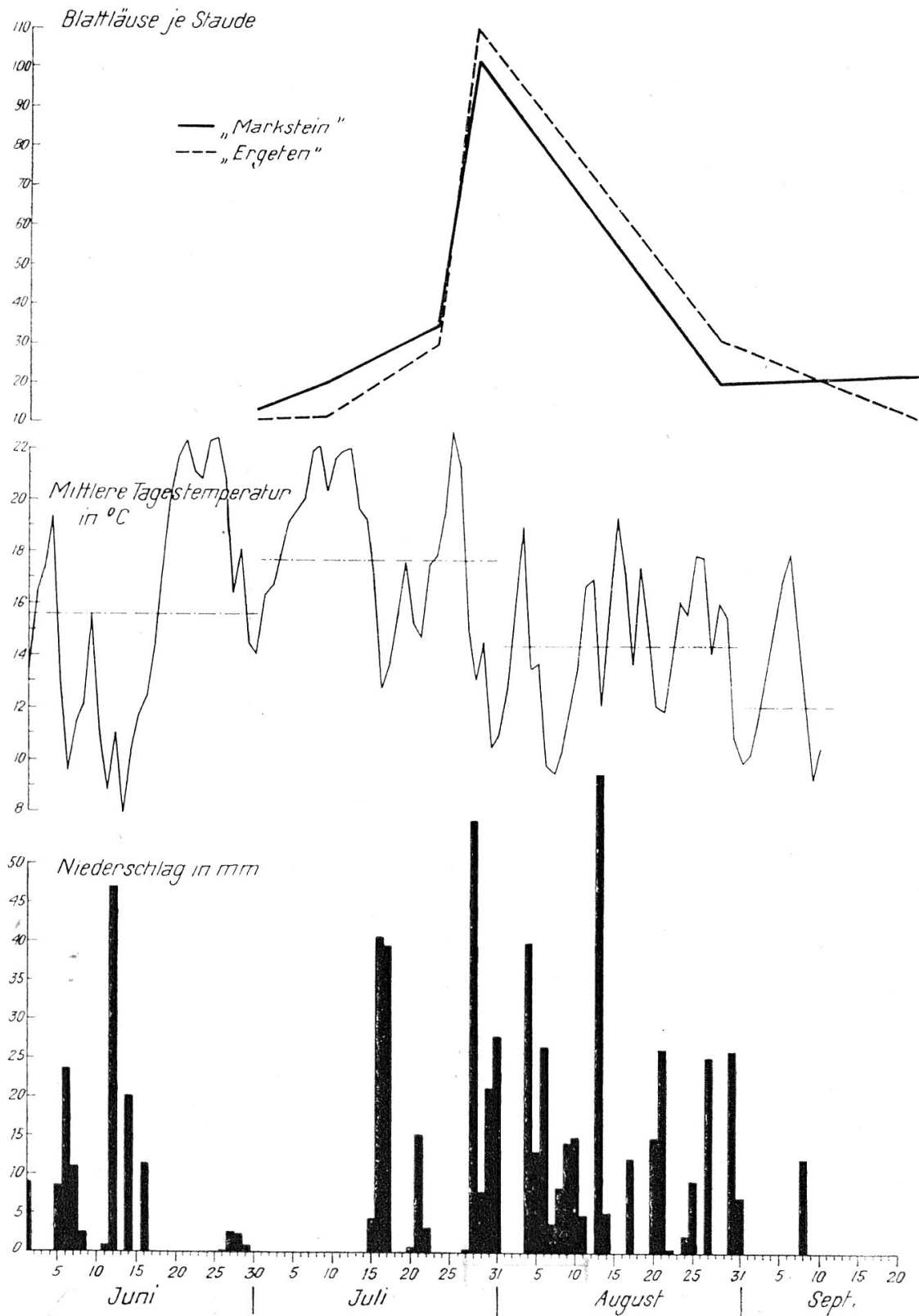


Abb. 18. Graphische Darstellung des Massenwechsels der Blattläuse an der Kartoffel am Hörnli 1941.

durchgeführt, wo seit einigen Jahren Versuche zur Vermehrung von Saatgutkartoffeln aus Hochzuchtlagen im Gange sind.

Die beiden Kartoffeläcker, in welchen wir die Versuche und Beobachtungen vornahmen, liegen ungefähr 100 m unterhalb der Hörnlispitze auf 970 m ü. M. Da auf dem Hörnli selbst leider keine meteorologischen Beobachtungen gemacht werden, dienten uns die Angaben der nächsten Beobachtungsstation, des Sanatorium Wald. Das Sanatorium liegt 912 m ü. M., weshalb die klimatischen Angaben korrigiert werden müssen. ( $1^{\circ}\text{C}$  im Mittel weniger am Hörnli.)

Infolge der Entfernung des Versuchsortes von Zürich und der ungünstigen Bahnverbindungen konnten die Kontrollen nicht so häufig durchgeführt werden wie am Roßberg. Aus der Kurve auf Abb. 18 sind nur die effektiv ausgezählten Blattlauszahlen (Durchschnitt je Staude) ersichtlich. Wir kontrollierten in jeder Parzelle anfänglich mindestens 20 Stauden. Später, als der Befall höher und die Stauden größer wurden, kontrollierten wir je Parzelle 10 Stauden. Die Kurve wäre bei kleineren Intervallen zwischen den einzelnen Kontrollen etwas anders ausgefallen (vor allem der Termin des Maximums), doch gibt sie auch so ein ungefähres Bild über den Verlauf des Massenwechsels am Hörnli.

Die Kontrollen führten wir in zwei zirka 600 m voneinander entfernten Parzellen durch und zwar bei der Sorte Böhm's allerfrüheste Gelbe. Die Parzellen lagen ungefähr auf gleicher Höhe und hatten somit gleiche klimatische Bedingungen. Die eine dieser Parzellen « Ergeten » grenzte nördlich an Wald und Gebüschstreifen; auf den drei andern Seiten erstreckten sich Weiden, Wege und in kleinerer Entfernung andere Kartoffeläcker wie auch Wälder. Die zweite Parzelle « Markstein » war von drei Seiten mit Wald umgeben und lag in einer Mulde am Fuße eines Hanges. Nur an der Westseite gab es hügelige Weiden. Die windgeschütztere Lage sowie die unmittelbare Nähe des Waldes bedingten, daß der Verlauf der Besiedlung und des Massenwechsels in den beiden Parzellen etwas verschieden verlief.

Bei der ersten Kontrolle am 24. Juni 1941 konnten wir feststellen, daß die Migration von den Winterwirten in vollem Gange war. Im Markstein zählten wir durchschnittlich 3,5 Blattläuse pro Staude, von denen 3 Geflügelte und 0,4 ungeflügelte Larven des 1. bis 3. Häutungsstadiums zu *Myzus persicae* gehörten. 0,1 Läuse je Staude waren andere Arten. In der Ergeten konnten nur 1,5 Läuse je Staude gefunden werden und zwar waren alle geflügelt. Infolge der windgeschützteren Lage der Parzelle « Markstein » begann die Migration hier 4—6 Tage früher als in der Parzelle « Ergeten » (nach den abgelegten Jungläusen zu schließen). Die Wanderung der geflügelten *Myzus persicae* hatte somit am Hörnli ungefähr 20 Tage später begonnen als am Roßberg.

Der stärkere Anfangsbefall im Markstein wirkte sich auch

während der nachfolgenden Zeit aus. So konnten wir am 9. Juli in dieser Parzelle 10 und in Ergeten nur 3,4 Läuse je Staude finden. Von diesen zählten wir im Markstein 2 geflügelte und 5 ungeflügelte, in der Ergeten 0,2 geflügelte und 3 ungeflügelte persicae je Staude. Der Zuzug der geflügelten persicae trat im Markstein nicht nur früher ein, sondern dauerte auch länger an als in der Ergeten. Diese Unterschiede führen wir hauptsächlich auf die Wirkung des Windes zurück.

Die Unterschiede zwischen den beiden Parzellen waren bei der 3. Kontrolle geringer als bei den zwei ersten. Am 23. Juli fanden wir im Markstein 25 und in der Ergeten 20 Läuse je Staude; Geflügelte waren an diesem Tage keine zu beobachten. Die vom 9. bis zum 23. Juli stattgefundene Vermehrung ist somit nur auf die Bildung von Ungeflügelten an der Kartoffelstaude selbst zurückzuführen. Nach den ersten Kontrollen hätte jedoch die Differenz zwischen den beiden Parzellen wesentlich größer sein können. In der Ergeten vermehrte sich die Blattlauszahl um das 6fache, im Markstein dagegen nur um das 2fache, trotzdem die klimatischen Einflüsse, vor allem die Temperatur, die die Entwicklungsgeschwindigkeit der Läuse stark beeinflußt, in beiden Parzellen annähernd die gleichen waren. Wir führen die relativ geringe Zunahme der Blattläuse im Markstein auf die Wirkung der Coccinelliden zurück, die am Hörnli ebenso wie am Roßberg auftraten. Die Nähe des Waldes, der den Coccinelliden Unterschlupf und Nahrung bietet, sowie die anfänglich höheren Blattlauszahlen begünstigten die stärkere Zuwanderung der Marienkäfer zum Markstein. So zählten wir hier 0,4 Coccinellidenlarven je Staude, in der Ergeten dagegen nur 0,1. Die Wirkung dieser Blattlausfeinde machte sich auch weiterhin bemerkbar, denn am 28. Juli konnten in der Ergeten sogar mehr Läuse gefunden werden als in der zweiten Parzelle. An diesem Tage zählten wir hier 110 Läuse, im Markstein dagegen nur 107 pro Staude, davon waren 82 resp. 83 *Myzus persicae*. In beiden Parzellen waren je 3 geflügelte persicae pro Staude zu finden.

Wenn auch die Wirkung der Coccinelliden andauerte, so ließ sich doch die stärkere Vermehrung der Blattläuse bis Ende Juli nicht aufhalten. Das beobachtete Maximum am Hörnli fiel ungefähr mit dem am Roßberg zusammen (26. Juli). Es ist möglich, daß sich in den nachfolgenden Tagen die Anzahl der Läuse noch etwas vergrößerte, doch konnten wir dies nicht feststellen, da erst am 28. August eine weitere Kontrolle durchgeführt wurde. An diesem Tage fanden wir pro Staude durchschnittlich nur 12 Läuse im Markstein und 24 in der Ergeten. Ähnlich wie am Roßberg, fiel auch am Hörnli die Blattlauspopulation unter Einwirkung der abiotischen und biotischen Faktoren nach Erreichung des Maximums zusammen. Die Abnahme war allerdings nicht so rapid wie

am Roßberg. Während diese dort auf  $\frac{1}{40}$  herabsank, verminderte sich die Zahl der Läuse am Hörnli auf  $\frac{1}{10}$  resp.  $\frac{1}{5}$ . Interessant ist jedoch die Feststellung, daß die anfänglich stärker befallenen Stauden im Markstein Ende August um die Hälfte weniger Läuse aufwiesen als die Pflanzen im Ergeten. Diese Erscheinung ist einzig auf das Vorhandensein von Blattlausfeinden zurückzuführen, deren Wirkung auch weiterhin, wie wir dies bei der letzten Kontrolle am 22. September erneut beobachten konnten, zu Tage trat. Es wäre nun zu erwarten gewesen, daß die Coccinelliden ähnlich wie am Roßberg nach erreichtem Minimum abwanderten und dadurch eine zweite Vermehrung der Blattläuse ermöglichten. Dies war jedoch nur in der Parzelle Markstein und in mit Insektiziden behandelten Parzellen zu konstatieren. In der Ergeten nahm die Blattlauspopulation weiterhin ab und wir fanden nur noch 2 geflügelte und 1 ungeflügelte Blattlaus je Staude. Im Markstein, wo die Kartoffelstauden wie in anderen Parzellen schon z. T. vergilbt waren, konnte die erwartete Vermehrung auf 18 Läuse je Staude nachgewiesen werden.

Wir können uns dieses Phänomen nur so erklären: Wahrscheinlich fanden die Coccinelliden in dieser Parzelle (Markstein) Mitte / Ende Juli keine genügende Nahrung mehr und waren daher gezwungen, abzuwandern. Da sie jedoch in der Ergeten der größeren Zahl der Blattläuse wegen längere Zeit verbleiben konnten, war es ihnen möglich, die zweite Vermehrung zu verhindern. Im Markstein erschienen die Coccinelliden zudem etwas früher, wie dies bei der Kontrolle vom 23. Juli zu beobachten war, denn die Marienkäferlarven waren hier im Durchschnitt älter als in der Ergeten. Sie beendeten somit ihre Entwicklung in der ersten Parzelle schneller und wanderten deshalb früher ab.

Die Marienkäfer konnten demnach am Hörnli eine ursprünglich stärkere Initialpopulation mit einer schwächeren ausgleichen, so daß die Parzelle, die anfänglich mehr Läuse hatte, später ein kleineres Maximum aufwies als die andere.

Bei den Coccinelliden handelte es sich wieder zur Hauptsache um die Art *Coccinella septempunctata*, während *Adalia bipunctata*, *Coccinella 5-punctata* und die andern Arten in der Wirkung mehr zurücktraten; Ende August fanden wir nur ganz vereinzelt Syrphidenlarven nebst geringem Befall durch parasitische Hymenopteren.

Nach unserer Schätzung betrug die Anzahl der auf der Kartoffel gebildeten Blattlausgenerationen am Hörnli vom ersten Befall bis zum Maximum 3. Vom Maximum bis zum Herbst entstanden weitere 3—4 Generationen; die Gesamtzahl der Kartoffelgenerationen betrug somit 6—7 gegenüber 8—10 am Roßberg.

Nach Davies sollen in Vermehrungslagen nicht mehr als 100 Läuse je 100 Blatt gefunden werden. Im Mittel hat eine Kartoffel-



staude 60 Blätter, im Maximum 82,5 *Myzus persicae*. Der Abbau-grad am Hörnli ist trotz dieser relativ hohen Anzahl Blattläuse noch erträglich und der Ort kann als « Vermehrungslage » bezeichnet werden. In unseren Versuchen erkrankten im Mittel 7 % der am Hörnli angepflanzten Stauden und lieferten virusbefallenen Nachbau.

### 3. In Hochzuchtlagen (s. Abb. 19).

Diese Versuche wurden in Nante bei Airolo durchgeführt (s. Abschnitt V, Überwinterung). Nante liegt 1426 m. ü. M., an der nördlichen Talseite südwestlich von Airolo. Für die Versuche des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenpathologie wird die Temperatur mittels eines Thermographen kontrolliert. Wie wir feststellen konnten, stimmen die Temperaturen von Nante recht gut mit denen von Airolo überein, wenn von den letzteren im Mittel 2,0° in Abzug gebracht werden. Dies ist etwas mehr, als in der Literatur angegeben wird (0,6° für 100 m Höhendifferenz), doch erklärt sich dies aus der Lage von Nante (nördliche Talseite).

Prof. Volkart führte seit Jahren in Nante Versuche mit Kartoffelvirose durch, da hier erfahrungsgemäß die Virusverbreitung nur sehr gering ist und die Symptome der Krankheiten viel deutlicher auftreten als in tieferen und wärmeren Lagen.

In Nante führten wir im Laufe der Vegetationsperiode 3 Kontrollen in Abständen von je einem Monat durch, die jedoch ein ziemlich deutliches Bild über den Blattlausbefall ergeben. Hier die Resultate dieser Kontrollen in Durchschnittszahlen:

	Total Blattläuse je Staude		Davon <i>Myzus persicae</i>	
	geflügelt	ungeflügelt	geflügelt	ungeflügelt
30. Juni	0,24	0,06	0,12	0,02
3. August	0,2	2,3	0,15	1,7
1. September	3,2	8,2	3,0	7,0

Neben *Myzus persicae* war in erster Linie *Macrosiphum solanifolii* an den Stauden anzutreffen. Doralis-Arten, die sonst in tieferen Lagen sehr häufig sind, waren nur selten vorhanden.

Wie aus der oben angeführten Zusammenstellung ersichtlich ist, war der Befall durch Blattläuse außerordentlich niedrig; besonders klein ist die Anzahl anfangs August. Es ist möglich, daß zwischen den beiden Kontrollen vom 3. August und 1. September noch mehr Läuse zu finden gewesen wären, doch halten wir dies nicht für wahrscheinlich. In Nante traten nämlich Blattlausfeinde an Kartoffeln des geringen Blattlausbefalles wegen nur in kleiner Zahl auf und hatten somit keinen entscheidenden Einfluß auf die Vermehrung der Blattläuse. So fanden wir während der 3 Kontrollen

nur 1 Syrphidenlarve und je 1 Coccinellide bei den letzten zwei Untersuchungen.

Wie wir im Abschnitt über Roßberg erwähnten, fliegt *Myzus persicae* unter  $12^{\circ}\text{C}$  überhaupt nicht und erst bei höheren Temperaturen, z. B. bei  $15^{\circ}$ , stärker. In Nante wurde diese Minimaltemperatur erst am 17. Juni erreicht. Die Monate Januar/Mai waren kalt, so daß sich die Läuse an den Winterwirten ebenfalls nicht stark vermehren konnten. Die Migration konnte somit frühestens in der zweiten Juni-Hälfte stattfinden. Auf diese Tatsache weisen auch die geringen Zahlen der ungeflügelten Junglarven, die bei der ersten Kontrolle gefunden wurden, hin. Neben der Temperatur ist der Wind ein wichtiger hemmender Faktor für die Migration der geflügelten Läuse. Leider wird der Wind in Nante selbst nicht gemessen, doch ist bekannt, daß fast ständig ein kalter Wind vom Gotthard her weht. Bei starken Winden fliegen die Blattläuse nicht von der Nährpflanze weg und können, einmal abgeflogen, nicht gut landen. Die Besiedlung der Kartoffelpflanzen wurde also von der relativ niedrigen Temperatur und vom Winde gehemmt, weshalb nur ein langsamer Zuflug stattfand. Zudem betrug die mittlere Monatstemperatur Nante's im Juli nur  $14^{\circ}\text{C}$ , was eine sehr langsame Entwicklung der ungeflügelten Blattläuse bedingte.

Der an den beiden andern Versuchsorten durch die Wirkung der Blattlausfeinde eingetretene Rückgang trat in Nante im Monat August nicht ein, die Läuse vermehrten sich um das 4fache innerhalb Monatsfrist. Ihre Anzahl erreichte am 1. September durchschnittlich 8,2, worunter sich bereits geflügelte Herbsttiere (3,2) befanden, die im Begriff waren, die Kartoffeln zu verlassen, um den Winterwirt anzufliegen. Die Zahl der in Nante an der Kartoffel gebildeten Generationen betrug von der Besiedlung bis Ende Juli 1—1,5 und im August weitere 1—2, zusammen also 2—4.

Als weiterer hemmender Faktor für die stärkere Vermehrung der Läuse im August ist die tiefe mittlere Monatstemperatur ( $11,1^{\circ}\text{C}$ ) zu nennen. Im September fand wahrscheinlich eine leichte Vermehrung statt, doch sind « Septemberläuse » in bezug auf die Virusübertragung unwichtig. Der Giftstoff gelangt in der Regel nicht mehr bis zu den Knollen, schon darum nicht, weil die Kartoffeln in Nante der früh eintretenden Schneefälle und Kälteperioden wegen meist schon Mitte September geerntet werden.

Rechnet man die Zahl der anfangs August gefundenen *Myzus persicae* auf 100 Blatt um, so erhält man 3 persicae. Auch wenn das Maximum vom September berücksichtigt wird, bleibt die Anzahl der Läuse unter der von Davies geforderten Zahl von 20 (in Nante 11 je 100 Blatt). Es ist somit verständlich, daß die Virusverbreitung in Nante unterblieb oder nur sehr gering war. So konnten wir hier bei 100 geprüften Nachkommen von gesund angebauten Pflanzen nur 1 blattrolkrank finden. Ferner ist zu sagen, daß die Zahl

## Nante 1941

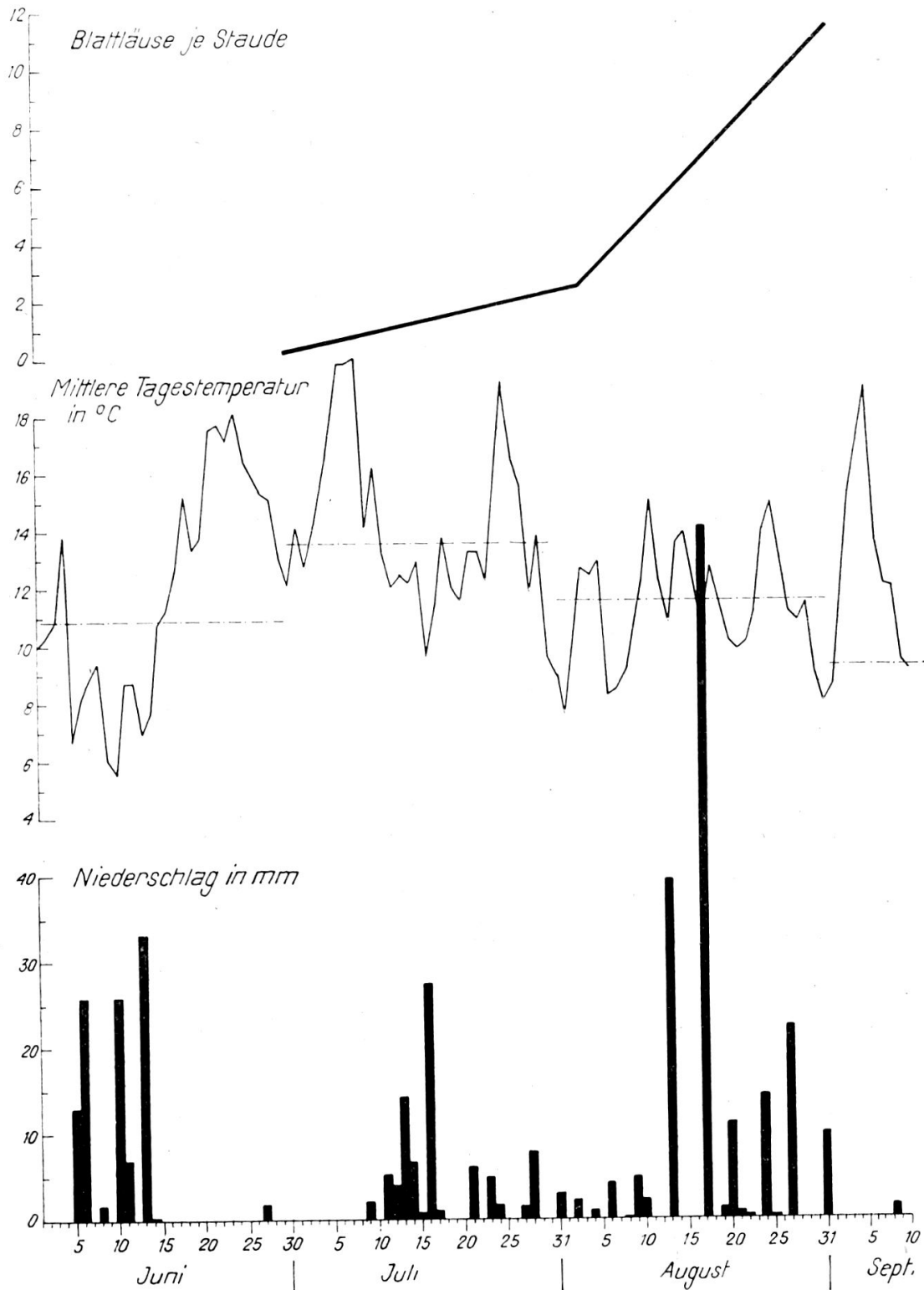


Abb. 19. Graphische Darstellung des Massenwechsels der Blattläuse in Nante 1941.

## Nante 1942

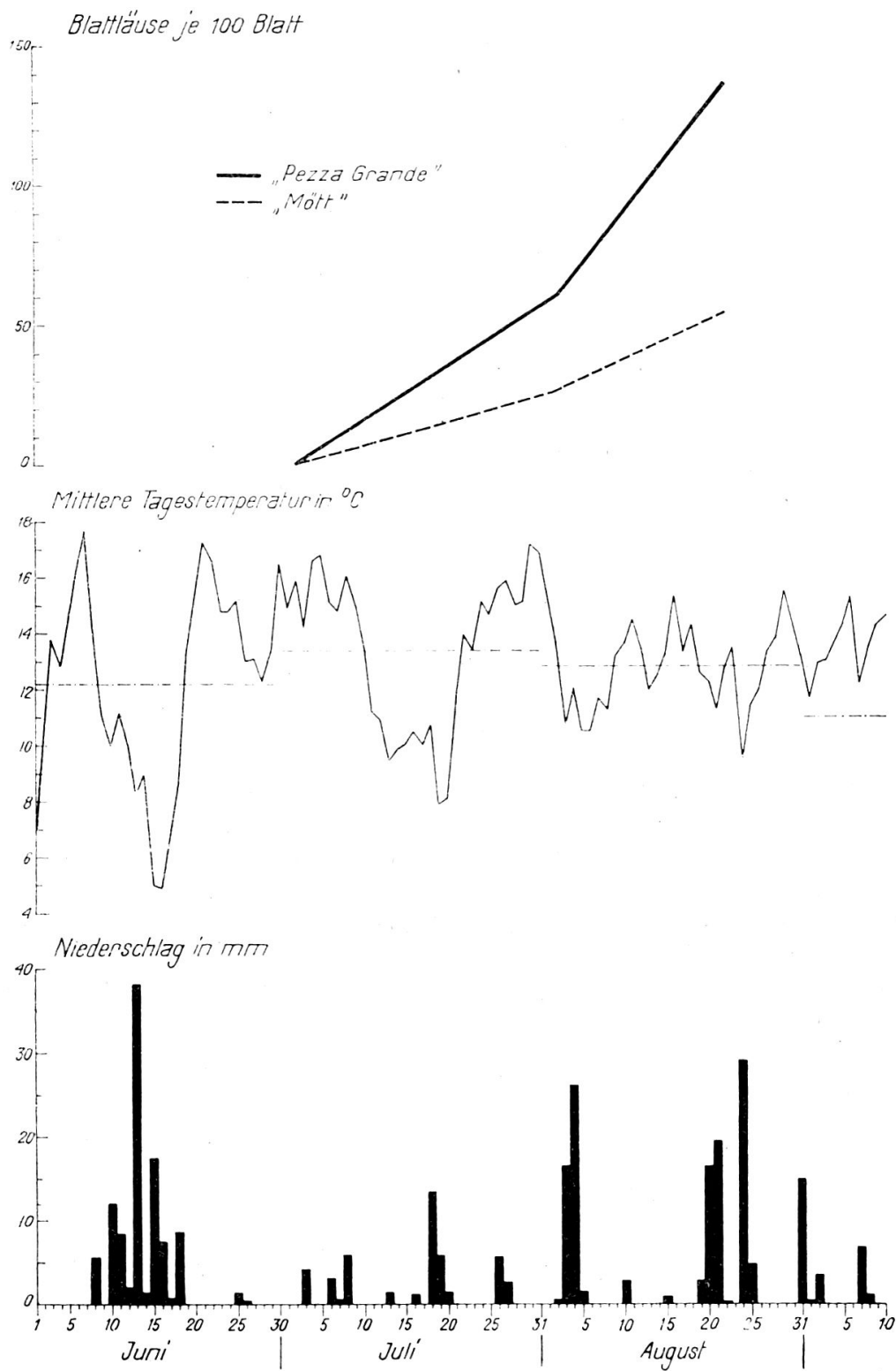


Abb. 20. Graphische Darstellung des Massenwechsels der Blattläuse an der Kartoffel in Nante 1942.

von 20 Läusen je 100 Blatt für Hochzuchtlagen nicht in allen Fällen als richtig gelten kann. So gibt es Beispiele, wo diese Zahl überschritten wurde und die Lagen trotzdem als «Gesundheitslagen» gelten können. Nicht nur das absolute Maximum, sondern auch das Ausmaß der Initialinfektion, die Anzahl der Generationen und der Geflügelten und die Stärke der Wanderung ergeben zusammen erst ein richtiges Bild über die Möglichkeiten der Virusverbreitung.

Die kleine Anzahl viruskranker Stauden in Nante ist natürlich auch auf das gesunde Ausgangsmaterial zurückzuführen. Kranke Stauden werden in der Regel ausgemerzt, vereinzelt jedoch stehen gelassen, damit die Infektion im Nachbau mit Sicherheit feststellbar ist. Für die geflügelten Läuse besteht die Möglichkeit, sich in einer kleinen, etwas isoliert liegenden Parzelle, in der viruskranke Stauden zu Demonstrations- und Erkennungszwecken angebaut werden, mit Virus zu infizieren.

### C. Die Beobachtungen im Jahre 1942.

#### 1. In Abbaulagen (s. Abb. 17).

Die Kontrolle der Besiedlung führten wir auch 1942 am Roßberg bei Kempthal durch, doch wurde aus den schon erwähnten Gründen die 100 Blattmethode für die Auszählungen angewendet. Wir verfolgten die Veränderungen im Blattlausbefall an insgesamt 4 Kartoffelsorten, berücksichtigt wurden hier besonders die Resultate der Sorten Sabina und Voran.

1942 erschienen die Migrants ungefähr 10 Tage früher als im Vorjahr. Zwischen dem 10. und 15. Mai konnten an den kaum aufgelaufenen Kartoffelpflanzen die ersten geflügelten persicae festgestellt werden. Nach den Resultaten beider Jahre scheint es, daß die ersten Migrationen auf die Kartoffel in der Umgebung von Zürich meist Mitte/Ende Mai beginnen, und zwar bei mittleren Tagestemperaturen von 12° C und mehr. Oft wandern die Frühjahrsgeflügelten nicht nur auf die Kartoffelstauden, sondern befallen gleichzeitig verschiedene Unkrauher, vor allem Cruciferen sowie andere perennierende Pflanzen.

Am 20. Mai fanden wir je 100 Blatt 2,5 Pfirsichblattläuse und 2 geflügelte Tiere anderer Arten. Die Migration der übrigen kartoffelbewohnenden Arten begann somit 1942 ebenfalls früher als 1941. Dies ist verständlich, wenn man die mittleren Temperaturen der Monate Januar bis Mai dieser beiden Jahre vergleicht:

	1941	1942
Januar . . .	— 2,93° C	— 4,70° C
Februar . . .	1,67° C	3,21° C
März . . .	5,68° C	5,50° C
April . . .	7,01° C	9,60° C
Mai . . .	9,64° C	13,70° C



Wie aus diesen Angaben ersichtlich ist, war die Temperatur 1942 nach einem kälteren Januar im Februar um  $2^{\circ}\text{C}$  höher als 1941, wodurch die Wintereier in ihrer Embryonalentwicklung beschleunigt wurden. Der März war in beiden Jahren gleich warm, dagegen lagen die Mitteltemperaturen im April und Mai 1942 verglichen mit jenen des Vorjahres um  $3^{\circ}$  resp.  $4^{\circ}\text{C}$  höher. Im wärmeren Frühjahr 1942 (April/Mai) verkürzte sich die Entwicklungszeit der fundatrigenen Generationen.

Nach dem 20. Mai 1942 begann die Ablage der Junglarven von *Myzus persicae*. Am 8. Juni konnten wir schon ungeflügelte Imagines der ersten Kartoffelgeneration finden. An diesem Tage zählten wir 10 Blattläuse, von denen 4 ungeflügelte und 2 geflügelte *Myzus persicae* waren. Am gleichen Tage konnten 3,5 *Doralis* beobachtet werden. Die Anfangsinfektion durch *Doralis* (vor allem *rhamni*) war also prozentual höher als 1941; diese Art trat 1942 an fast allen Beobachtungsorten stärker auf.

Acht Tage später, am 16. Juni, wurde die nächste Kontrolle durchgeführt. Im Mittel wurden jetzt 15,5 Läuse je 100 Blatt gefunden, von denen 8, d. h. 52 %, *persicae* waren. Noch immer konnten geflügelte Tiere beobachtet werden, nämlich 1 *persicae*, 1,5 *Doralis* und je 0,5 *Aulacorthum* und *Macrosiphum*. Ende Juni und im Juli stieg die Population, ähnlich wie 1941, rasch. Am 29. Juni zählten wir 142, am 10. Juli 395 Läuse, um schließlich schon am 27. Juli ein Maximum mit 816 Läusen auf 100 Blättern feststellen zu können. Die entsprechenden Zahlen für die Pfirsichblattläuse lauten: 77, 183, 397.

Diese Zahlen sind absolut gerechnet höher als die aus dem Jahre 1941, allerdings wurden sie auch durch eine andere Zählmethode gewonnen. Wollte man das Maximum des Jahres 1941 auf 100 Blatt umrechnen, so würde man 1060 Läuse erhalten, somit mehr als 1942. Größer waren im Vorjahr auch die Prozente von *Myzus persicae*. Obschon die Migration 1942 wegen der wärmeren Witterung früher begann, war sie weniger massiv als im Vorjahr und ergab eine kleinere Initialinfektion. Welches die Gründe für diese Differenz in der Migrationsstärke sind, wissen wir nicht sicher. (Wahrscheinlich war das Ausmaß der Überwinterung 1941 stärker.) Die Unterschiede hätten bis zum Maximum noch ausgeglichen werden können, doch traten 1942 die Feinde, wiederum die Coccinelliden, ebenfalls schon früher auf und konnten dadurch die Vermehrung der Läuse früher zum Stillstand bringen als im Vorjahr. (Wir zählten am 27. Juli 3 Coccinella-Puppen je 100 Blatt.)

Nach Erreichung des Maximums war in der Blattlausbewegung einige Tage lang ein Gleichgewicht eingetreten. Die Vermehrung und die Vernichtung hielten sich die Waage, so daß am 31. Juli 790 Läuse auf 100 Blättern zu finden waren. Im August trat da-

gegen eine rapide Abnahme der Population ein, wenn auch nicht so vollständig wie im Vorjahre. Dies ist deutlich aus der Kurve der Abb. 16 ersichtlich, welche weniger steil abfällt als die der Abb. 17, wobei allerdings die Unterschiede in der Zählmethode zu berücksichtigen sind. Die schnelle Abnahme konnte nur bis zum 11. August beobachtet werden, nachher wanderte ein Teil der Coccinelliden ab, da sie ihre Entwicklung beendet hatten. Am 3. September konnte ein Maximum von 30 Läusen gezählt werden; es war somit wesentlich größer als das des Vorjahres. Aus den schon im Abschnitt über 1941 erörterten Gründen konnten sich die Blattläuse dann wieder leicht vermehren und erreichten am 15. September mit 39 einen zweiten Höhepunkt.

Die Besiedlung der Kartoffelstauden dauerte 1942 länger als 1941, weshalb zwischen Anfang der Besiedlung und Maximum eine Generation mehr gebildet werden konnte. Die Blattlausfeinde verhinderten jedoch eine stärkere Zunahme. Auch die mittlere Temperatur der Monate Juli und August war etwas niedriger, was wiederum die geringere Vermehrung erklärt.

## 2. In Vermehrungslagen.

### a) Kerzers.

Die Beobachtungen am Hörnli wurden nicht mehr weitergeführt. Wir hatten dagegen Gelegenheit, im Betrieb der Schweiz. Gemüsebau-Genossenschaft Kerzers Versuche durchzuführen. Leider besitzen wir von diesem Orte keine meteorologischen Angaben.

Kerzers liegt auf rund 450 m ü. M. auf dem südlichen Rand des Hochmoorgebietes «Großes Moos». In dieser ausgedehnten flachen Landschaft werden die Winde weder durch Erhebungen noch durch größere Wälder aufgehalten.

Der Abbaugrad in Kerzers ist — wie dies aus langjährigen Erfahrungen hervorgeht — nur gering. Der S.G.G. gelingt es seit Jahren, hier in der Ebene Saatgut zu vermehren, das für die Weiterzucht anerkannt wird. Es war deshalb von Interesse, festzustellen, in welchem Maße der Befall durch *Myzus persicae* mit dieser Tatsache übereinstimmt. Die geringe Höhe über Meer hätte die Vermutung aufkommen lassen können, daß *Myzus persicae* in Kerzers ebenso stark auftritt wie am Roßberg. Als Unterschied war allerdings die ausgedehnte Ebene, in der die Kartoffeln angebaut wurden, zu beachten, in der die verschiedenen Luftströmungen ungehindert zur Auswirkung gelangen.

In Kerzers führten wir persönlich Auszählungen durch, außerdem wurden uns von Herrn Ing. agr. Herren periodisch Kartoffelblattproben zur Kontrolle zugeschickt. Leider können die Resultate der uns so zugegangenen Blattproben nicht voll berücksichtigt und vor allem nicht mit den Auszählungen an Ort und Stelle ver-

glichen werden, da beim Transport und während der Aufbewahrung ein Teil der Blattläuse abwanderte. Die Beobachtungen wurden an zwei Sorten, Erdgold und Voran, gemacht.

Am 13. Juni, am Tage der ersten Kontrolle, fanden wir je 100 Blatt bereits 42 Läuse, also eine größere Zahl als zur gleichen Zeit in der Abbauage Roßberg. Allerdings waren von diesen Läusen 36 *Doralis*, 2 *Aulacorthum* resp. *Macrosiphum* und andere Arten und nur 4 *Myzus persicae*. Im Juni und Juli stieg die Blattlauspopulation erwartungsgemäß, doch überstieg der Prozentsatz der Pfirsichblattläuse niemals 10 %, in der Regel blieb er sogar unter 7 %. Am 17. Juli wurden schon 660 Läuse je 100 Blatt der Sorte Voran gezählt, davon nur 35 *Myzus persicae*. Die Coccinelliden wirkten in Kerzers ebenso wie an den andern Beobachtungsorten, außerdem traten auch Schlupfwespen in größerer Zahl auf und konnten das Maximum vom 25. Juli mit 775 Läusen langsam vernichten (27 % parasitierte *Doralis* und 15 % parasitierte *Myzus persicae* in den Proben anfangs August). Mitte September fiel die Blattlauspopulation auf ein Minimum von 39. In der Folge war wieder ein Anwachsen zu beobachten, bei dem *Myzus persicae* einen größeren Prozentsatz aufwies. Man zählte am 15. September 39 Läuse, davon 3 *persicae*.

Die klimatischen Verhältnisse im Sommer ermöglichten also eine starke Vermehrung der Blattläuse. Das Maximum in Kerzers übertraf sogar dasjenige vom Roßberg. Der mittlere Virusbefall des Nachbaues betrug trotzdem nur 18 %, davon 6 % Blattrollkrankheit. Die restlichen Virosen sind in erster Linie solche, die nicht durch Blattläuse übertragen werden. Nach dem Abbaugrad ist diese Lage, wenn auch nicht ideal, so doch noch als gut für die Saatgutproduktion zu verzeichnen. Dies stimmt auch mit dem gefundenen Maximum und Befall durch *Myzus persicae* überein. Die Zahl der am 27. Juli im Maximum aufgetretenen 45 Pfirsichblattläuse ist nicht so hoch, daß sie nicht eine Vermehrung von Saatkartoffeln ermöglichen würde.

Wir führen diesen kleinen Prozentsatz von Pfirsichblattläusen auf die mangelnden Überwinterungsgelegenheiten, die Kerzers und die Umgebung bieten, zurück. Obstbäume werden nur vereinzelt angepflanzt, die Hauptkultur in den Moorböden von Kerzers besteht im Gemüse. Die S.G.G. führt eine intensive Schädlingsbekämpfung durch und verunmöglicht dadurch die Übervermehrung der Blattläuse in den angebauten Kulturen. Aus dem gleichen Grunde können sich die Pfirsichblattläuse auch in den Gewächshäusern, Kellern und Mieten nicht halten. *Doralis rhamni*, die die Hauptmasse der Blattläuse ausmachte, kann dagegen an den in den Wäldern der Umgebung häufig vorkommenden *Rhamnus*-Arten ihre Wintereier ablegen. Die gleichen Wälder besitzen fast keine Rosaceen und bieten somit keine Gelegenheit für die holozyklische Überwinterung

von *M. persicae*. Die offene und sehr zügige Ebene erschwert gleichzeitig auch die Besiedlung der Kartoffeln. Allerdings ist es uns nicht klar, warum dieser Faktor keinen Einfluß auf *Doralis rhamni* hat. Es wäre immerhin möglich, daß die Migration dieser Art weniger vom Winde beeinflußt wird als die der Pfirsichblattlaus.

#### b) Kiley Alp.

Dieser Beobachtungsort liegt zirka 1500 m ü. M. in einem Seitental des Niedersimmentals (Diemtigtal). Die Kiley Alp gehört zur Strafanstalt Witzwil, welche seit einiger Zeit Versuche zur Produktion von Saatkartoffeln durchführt. Die Höhe der Saatkartoffelparzellen würde diesen Ort eher für Hochzuchtanlage prädestinieren. Daß wir ihn trotzdem hier anführen, hat seinen Grund in der relativ hohen Infektion durch *Myzus persicae*, die wir 1942 beobachten konnten. Der Beginn der Migration fand Anfang Juni statt. Am 15. Juni fanden wir total 5 ungeflügelte und 4 geflügelte Blattläuse je 100 Blatt Alma. Von ihnen waren 2 ungeflügelte und 3 geflügelte *Myzus persicae*. Aus den uns zugesandten Proben ersahen wir, daß im Laufe des Monats Juni und anfangs August weitere Zuflüge stattfanden und daß sich die Nachkommen der Ungeflügelten, wenn auch nicht sehr schnell, aber doch deutlich vermehrten. Am 19. Juli fanden wir nämlich an 100 Blättern der Sorte Alma 69 und der Sorte Ackersegen 65 Läuse. Von diesen waren je 57 *Myzus persicae*, also 82 resp. 87 %. Der Befall durch die fragliche Blattlaus auf der Kiley Alp betrug somit Ende Juli mehr als in Kerzers, trotz der Höhendifferenz von rund 1000 m. Während der ganzen Vegetationszeit konnten immer bis 10 % geflügelte Migranten von *Myzus persicae* beobachtet werden, woraus wir auf einen ständigen Zuflug vom Winterwirt schließen. Konnte in Kerzers gesagt werden, daß keine großen Möglichkeiten für die Überwinterung vorhanden seien, so hat dies für die Kiley Alp keine Geltung, denn in der Umgebung befinden sich genügend Rosaceen, an denen eine holozyklische Überwinterung stattfinden kann. Ein weiterer, die Pfirsichblattläuse begünstigender Faktor ist auch die Lage dieser Alp; sie liegt in einem Bergausschnitt, wodurch stärkere Winde von zwei Seiten (Osten und Westen) gänzlich zurückgehalten werden, was die Migration von *Myzus persicae* erleichtert. Die Parzellen selber lagen an einem Westhang.

Die Vermehrung der Pfirsichblattläuse stieg während der Monate Juli und August weiter an und wurde nur durch Syrphiden und Coccinelliden, die anfangs August stärker auftraten, gehemmt.

Die Virusinfektion des Nachbaues anscheinend gesunder Knollen war höher, als wir es sogar nach der *persicae*-Infektion erwarteten. 29 % der Stauden bei Ackersegen, 41 % bei Alma zeigten Blattrollsymptome. Das Ausgangsmaterial, an dem die Beobachtungen durchgeführt wurden, war allerdings sehr stark virusver-



seucht (38 % Ackersegen, 45 % Alma). Dadurch hatten die Blattläuse viel eher die Möglichkeit, Giftstoffe aufzunehmen, als z. B. in Kerzers, wo eine strenge negative Staudenauslese in viel gesünderem Ausgangsmaterial durchgeführt wurde. Außerdem ist es nicht ausgeschlossen, daß unter die testierten Knollen solche kamen, die bereits von blattrollkranken Pflanzen stammten und somit nicht erst im Beobachtungsjahre infiziert wurden.

Es ist natürlich nicht möglich, anhand einer einjährigen Untersuchung etwas Bestimmtes über die Eignung oder Nichteignung einer Lage für die Kartoffelproduktion auszusagen. Wie später noch gezeigt werden soll, war im gleichen Jahr auch in Nante ein hoher Blattlausbefall zu verzeichnen, der allerdings erst Ende August und nicht schon Mitte Juli, wie auf der Kiley Alp, auftrat. Es ist trotzdem festzustellen, daß die Höhe eines Ortes über Meer allein kein sicheres Bild über den zukünftigen Virusabbau ergibt. Auch hohe Berglagen können eine starke Verseuchung durch Pfirsichblattläuse aufweisen, wie es auch nicht gesagt ist, daß alle tiefer gelegenen Orte Abbaulagen sind. Es ist ja bekannt, daß in Holland gutes Saatgut produziert wird, von dem auch die Schweiz vor dem Kriege viel bezog. Hier hindern vor allem die scharfen Winde vom Meere her die Migrationen. — Leider besitzen wir von der Kiley Alp keine Temperaturangaben, da die nächsten Beobachtungsstationen zu weit entfernt liegen, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß im Juli die Temperatur an diesem Ort höher stieg als z. B. in Nante, und daß auch dadurch die Vermehrung gefördert wurde.

### 3. In Hochzuchtlagen (Abb. 20).

Die Beobachtungen in Nante im Jahre 1942 zeigen ein Bild, das von dem des Jahres 1941 etwas abweicht.

Die Besiedlung durch Blattläuse begann in diesem Jahre sehr spät, d. h. erst anfangs Juli. Am 2. Juli zählten wir 0,5 Läuse je 100 Blatt, von denen keine *Myzus persicae* war. Die Migration dieser Art begann kurz nach diesem Tage, wie dies aus den Resultaten der Bekämpfungsversuche (s. S. 601) ersichtlich ist. Auch die große Anzahl von Geflügelten und vor allem Nymphen des 4. Häutungsstadiums, die wir am gleichen Tage an Rosen finden konnten, weist auf eine kurz darauf stattgefundene Migration hin.

Die Infektion, die hierauf erfolgte, muß ziemlich massiv gewesen sein, wie dies die Kontrolle Ende August (22. VIII.) zeigt. An diesem Tage fanden wir nämlich 54, 137 und 180 Läuse je 100 Blatt; die drei Zahlen beziehen sich auf verschiedene Parzellen. 54 Läuse wurden in der Parzelle « Mött » gefunden, deren Lage ziemlich exponiert ist, wogegen die beiden andern (« Pezza Grande » und eine einem Bauern gehörende Parzelle) am Fuße eines Hanges, in einer Mulde liegen. Die entsprechenden Zahlen für den Befall von *Myzus persicae* lauten 47, 123 und 169. Mött, die exponierteste der



drei Parzellen, wies die wenigsten Läuse und den kleinsten Prozentsatz an Pfirsichblattläusen (87 %) auf. Ein weiterer Grund für die höheren Zahlen in Pezza Grande ist vielleicht darin zu suchen, daß die hier angebaute Sorte Aran-Pilot empfindlicher ist als die im Mött angebauten Sorten. Daß eine solche ungleiche Sortenanfälligkeit möglich ist, wird im nachfolgenden Abschnitt kurz behandelt.

Es ist wichtig, festzustellen, daß in Nante die hohen Blattlauszahlen erst Ende August, ungefähr 3 Wochen vor der Ernte, gefunden wurden und daß deshalb die Virusverbreitung keinen entsprechend hohen Grad erreichte, da das Virus keine Zeit hatte, in die Knollen abzuwandern. Der Virusbefall des Nachbaues war allerdings 1941 schwächer als 1942, entsprechend den kleineren Blattlauszahlen. Wir konnten 4 % blattrollkranke Stauden im Nachbau 1942 finden gegenüber 1 % im Vorjahr. Daneben traten im Mittel noch 5 % andere Viruskrankheiten, vor allem Solanum Virus 1 (4 %) auf, die jedoch nicht durch Blattläuse verbreitet werden. Die stärkere Vermehrung im Jahre 1942 in Nante wurde auch durch die höhere Temperatur dieses Jahres und die etwas geringeren Niederschläge begünstigt.

#### **D. Einige Bemerkungen zur Anfälligkeit der Kartoffelsorten gegenüber Blattlausbefall.**

Burnham (1942) konnte in Australien zeigen, daß es stark anfällige Sorten gibt, die immer eine große Blattlausvermehrung aufweisen, wie z. B. die Sorte Katadin, sowie in hohem Maße Blattlaus-resistente wie Green Mountain. Zwischen diesen zwei Extremen bestehen alle Übergänge.

Bei unseren Versuchen in den verschiedenen Lagen traten ebenfalls immer wieder Unterschiede im Befall der verschiedenen Sorten auf, doch konnten wir in diesen zwei Jahren keine mit Sicherheit anfällige oder nichtanfällige Sorte herausfinden. So war z. B. der Befall am Roßberg 1941 an Voran im Mittel etwas stärker als an Sabina. Die Differenz war in diesem Jahr relativ groß. Wir führen die größeren Unterschiede bei diesen beiden Sorten auf einen andern Faktor zurück. Voran wurde nämlich 1942 aus Kupferspargründen als Phytophthora-resistente Sorte nicht mit fungiziden Mitteln behandelt. Dadurch war diese Sorte im Laub etwas schwächer als Sabina. Außerdem ist schon von Boude und Simpson (1941) festgestellt worden und wir konnten dies bestätigen, daß der Kupferbelag die Geflügelten von *Myzus persicae* anzieht, da dieser Belag den Stauden eine weißliche Farbe verleiht, auf die die Geflügelten positiv reagieren.

Die Sorten, bei denen die Blütezeit früher stattfindet, zeigten im Mittel aller Versuche einen niedrigeren Maximalbefall als die

Spätblüher. Wir führen diese Unterschiede auf den physiologischen Zustand der Stauden zurück, welcher bedingt, daß die Blattläuse nach der Blüte in stärkerem Maße abwandern und die Vermehrung abnimmt. Daß außer dem physiologischen Zustand der Staude auch die Sorte eine Rolle spielt, ist aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

Tabelle 2

Blattlausbefall pro Staude in Nante  
an verschiedenen Sorten

	30. VI. 41	3. VIII. 41	1. IX. 41
Ackersegen . . . . .	0	5	16
Allerfrüheste Gelbe . . .	1	3	19
Alma . . . . .	0	2	11
Alpha . . . . .	0	1	8
Bintje . . . . .	5	1	5
Centifolia . . . . .	0	10	3
Consuragis . . . . .	0	1	0,5
Daber . . . . .	0	5	9
Erdgold . . . . .	0	1	2,5
Flava . . . . .	0	1	3
Frühe Rosen . . . . .	0	0	4
Ideal . . . . .	0	0	4,5
Industrie . . . . .	0	4	4,7
Jubel . . . . .	0	0	11,5
Kaiserkrone . . . . .	0	1	3,7
Odenw. Blaue . . . . .	0	6	3,5
Parnassia . . . . .	0	5	14,5
Rosafolia . . . . .	0	0	11,5
Sabina . . . . .	0	2	12
Sickingen . . . . .	0	2	12
Up to date . . . . .	0	0	6
Voran . . . . .	0	6	9,5
Weltwunder . . . . .	0	0	6,5
Wohlthmann . . . . .	0	1	20,5
Zwickauer frühe . . . . .	0	0	2

Auch an andern Orten wurden z. T. beträchtliche Unterschiede beobachtet, wie dies aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich ist, in der einige Zählungen aus dem Jahre 1942 zusammengestellt wurden.

Tabelle 3

Blattlausbefall an verschiedenen Sorten  
(1942)

Ort	Datum der Auszählung	Sorte	Anzahl der ge- zählten Blatt- läuse je 100 Blatt
Roßberg	29. Juni . . . .	Allerfrüheste Gelbe . . . .	44
		Edelgard . . . . .	87
		Sabina . . . . .	161
		Voran . . . . .	123
Roßberg	5. August . . . .	Allerfrüheste Gelbe . . . .	354
		Edelgard . . . . .	438
		Sabina . . . . .	748
		Voran . . . . .	437
Kerzers	17. Juli . . . . .	Voran . . . . .	660
		Erdgold . . . . .	250
Kiley Alp	19. Juli . . . . .	Alma . . . . .	69
		Ackersegen . . . . .	65

Weder die oben angeführten noch andere Beobachtungen, die wir durchführten, konnten eindeutige Unterschiede in der Sortenanfälligkeit zeigen. Der physiologische Zustand der Stauden (z. B. Schwächung durch starken Pilzbefall, Trockenheit u. a.), die Lage der Parzellen bedingten oft viel größere Unterschiede als die Sorte. Die Frage der Resistenz der Kartoffel gegen Blattläuse, die bis jetzt auch in der Literatur wenig berücksichtigt wurde, muß noch weiter geprüft werden, bevor mit Sicherheit Unterschiede aufgefunden werden könnten.

**E. Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Jahren  
1941 und 1942.**

Wir möchten hier als Ergebnis der Beobachtungen aus den Jahren 1941 und 1942 einige Tatsachen, die uns wichtig erscheinen, festhalten (vgl. auch Abb. 21 u. 22):

Der Befall durch *Myzus persicae* und die dadurch bedingte Verbreitung der Virosen im Kartoffelacker wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

1. Durch Anzahl und Zeitpunkt des Auftretens der geflügelten Migrantes. An Orten, wo diese Tiere früh und in großem Ausmaß erscheinen, ist die Möglichkeit einer starken Übervermehrung gegeben. Treten im Frühjahr jedoch nur wenig Migrantes auf, wie dies 1942 in Kerzers der Fall war, so bleibt der Befall durch *M. persicae* auch später gering. Dieser Faktor wird von drei weitem beeinflusst:

- a) Möglichkeiten für die holozyklische oder anholozyklische Überwinterung der Blattläuse.
  - b) Durch klimatische Einflüsse, besonders durch die Temperatur des Herbstes sowie die der ersten vier Monate des Jahres. Zu diesen Einflüssen zählt auch der Wind, der die Migration im Frühjahr stark hemmen kann.
  - c) Durch die Blattlausfeinde, die im Herbst oder Frühjahr am Pfirsichbaum oder an den andern Winterwirten auftreten.
2. Durch die klimatischen Einflüsse, vor allem die Temperatur. Sie bedingt die Anzahl der jährlich an der Kartoffel gebildeten Generationen, die Entwicklungsgeschwindigkeit und die Reproduktionsfähigkeit von *Myzus persicae* in hohem Maße. Sie hat ferner auch Einfluß auf das jahreszeitliche Auftreten der Feinde.
  3. Durch die Anzahl der Blattlausfeinde an der Kartoffel, vor allem der Coccinelliden. Diese können die Vermehrung bei sonst günstigen Bedingungen stark beeinflussen und hemmen.
  4. Durch die Blattlausanfälligkeit der Sorten, ein Faktor, der noch genauer zu prüfen wäre.
  5. Für die Virusverbreitung ist auch der Grad der Virusverseuchung des Ausgangsmaterials von großer Wichtigkeit. Ist ein Feld frei von viruskranken Stauden, so haben die Blattläuse keine Möglichkeit, den Giftstoff aufzunehmen und in solchen Fällen ist ihre Anzahl von keiner Bedeutung. Vorstehend konnte gezeigt werden, daß 1942, wo die Anzahl der Pfirsichläuse in Kerzers und auf der Kiley Alp ungefähr gleich hoch war, am letzteren Ort trotzdem zirka dreimal soviel Blattrollkrankheit gefunden wurde als im Nachbau des sauberen Feldes in Kerzers.

Durch das Zusammenspiel dieser Faktoren, von denen einzelne unter Umständen mehr oder weniger große Bedeutung erlangen und dominieren können, wird in der Hauptsache der Blattlausbefall bedingt.

Der Verlauf der Pfirsichblattlausvermehrung an der Kartoffel zeigt in beiden Jahren gewisse Ähnlichkeiten:

Ende Mai / Anfang Juni beginnt der Zuflug in Abbau- und Vermehrungslagen, wogegen dieser in Hochzuchtlagen erst etwas später — Ende Juni / Anfang Juli — erfolgt. Je nach Temperatur vermehren sich die Läuse mehr oder weniger schnell und erreichen ein erstes Maximum Ende Juli / Anfang August. Ist die Zahl der Läuse im Juli genügend hoch, daß für die Blattlausfeinde Lebensmöglichkeiten bestehen, so treten diese in Aktion und vernichten eine große Anzahl von Tieren, wodurch die Population Ende August auf einen Tiefstand sinkt. Daneben wirkt oft auch das Klima hemmend. Können dagegen die Feinde aus irgend einem Grunde nicht

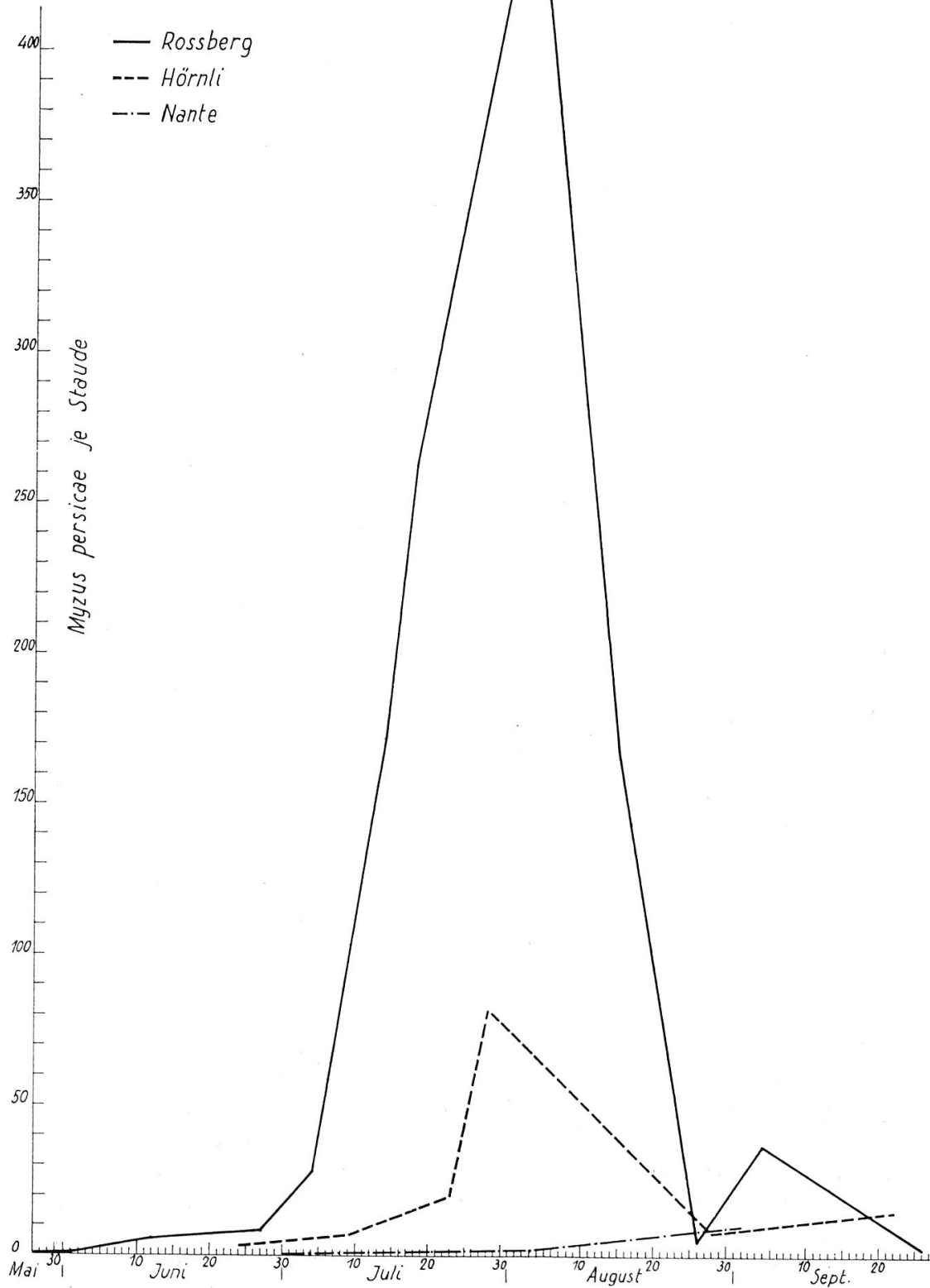
*Myzus persicae* Befall 1941

Abb. 21. *Myzus persicae* Befall im Jahre 1941: Vergleich Roßberg (Abbaulage), Hörnli (Vermehrungslage) und Nante (Hochzuchtlage).



# *Myzus persicae* Befall 1942

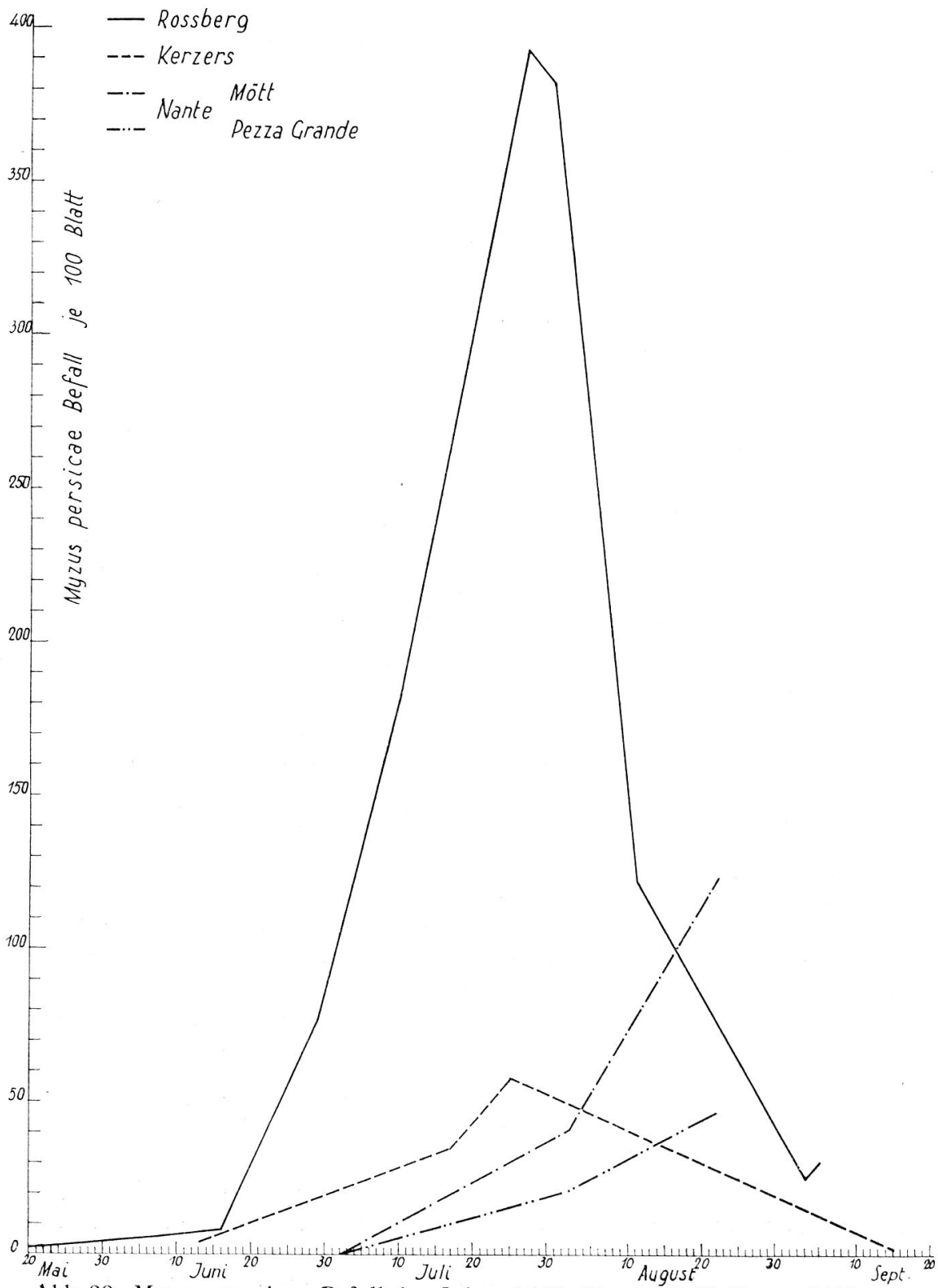


Abb. 22. *Myzus persicae* Befall im Jahre 1942. Vergleich Roßberg (Abbaulage), Kerzers (Vermehrungslage) und Nante (Hochzuchtage).

aufzutreten, so vermehren sich die Läuse weiter, wie dies in Höhenlagen oft der Fall war. Nach dem Tiefstand wandern die Feinde ab und die Blattläuse an den Kartoffelstauden können sich wieder vermehren. Ihre Vermehrungsgeschwindigkeit wird nun nur von klimatischen Einflüssen und vom physiologischen Zustand der Stauden bedingt. In höheren Lagen sinkt die Temperatur im September so tief, daß keine Vermehrung mehr stattfinden kann und die Blattläuse, die inzwischen Geflügelte gebildet haben, fliegen ab. Wichtig für die Verbreitung der Viroten ist vor allem das Maximum von *Myzus persicae* anfangs August.

In der Abbaulage Roßberg wurden nach unseren Beobachtungen jährlich zirka 10 Generationen von Pfirsichläusen gebildet. Am Hörnli (Vermehrungslage) betrug ihre Anzahl nur 6 und in Nante (Hochzuchtlage) 3—4.

Die von Davies aufgestellte Norm für die verschiedenen Lagen stimmt auch mit unseren Beobachtungen mehr oder weniger überein, wobei wir sie jedoch etwas modifizieren möchten. Demnach sind Hochzuchtlagen solche, die bis zum 15. August (nach Davies im Juli) nicht mehr als 20—30 *Myzus persicae* je 100 Blatt oder 15—20 je Staude, Vermehrungslagen, die bis zum 15. August 30—90 *persicae* je 100 Blatt oder 20—55 je Staude aufweisen. Steigt die Anzahl der Blattläuse am Stichtag oder schon früher regelmäßig höher als 90—120 je 100 Blatt oder 55—60 je Staude, dann wird in der Regel weder Produktion von Hochzucht- noch von Vermehrungssaatgut möglich sein.

## F. Spezielle Untersuchungen.

Im vorhergehenden Abschnitt haben wir auf die Bedeutung der klimatischen Faktoren für die Biologie von *Myzus persicae* hingewiesen und betonten dabei, was für eine wichtige Rolle die Temperatur bei der Entwicklung spielt. Daneben machten wir auch auf die Geflügelten aufmerksam, als einem wichtigen Faktor für die Verbreitung der Viruskrankheiten. Nachfolgend möchten wir nun über einige Versuche und Beobachtungen berichten, die wir durchführten, um den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung und auf die den Flug bestimmenden Faktoren zu prüfen.

### 1. Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von *Myzus persicae*.

Weed (1927) beschäftigte sich ausführlich damit, den Einfluß, den die Temperatur auf Entwicklungsdauer, Vermehrung und Lebensdauer von *Myzus persicae* ausübt, zu untersuchen. Er konnte feststellen, daß sich die Lebensdauer bei steigender Temperatur verkürzt und mit ihr auch die Entwicklungsdauer. Die Anzahl produ-

zierter Junglarven ist bei höheren Temperaturen größer als bei tieferen. Diese Regeln gelten jedoch nur für einen Bereich, der unterhalb von  $28^{\circ}\text{C}$  liegt.  $28^{\circ}$  und darüber liegende Temperaturen schädigten in den Versuchen von Weed die Läuse, die Entwicklung wurde verlängert, die Anzahl der Junglarven verkleinert.

Außer Weed stellte nur noch de Jong (1929) in Sumatra spezielle Temperaturversuche mit der Pfirsichblattlaus an. Er untersuchte vor allem das Verhalten der Läuse bei den höheren, in Sumatra vorherrschenden Temperaturen ( $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$ ). In seinen Versuchen trat die schädigende Wirkung von Temperaturen über  $28^{\circ}\text{C}$  auch auf, und er konnte feststellen, daß schon eine kürzere Einwirkungszeit — z. B. 1 Tag — von Wärmeperioden über  $28^{\circ}$  die Blattläuse schädigte. Je länger die höhere Temperatur einwirkt, um so stärker ist die Schädigung.

Zwischen den Resultaten von Weed und de Jong bestehen immerhin einige, wenn auch nicht prinzipielle Unterschiede. Es war deshalb von Interesse, abzuklären, ob es sich möglicherweise um biologische Rassenbildung bei *Myzus persicae* handelt, indem z. B. die sumatranische Rasse höhere Temperaturen ertragen würde als die amerikanische oder unsere. Es war wünschenswert, ähnliche Versuche mit schweizerischem Material durchzuführen und unter unseren Verhältnissen nachzuprüfen.

Um den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsgeschwindigkeit festzustellen, führten wir Thermostatenversuche durch. Die einzelnen Tiere wurden — wie bereits erwähnt, isoliert und auf Rübenblättern in den Reihenthermostaten gebracht. Daneben machten wir Versuche im Laboratorium, dessen mittlere Temperatur  $18^{\circ}\text{C}$  betrug (nach Thermographaufzeichnung berechnet). In den Tabellen ist jeweils nur die Anzahl Läuse angegeben, die den Versuch lebend überstanden. Täglich wurden 2—3 Kontrollen gemacht, und zwar morgens, abends und eventuell mittags. Wurde bei einer Kontrolle die vollzogene Häutung einer Larve festgestellt, so nahmen wir an, daß diese genau in der Mitte zwischen den zwei Kontrollen stattfand, wenn nicht sichere Anhaltspunkte auf etwas anderes schließen ließen (z. B. nur teilweise abgestreifte Exuvien, neugeborene Junglarven usw.). Der dadurch entstandene Versuchsfehler ist nicht groß, da er sich bis zur Endentwicklung wieder ausgleicht; er kann maximal  $\pm 16\text{ h}$  betragen. Tabelle 4 gibt Auskunft über die experimentell ermittelte Entwicklungsdauer bei verschiedenen Temperaturen. Sie ist das Resultat von 2, für gewisse Temperaturstufen von 3 Versuchsreihen mit je 10 Tieren, die in den Versuch einbezogen wurden.

Tabelle 4

### Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsdauer

Temperatur °C	Anzahl Tiere, die den Versuch beendeten	Entwicklungsdauer in Tagen		
		Mittel	Minimum	Maximum
2,9	10	0*	—	—
6,2	1**	43	—	—
9,9	20	24,5	20	31
13,5	22	17	14	19
15,2	26	15	13	16
18	46***	10	9	11,5
21,2	27	7,5	7	10,5
25	17	8	6	11
28,3	5	11	9	13,5
30	0 keine Entwicklung festgestellt. Tiere sterben ab.			

\* Nach 50 Tagen bei Beendigung der Beobachtung hatten sich nur 2 Tiere gehäutet, eine Vollentwicklung konnte jedoch nicht beobachtet werden.

\*\* Von den total 15 Tieren hat sich nur 1 in 43 Tagen fertig entwickelt.

\*\*\* Davon 17 Tiere im Thermostat und 29 im Labor. Die mittlere Entwicklungsdauer betrug im Thermostat 236, im Labor 243 Stunden, also sehr gute Übereinstimmung.

Wie aus dieser Versuchsreihe ersichtlich ist, hat sich die Entwicklungsdauer von 6° bis 21° C verkürzt. Bei 25° war die Streuung schon groß. Die Entwicklungsdauer ist bei 25° im Mittel nur um 0,5 Tage kürzer als bei 21,5°; es scheint, daß diese Temperatur bereits leicht hemmend wirkt. Demnach wird das Entwicklungsoptimum, d. h. die Temperatur, bei der die Entwicklung am raschesten beendet wird, ungefähr um 24° C liegen. Nach de Jong schädigen erst Temperaturen über 26,5° die Entwicklung, während sie sich bis zu dieser Temperatur verkürzt. Es ist gut möglich, daß das sumatranische Material wärmeresistenter ist als das schweizerische (Unterschied im Optimum 2° C).

Nach Bodenheimer (1930) ergibt das Produkt von Entwicklungsdauer mal effektiver Temperatur für jede Insektenart eine Konstante. Die effektive Temperatur ist: Außentemperatur weniger Entwicklungsnullpunkt, d. h. derjenigen Temperatur, bei der die Entwicklung von der Larve zur Imago aufhört, die Tiere jedoch theoretisch unbegrenzt lange am Leben bleiben. Das genannte Verhältnis kann in einer Hyperbelgleichung zusammengefaßt werden:

$$t (T - c) = k.$$

In der Gleichung bedeuten:

- $t$  = Entwicklungsdauer in Tagen  
 $T$  = Außentemperatur  
 $c$  = Entwicklungsnullpunkt  
 $k$  = Konstante, die artspezifisch ist.

Wird experimentell die Entwicklungsdauer für zwei Temperaturen bestimmt, so kann sowohl die Konstante als auch der Ent-

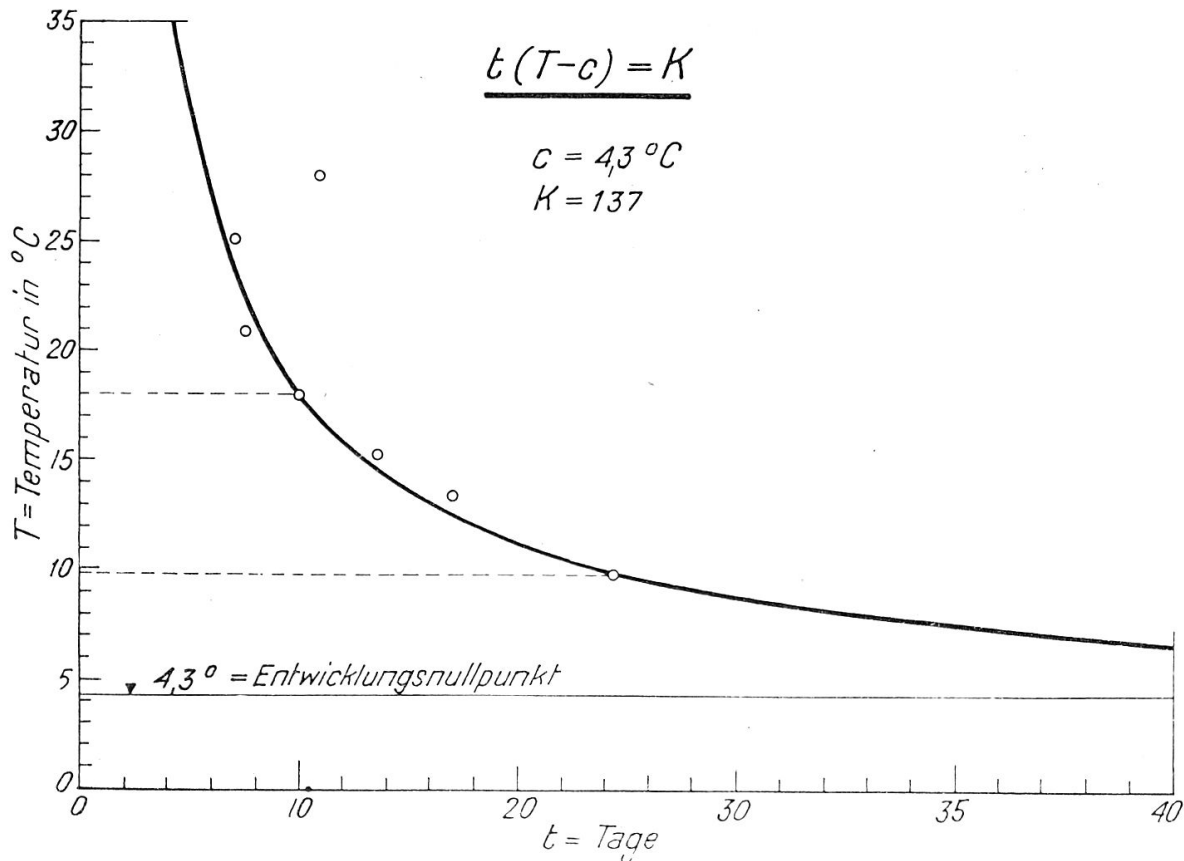


Abb. 23. Die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Myzus persicae* in Abhängigkeit von der Temperatur. Gilt nur für die Sommerformen.

wicklungsnullpunkt berechnet und die Hyperbel, die die Entwicklungsgeschwindigkeit darstellt, konstruiert werden. Die Hyperbel der Abb. 23, die diese Entwicklungsverhältnisse für *Myzus persicae* veranschaulicht, haben wir nach folgenden zwei Punkten berechnet:

$$\begin{array}{ll}
 T_1 = 9,9^{\circ}\text{C} & T_2 = 18^{\circ}\text{C} \\
 t_1 = 24,5 \text{ Tage} & t_2 = 10 \text{ Tage}
 \end{array}$$

Der aus diesen zwei Punkten berechnete Entwicklungsnullpunkt liegt bei  $4,3^{\circ}\text{C}$ . Tatsächlich ist dieser jedoch etwas tiefer, d. h. bei ungefähr  $3^{\circ}\text{C}$ , wie dies aus den Thermostatenversuchen hervorgeht, wo sich zwei Tiere bei  $2,9^{\circ}\text{C}$  häuteten, ohne aber ihre ganze



Entwicklung durchlaufen zu können. Für *Myzus persicae* beträgt die Konstante 137.

Aus Tabelle 5 geht hervor, wie sich die theoretisch errechneten und die experimentell erhaltenen Resultate zueinander verhalten. Wir berücksichtigten auch die Resultate von Weed, ebenfalls einige von de Jong.

Tabelle 5

### Experimentelle und theoretische Entwicklungsdauer

Temperatur °C	Experimentell		Unterschied	
	Berechnet	erhalten	Tage	%
2,9		?	—	—
6,2	72	43	— 29	— 40,3
9,9	24,5	24,5	0,0	0,0
10 (Weed)	24	20,8	— 3,2	— 13,3
13,5	14,9	17	2,1	14,1
15,2	12,6	13	0,4	3,2
16 (Weed)	11,7	11,4	— 0,3	— 2,6
18	10	10	0,0	0,0
21 (Weed)	8,2	8,3	0,1	1,2
21,2	8,1	7,5	— 0,6	— 7,4
24 (Weed)	7,0	6,5	— 0,5	— 7,1
24,5 (de Jong)	6,8	6,7*	— 0,1	— 1,5
25	6,6	7,0	0,4	6,1
26,5 (de Jong)	6,2	6,2*	0,0	0,0
28 (Weed)	5,8	7,2	1,4	24,0
28,3	5,7	11,0	5,3	93,0
28,4 (de Jong)	5,7	8,0*	2,3	40,4

\* Da de Jong die Entwicklungsdauer von der Geburt bis zur Ablage der ersten Junglarven angibt, haben wir für diese Tabelle von seinen Angaben 0,8 Tage für die Präovipositionsperiode abgezogen.

Wird die experimentelle mit der berechneten Entwicklungsdauer verglichen, so sieht man, daß sie im biologisch wichtigen Abschnitt von 10—26° recht gut miteinander übereinstimmen. Nach der vorstehend angegebenen Formel ist es also möglich, aus der mittleren Temperatur eines Ortes mit einer gewissen Sicherheit die Entwicklungsdauer für *Myzus persicae* zu bestimmen. Unter 10° und über 26° sind die Unterschiede größer, doch haben diese Temperaturen bei uns in der Regel geringere Bedeutung.

Die Dauer der einzelnen Häutungsstadien ist (bei gleicher Temperatur) im Durchschnitt übereinstimmend. Somit umfaßt jedes der 4 Larvenstadien rund  $\frac{1}{4}$  der gesamten Entwicklungsdauer, wobei unter Umständen die ersten 2 Stadien etwas kürzer sind, die letzteren dagegen — besonders das 4. Stadium — im Mittel etwas länger. In besonderen Fällen sind die Häutungsstadien ungewöhn-

lich kurz oder auch ungewöhnlich lang, doch folgen auf lange Larvenstadien kürzere und umgekehrt, so daß bis zur Beendigung der Entwicklung ein Ausgleich geschaffen wird. Als Beispiel seien in Tabelle 6 die Beobachtungen aus Zuchten bei 18° C angeführt:

Tabelle 6

## Dauer der Larvenstadien bei 18° C

Zucht- Nummer	Geburt- 1. Häutung h	1.—2. Häutung h	2.—3. Häutung h	3. Häutung- Imago h	Total h
13/4	48	49	72	72	241
13/5	60	50	72	48	230
20/3	96	24	60	84	264
20/5	48	76	72	52	248
21/5	48	54	44	72	218
14/3/7	52	72	48	68	240
14/3/11	52	72	48	72	244
16/10/2	74	48	72	50	244
Mittel von 50 Tieren	58	58	59	62	237

Bei anderen Temperaturen stimmen die Beobachtungen im Prinzip mit den obigen überein.

Der Häutungsakt selbst dauert verschieden lang. Wir führten vor allem Beobachtungen bei 18° C durch und konnten dabei feststellen, daß sich ein Tier in der Regel während 20 Minuten häutet, daß sich jedoch der Häutungsvorgang bis auf 10 Minuten verkürzen, aber auch auf mehrere Stunden ausdehnen konnte. Häufig findet man in Zuchten Tiere, die ihre Exuvien nicht voll von den Beinen abstreifen können und unter Umständen an dieser Störung zugrunde gehen.

Nachdem sich die Tiere 4mal gehäutet haben — in 2 Fällen von rund 500 Tieren beobachteten wir eine 5. Häutung — beginnen sie mit der Ablage der Junglarven. Zwischen der letzten Häutung und dem Erscheinen der ersten Junglarve vergeht immer kürzere oder längere Zeit, die Präovipositionsperiode. Diese ist ebenfalls von der Temperatur abhängig, wie Tabelle 7 zeigt:

Tabelle 7

Einfluß der Temperatur auf die  
Präovipositionsperiode

Temperatur °C	Anzahl Tiere	Präovipositionsperiode Tage
9,7	10	4,5
15,0	10	2
18	10	1
25,4	10	0,8
28,3	7	0,7

Die totale Anzahl der Junglarven sowie die Anzahl der täglich produzierten Tiere wird ebenfalls von der Temperatur beeinflusst. Wir führen nur einzelne kleinere Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen durch, die in Tabelle 8 zusammengestellt sind; daneben besitzen wir größere Versuchszahlen bei 18° C. Die Unterschiede, die einzelne Individuen in ihrem Verhalten zeigen, sind groß. Wir möchten in Tabelle 8 die «Lebensgeschichte» von 4 Blattläusen bei 18° C als Beispiel anführen.

Tabelle 8

Lebensgeschichte von 4 Individuen von  
*Myzus persicae* bei 18° C.

	<i>Tier Nr. 15</i>	<i>Tier Nr. 11/19</i>	<i>Tier Nr. 16</i>	<i>Tier Nr. 21/2</i>
1.—9. Tag	Entwicklung	letzte Häutung	Entwicklung	Entwicklung
10. Tag	letzte Häutung	0 Junglarven	letzte Häutung	letzte Häutung
11. "	0 Junglarven	3 "	0 Junglarven	0 Junglarven
12. "	5 "	5 "	3 "	3 "
13. "	3 "	5 "	5 "	5 "
14. "	5 "	5 "	3 "	5 "
15. "	5 "	7 "	3 "	1 "
16. "	1 "	6 "	5 "	6 "
17. "	5 "	6 "	1 "	3 "
18. "	3 "	4 "	2 "	5 "
19. "	6 "	5 "	0 "	2 "
20. "	2 "	5 "	6 "	1 "
21. "	2 "	5 "	0 "	1 "
22. "	3 "	6 "	1 "	7 "
23. "	2 "	5 "	0 "	5 "
24. "	1 "	4 "	1 "	3 "
25. "	1 "	1 "	1 "	5 "
26. "	2 "	0 "	1 "	3 "
27. "	2 "	0 "	0 "	3 "
28. "	4 "	0 "	0 "	3 "
29. "	0 "	0 "	0 "	0 "
30. "	1 "	— tot	0 "	0 "
31. "	1 "	—	0 "	2 "
32. "	1 "	—	0 "	7 "
33. "	0 "	—	0 "	1 "
34. "	3 "	—	0 "	4 "
35. "	4 "	—	0 "	0 "
36. "	1 "	—	0 "	1 "
37. "	0 "	—	0 "	1 "
38. "	0 "	—	0 "	0 "
39. "	1 "	—	0 "	0 "
40.-55. Tag	0 tot	—	am 50. Tag tot	am 52. Tag tot
Total				
Junglarven	64 Junglarven	72 Junglarven	32 Junglarven	77 Junglarven

Die täglichen Schwankungen in der Geburtenzahl sind also groß. Im allgemeinen beginnt die Produktion bei 18° C mit 3—5 Larven am ersten Tag nach der Präovipositionsperiode. Während

den folgenden 10—15 Tagen werden Junglarven in großer Zahl — 1—8 täglich — abgelegt. Nach zirka 16 Tagen scheinen die Ovarien der Erschöpfung nahe zu sein, die Anzahl der täglich produzierten Junglarven ist geringer, oft werden Legepausen eingeschaltet, bis die Legetätigkeit schließlich erlischt (durchschnittlich nach 26 Tagen bei 18° C). Die Tiere leben noch weiter, in einzelnen Fällen noch 25 Tage, jedoch ohne Larven zu produzieren. Solche Alttiere treten bei verschiedenen Temperaturen und auch im Freien auf. Sie sind ruhiger als die jüngeren Tiere und verharren tagelang am gleichen Ort, in der Regel neben einem Blattner. Auf mechanische Störungen reagieren sie weniger schnell als die jüngeren Läuse. Ihre Farbe verändert sich ebenfalls, sie werden dunkler, schmutzig dunkelgrün; das Abdomen zeigt nicht die roten Punkte (herrührend von den durchscheinenden Augen der Embryonen), die die Tiere in der Eiablageperiode oft aufweisen. Demnach können wir im Leben der Pfirsichblattlausindividuen (Sommerformen) drei Perioden unterscheiden:

1. Die Entwicklungsperiode, von der Geburt bis zur ersten Junglarve inkl. Präovipositionsperiode.
2. Die « produktive » Periode, während welcher Junglarven abgelegt werden.
3. Die « Altlausperiode », während der keine Larven mehr produziert werden.

Eine jede dieser Perioden wird mehr oder weniger durch die Temperatur beeinflusst, wie Tabelle 9 zeigt.

Tabelle 9

Einfluß der Temperatur  
auf die Anzahl der produzierten Junglarven  
sowie auf die Lebensdauer

Temperatur °C	Anzahl Tiere	Lebens- dauer Tage	Davon pro- duktive Periode Tage	Total Jung- larven	Täglich abge- legte Larven in der prod. Periode
9,9	1	69	18	19	1,1
15,2	7	61	28	52	1,9
18,0	26	52	26	64	2,5
25,2	4	21	11	37	3,3
28	1	16	4	12	3,0

Wenn auch diese Beobachtungen der geringen Anzahl Läuse wegen keine weitgehenden Schlüsse zulassen, so wird doch daraus ersichtlich, daß die Lebensdauer bei höheren Temperaturen sinkt, die Zahl der täglich abgelegten Junglarven und somit auch ihr Total dagegen steigt.

Werden die in unseren Versuchen erhaltenen Resultate mit denen von Weed und de Jong verglichen, so ist zu sagen, daß eine prinzipielle Übereinstimmung da ist, wenn auch manche Unterschiede vorhanden sind. Es scheint, daß verschiedene Provenienzen von *Myzus persicae* jeweils anders auf höhere Temperaturen reagieren und daß unser Zuchtmaterial am schnellsten durch Temperatursteigerung beeinflußt wird. Es erscheint nicht völlig ausgeschlossen, daß sich bei anhaltend hohen oder tiefen mittleren Temperaturen eine gewisse Anpassung vollziehen könnte.

### P r a k t i s c h e S c h l u ß f o l g e r u n g

Die vorstehend angegebenen Zahlen sind auch für die Praxis nützlich, denn es ist verständlich, daß für die Saatgutproduktion vor allem solche Orte ausgewählt werden müssen, wo die Entwicklung der Pfirsichblattläuse relativ langsam vor sich geht und die Anzahl der produzierten Junglarven gering ist. Dies gilt für Orte mit niederen mittleren Temperaturen, also vor allem für Höhenlagen.

#### 2. Beobachtungen über den Flug von *Myzus persicae*.

Über einzelne Beobachtungen an geflügelten Blattläusen wurde bereits berichtet, ferner auch über ihr Auftreten und ihre Herkunft. Wir möchten hier festhalten, daß 5 verschiedene Generationstypen von geflügelten *Myzus persicae* an den Kartoffelstauden vorkommen, von denen jedoch nur einer auch morphologisch von den andern unterschieden werden kann. Diese Typen sind:

1. Die Frühjahrsgeflügelten, die von den Winterwirten zufliegen. Sie machen zu Beginn der Besiedlung 100 % der Population aus, doch verschwinden sie im Laufe des Monats Juni, in Höhenlagen im Juli.
2. Die Sommergeflügelten, die an der Kartoffel selbst gebildet werden. Sie sind virginopar und virginogen und erscheinen hauptsächlich bei Übervermehrung Ende Juli oder anfangs August. Ihre Anzahl variiert von Jahr zu Jahr, doch beträgt sie selten mehr als 5 % aller gleichzeitig vorhandenen *Myzus persicae*.
3. Die Sommergeflügelten (Abb. 24), die von anderen Sommerwirten stammen und die ebenfalls virginopar und virginogen sind. Sie erscheinen vor allem in Abbaulagen, oft nach dem Heuschnitt an den Kartoffeln.
4. Die Herbstgeflügelten. Diese sind vor allem gynopar, doch scheint es, daß daneben auch virginopare Geflügelte auftreten, die zur anholozyklischen Überwinterung an Nebenwirten dienen können.
5. Die Männchen, die am spätesten erscheinen. Es sind dies die einzigen geflügelten Tiere, die sich von den andern Typen auch morphologisch unterscheiden lassen.



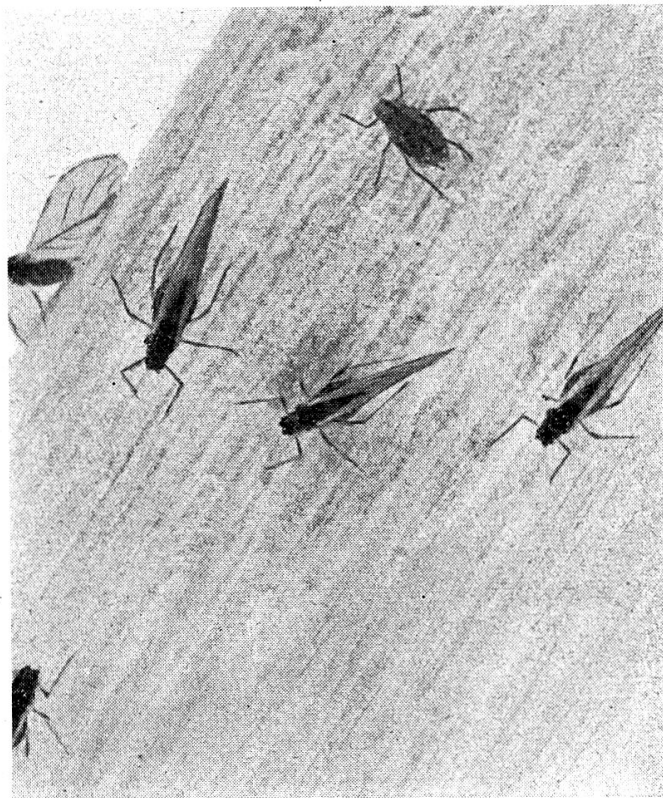


Abb. 24. Sommergeflügelte von *Myzus persicae* auf weißer Unterlage.

Unsere Versuche und Beobachtungen über den Flug betreffen vor allem die Typen 1, 2 und 3.

Um die Einflüsse von Feuchtigkeit, Temperatur und Wind auf den Flug der Blattläuse zu prüfen, stellte Davies (1935) Laboratoriumsversuche an, bei denen er feststellen konnte, daß die Pfirsichläuse bei tieferen Temperaturen, geringer Luftfeuchtigkeit und starkem Wind die Unterlage nicht verlassen und keine Flüge durchführen. Zu diesen Untersuchungen, auf die wir noch zurückkommen werden, ist zu bemerken, daß sie im Laboratorium und unter künstlichen Verhältnissen durchgeführt wurden (in Glasschalen und Glasröhren) und daß Davies für seine Versuche ältere Gynoparen verwendete. Moericke (1941) wies darauf hin, daß bei den geflügelten *Myzus persicae* zwei verschiedene Phasen — die Zug- und die Besiedlungsphase (Befallsphase) — zu unterscheiden sind. Während der ersteren sind die Tiere sehr fluglustig und bleiben nicht auf der Nährpflanze, auch wenn diese als Nahrung und für die Fortpflanzung geeignet ist. Erst wenn diese Zugphase abgeklungen ist, was 1—3 Tage nach der letzten Häutung geschieht, verharren die Tiere längere Zeit auf den Nährpflanzen, können jedoch später in der Besiedlungsphase auch noch Flüge durchführen. Davies arbeitete hauptsächlich mit Tieren in der Besiedlungsphase,

weshalb auch größere Unterschiede zwischen den Laboratoriums- und Freilandbeobachtungen festgestellt werden können.

Moericks Beobachtungen konnten wir mehrere Male in unseren Versuchen bestätigen. Wir setzten 10 Nymphen von überfüllten Rüben auf Tulpenkeime. Nach der letzten Häutung blieben die geflügelten Tiere nicht auf dieser an und für sich geeigneten Nährpflanze, sondern flogen restlos auf eine beleuchtete Fensterscheibe ab. Brachten wir die Tiere am gleichen Tage auf die Tulpen zurück, so nahmen sie allerdings eine Zeitlang Nahrung auf, wanderten jedoch nachher unruhig hin und her, um zuletzt wieder abzufliegen. Nur ein Tier blieb bis zum nächsten Tage an der Tulpe, um sie jedoch dann auch wieder zu verlassen. Ähnlich verhielten sich die Tiere am zweiten Tage. Zwei von den zehn Geflügelten blieben an

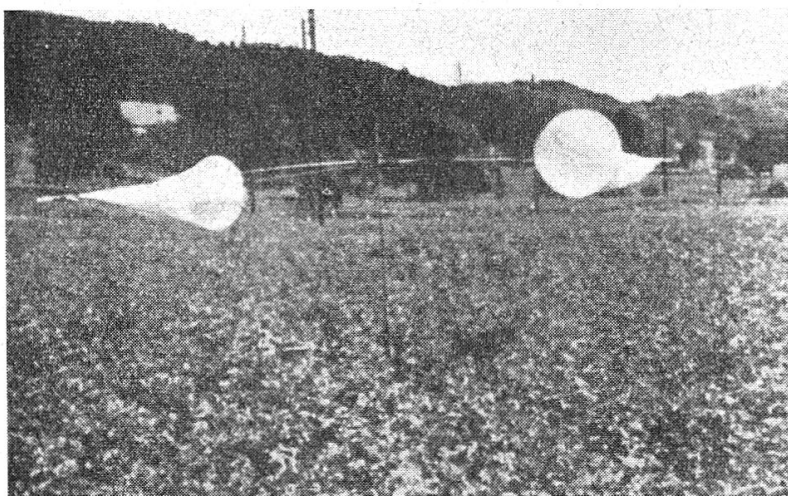


Abb. 25. Der Blattlausfangapparat während der Arbeit in einem Kartoffelacker.

der Tulpe und begannen mit der Ablage von Junglarven, die restlichen flogen immer wieder ab. Erst am dritten Tage gelang es uns, 9 Tiere mehr oder weniger endgültig an den Tulpen anzusiedeln, wo sie mit der normalen Fortpflanzung begannen. Auch bei Einzelierzuchten, bei denen junge frische Geflügelte als Ausgangsmaterial benützt werden sollten, trat diese Erscheinung immer wieder auf. Während der ersten zwei Tage war es nachgerade schwierig, die Tiere an den Futterpflanzen zurückzuhalten, da sie immer wieder abfliegen wollten und unruhig in den Zuchtgefäßen umherwanderten.

Um den Einfluß der Außenfaktoren unter natürlichen Verhältnissen zu prüfen, ließen wir nach dem Vorbilde Williams und Milnes (1935) einen Fangapparat konstruieren (s. Abb. 25, 26). Dieser besteht aus zwei großen Fangnetzen, die sich um eine Achse drehen und die in der Nähe befindlichen kleinen Insekten abfangen.

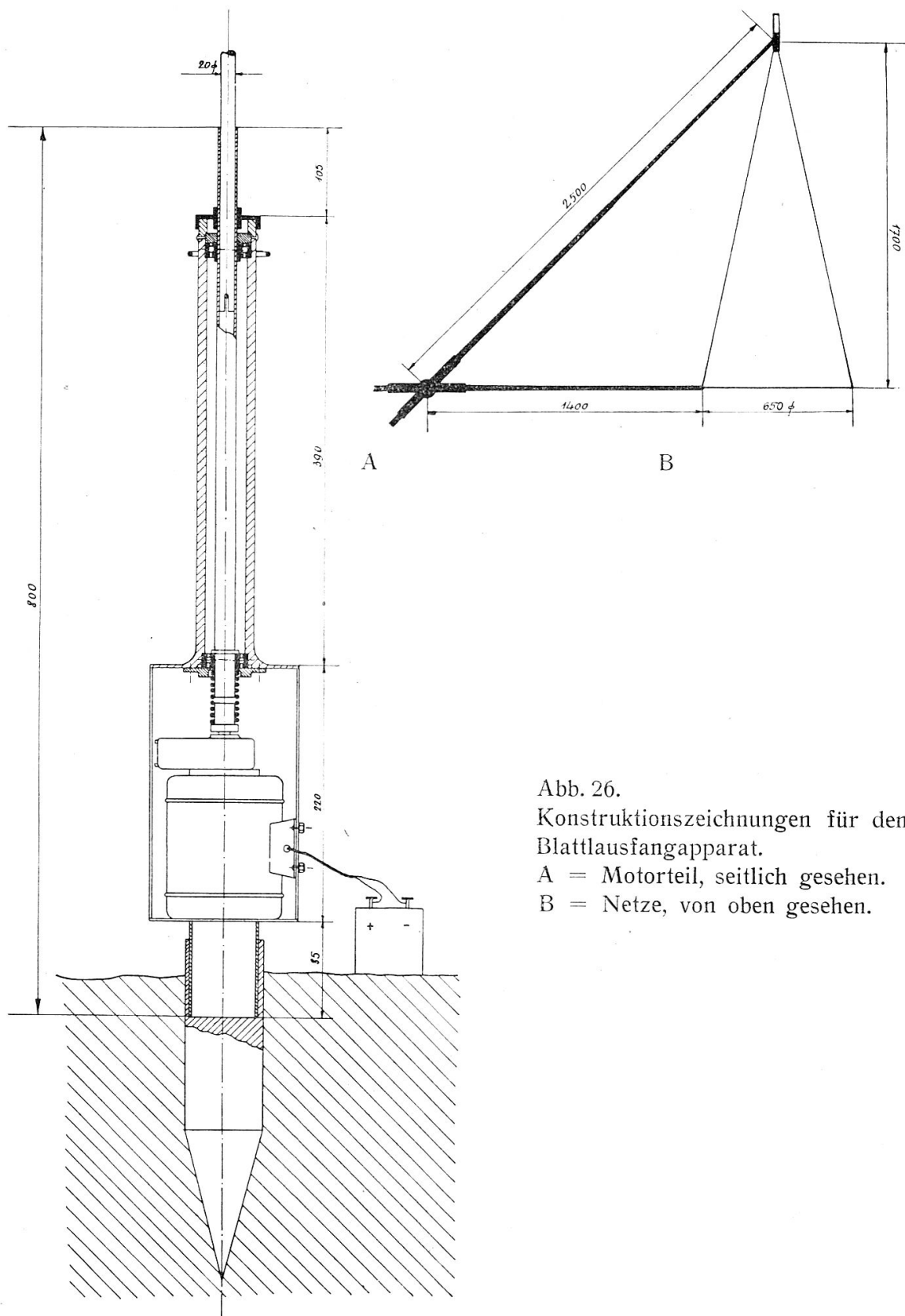


Abb. 26.

Konstruktionszeichnungen für den  
Blattlausfangapparat.

A = Motorteil, seitlich gesehen.

B = Netze, von oben gesehen.

Beide Netze wurden mit Hilfe von je zwei Bambusstäben an einer sich drehenden Mittelachse befestigt. An die aus Stahl bestehende Mittelachse wurde bei Gebrauch ein Ring befestigt, der vier Hülsen für die Aufnahme der Bambusstäbe besaß. Der Antrieb des ganzen Apparates erfolgte mittels eines Motors, der von einem Autoakkumulator versorgt wurde. Genauere Einzelheiten über den Motor und das Gehäuse sowie die Verbindung des Motors mit der Mittelachse gehen aus Abb. 26 hervor. Gegenüber dem Fangapparat von Williams und Milnes und dem von Davies, von welchen der erstere durch Kraftstrom getrieben, für den andern Wasser als Antriebskraft verwendet wurde, und die deshalb nur an bestimmten Orten in Betrieb gesetzt werden konnten, ist an unserem Apparat die beliebige Transportfähigkeit als neu zu erwähnen. Um die ganze Apparatur am Boden zu befestigen, wurde zunächst ein unten zugespitztes und zugelötetes Rohr in den Boden geschlagen. In dieses Rohr paßte ein Ansatzstück des Teiles, in dem der Motor eingebaut war.

Der ganze Apparat konnte leicht auseinander- und wieder zusammengestellt werden. Für die Inbetriebsetzung benötigten wir rund 30 Minuten. Die längeren netzhaltenden Bambusstäbe waren aus zwei Teilen zusammengesetzt, um so den Transport zu erleichtern. Die Netze waren aus Stramin. Die gefangenen Läuse wurden durch den Luftstrom im Netz nach hinten geweht in Zelluloidröhren, die auswechselbar waren. Die Fangnetze machten pro Minute 6—8 Touren.

Wir versuchten mit Hilfe des beschriebenen Apparates, ferner durch das Aufstellen von Klebstreifen sowie durch eigene Beobachtungen den Einfluß des Windes, der Temperatur und der Feuchtigkeit auf den Blattlausflug im Freien festzustellen.

In den Versuchen von Davies flogen die Blattläuse nicht von der Unterlage ab, wenn die Windstärke 3,75 Meilen pro Stunde, d. h. 1,6 m/sec überschritt. Davies schloß daraus, daß für die Verbreitungsrichtung der Läuse nicht die vorherrschenden starken Winde ausschlaggebend seien, sondern mehr die Richtung der schwächeren Luftströmungen. Fänge mit dem Fangapparat am Roßberg, in Nante und am Hörnli konnten diese Auffassung Davies nicht bestätigen, denn es wurden immer wieder Blattläuse gefangen, wenn auch die Windstärke die obgenannte Grenze überschritt. Ferner fanden auch Abflüge von den Kartoffelstauden bei Windstärken, die über 3 m/sec lagen, statt. In Zürich konnten wir z. B. am 28. Mai 1942 bei einer Windstärke von 2—3 m/sec innert einer Stunde 24 Blattläuse fangen. Nur eine Stunde später, als der Wind etwas nachgelassen hatte, sonst aber ähnliche Witterungsbedingungen herrschten, war das Fangresultat schlechter; wir fingen in der gleichen Zeitspanne bloß 10 Läuse. Von den erwähnten Tieren konnten beim ersten Fang 3, beim zweiten 1 als *Myzus*

persicae identifiziert werden; die restlichen Blattläuse waren vorwiegend Eriosomatiden.

In der nachfolgenden Tabelle möchten wir einige Fangresultate, die in bezug auf die Windstärke gemacht worden sind, aufzählen:

Tabelle 10

Einige Fangresultate bei verschiedener  
Windstärke

Datum	Windstärke m/sec.	Fangdauer h	Gefangene Blattläuse	Davon Myzus persicae
29. V.	3	2	38	3
1. VI.	3	4	135	17
3. VI.	3—4	3	30	1
6. VII.	3—4	2,5	43	12
6. VII.	0—1	0,5	17	2
17. VIII.	5	0,5	4	0
17. VIII.	4	1	16	1
17. VIII.	1—2	0,5	3	0

Diese Tabelle zeigt, daß innerhalb einer Spanne von 0—5 m/sec Windstärke immer Blattläuse in der Luft sind und daß keine Korrelation zwischen der Windstärke und der Anzahl der gefangenen Tiere, vor allem jener von *M. persicae*, feststellbar war. Nur wenn während des ganzen Tages starker Wind (über 4 m/sec) herrschte, konnten keine Läuse gefangen werden.

Auch mit Leim bestrichenen Papier, das wir in einem Kartoffelacker ausspannten und ebenfalls als Kontrolle für den Flug benützten, bestätigte diese Resultate. So konnten am 17. VIII. in Kerzers folgende Fänge mit Fangstreifen erzielt werden (die Klebestreifen waren  $80 \times 15$  cm):

Tabelle 11

Windstärke m/sec	Dauer Min.	Gefangene Blattläuse	Davon Myzus persicae
5—7	15	7	0
4	60	10	0
0—1	30	1	0

(Temperatur von 18° C auf 19° C steigend.)

Bei diesen Resultaten scheint es, daß die Blattläuse, die sich bei mittelstarken und starken Winden in der Luft befinden, erfaßt und verschleppt werden. In der Folge können die Tiere dann nicht nach Belieben landen oder aktiv ihre Flugrichtung bestimmen, es sei denn, der Wind lasse nach oder es stelle sich ein Hindernis in den Weg (z. B. Klebestreifen). Auch Profft (1939) erhielt in Deutschland ähnliche Resultate und konnte zeigen, daß an Klebestreifen, die in einer geschützten Lage aufgestellt wurden, weniger Blattläuse,



u. a. auch *Myzus persicae*, zu fangen waren als an Streifen in exponierten Lagen.

Die obigen Fänge geben jedoch keine Auskunft über den Abflug der Blattläuse bei Wind. Es war immerhin möglich, daß die Tiere bei stärkeren Luftströmungen die Stauden nicht verlassen und daß nur solche abgefangen werden könnten, die sich schon vor dem Einsetzen des Windes in der Luft befanden. Daß die Läuse auch bei stärkeren Winden nicht von der Unterlage abgeweht werden können, konnte Davies in seinen Laboratoriumsversuchen beweisen.

Durch die Beobachtung von *M. persicae* an den Kartoffelstauden und gleichzeitige Windstärkemessung konnte die obere Grenze der Windgeschwindigkeit für den Abflug ermittelt werden. Wir führten eine Serie von solchen Beobachtungen in verschiedenen Lagen durch und konnten dabei feststellen, daß die Abflüge normal vor sich gehen, so lange der Wind außerhalb des Blattwerkes der Stauden, d. h. in 1 m Höhe über dem Boden, nicht stärker als 3—4 m/sec wehte. Die Windstärke innerhalb des Kartoffelblattwerkes betrug jedoch in der Regel nur 50 % derjenigen in 1 m Höhe. Man kann deshalb die maximale Windstärke bei der fluglustigen Blattlaus auf 2 m/sec ansetzen (Windstärke neben der abfliegenden Blattlaus gemessen). Geflügelte, die die Stauden verlassen wollen, begeben sich oft auf die Spitzen der Blätter oder auf die Blattoberseite, spreizen 1—3 Sekunden lang die Flügel und fliegen ab. Wenn jedoch der Wind plötzlich stoßweise einsetzt, konnte beobachtet werden, wie sich diese flugbereiten Läuse bei den einzelnen Stößen am Blatt festklammerten; dabei wurden allerdings solche, die sich nicht mehr festhalten konnten, doch abgeweht. Verblieb die Laus auf dem Blatt, so konnte man sicher sein, daß das geflügelte Tier dieses, sobald der Wind auch nur für kurze Zeit nachließ, verlassen werde. Oft wurden Abflugversuche, die durch Windstöße gestört wurden, vier- bis fünfmal wiederholt, bevor die Blattlaus abflog. Betrug die Windstärke innerhalb der Stauden mehr als 2,5 m/sec, so flogen die Läuse nicht, sondern warteten eine windstille Pause ab.

Nach diesen Ausführungen ist es nicht ohne weiteres klar, warum windexponierte Lagen für die Saatgutproduktion besser geeignet sind und warum sie stets eine kleinere Zahl von *Myzus persicae* aufweisen als geschützte Parzellen. Der Einfluß des Windes liegt nach unserer Auffassung hauptsächlich in der Verhinderung der zielsicheren Landung und Bestimmung der Flugrichtung. Bei windstillem Wetter bestimmen die geflügelten Tiere aktiv die Richtung ihres Fluges und werden dabei von optischen, geruchlichen oder anderen Reizen geleitet. Nehmen die Luftströmungen jedoch zu, ist es den Blattläusen nicht mehr möglich, ihre Flugrichtung selbst zu bestimmen, sondern sie werden nun passiv vom Wind mitgeschleppt. Fliegen z. B. geflügelte *Myzus persicae* wäh-

rend einer Windstille oder bei schwächerem Wind von den Blättern windexponierter Kartoffelstauden ab, so werden sie von plötzlich auftretenden Windstößen aus den Saatgutparzellen — besonders wenn diese nicht allzu groß sind — weggeweht.

Es ist von Interesse, festzustellen, bis zu welcher Windstärke die Flugrichtung von den Läusen noch aktiv bestimmt werden kann. Zu diesem Zwecke wurden am Roßberg und in Kerzers in einem Kartoffelacker Klebstreifen in allen vier Himmelsrichtungen ausgespannt. Bei Windstärke 0—3 m/sec wurden alle Seiten unabhängig von der Richtung des Windes ungefähr gleichmäßig befliegen. Stieg die Windstärke über diese Grenze, so fand man stets mehr Blattläuse an windexponierten Fangflächen. Über 5 m/sec findet der Neuanflug ausschließlich an den dem Wind ausgesetzten Leimflächen statt, die Läuse können die Flugrichtung nicht mehr aktiv bestimmen. Nachstehende Tabelle 12 gibt einige Beispiele:

Tabelle 12

### Einfluß der Windrichtung auf den Blattlausflug

Datum 1942	Dauer Min.	Windstärke m/sec	Wind- richtung	Streifen exponiert	Gefangene Blattläuse	Davon M. persicae
28. VIII.	60	2—3	O	Nord	4	0
				Süd	5	1
				Ost	5	1
				West	5	1
17. VIII.	15	5	ONO	Nord	0	0
				Süd	0	0
				Ost	7	0
				West	0	0
17. VIII.	60	4	NO	Nord	1	0
				Süd	2	0
				Ost	7	0
				West	0	0
17. VIII.	30	0—1	O	Nord	0	0
				Süd	1	0
				Ost	0	0
				West	0	0
23. VII.	120	2	S	Nord	3	0
				Süd	5	5
				Ost	3	1
				West	3	0

Durch die Auswertung einiger Fangergebnisse des Fangapparates versuchten wir, den Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Flug von *Myzus persicae* zu bestimmen. Davies, der darüber ebenfalls Laboratoriumsversuche durchführte,

konnte feststellen, daß im Laboratorium unter  $13^{\circ}\text{C}$  kein Abflug stattfindet. Daß diese Beobachtung gut mit den Freilandresultaten übereinstimmt, erwähnten wir bereits, da auch während unseren Versuchen niemals Migrationen im Frühling unter  $12^{\circ}\text{C}$  Tagesmittel festzustellen waren. Wurde in den Davies'schen Versuchen die Temperatur gesteigert, so stieg die Fluglust der Blattläuse. Eine relative Luftfeuchtigkeit von mehr als 25 % wirkte jedoch nach Davies' Beobachtungen hemmend auf den Flug.

Nach den Resultaten ganztägiger Fänge mit unserem Fangapparat am Roßberg und in Zürich kann folgendes gesagt werden. Tiefe relative Luftfeuchtigkeit unter 40 %, die in der Regel mit hohen Temperaturen im Sommer verbunden ist, hemmt den Blattlausflug. An Sommertagen konnte daher während der heißesten Mittagszeit, d. h. wenn die Temperatur über  $26^{\circ}\text{C}$  stieg, nur schwächerer Flug als am Morgen und Abend festgestellt werden. Das Temperaturoptimum für den Flug betrug in unseren Beobachtungen  $26^{\circ}\text{C}$  und das Optimum der rel. Feuchtigkeit lag um 50 %. Sank die Temperatur unter  $18^{\circ}\text{C}$ , so hörten die Flüge immer mehr auf und unter  $15^{\circ}\text{C}$  konnten nur noch vereinzelt fliegende Läuse gefangen werden. Am Abend, nach Einbrechen der Dunkelheit, fing man keine Blattläuse, auch wenn die Temperatur und die Feuchtigkeit noch die Möglichkeit für einen Flug geboten hätten; die geflügelten Blattläuse sind demnach optisch orientiert.

Aus nachstehender Tabelle 13 sind die Resultate dieser Beobachtungen ersichtlich:

Tabelle 13

Einfluß der Temperatur und der Feuchtigkeit  
auf den Blattlausflug

Datum	Zeit	Mittlere Temperat. $^{\circ}\text{C}$	Rel. Luft- feuchtigkeit %	Wind m/sec	Anz. gefl. Blatt- läuse	Davon Myzus persicae
12. VI.	8 —10	17	70—60	0—1	28	3
12. VI.	10 —12	23	60—40	0—1	23	1
12. VI.	12 —14	26	40—35	0—1	20	0
12. VI.	14 —16	25	35—50	0	27	2
12. VI.	16 —18	22	50—80	0—1	32	4
12. VI.	18 —19	18	80—85	1	19	2
12. VI.	19 —20	15	ca. 90	1—2	3	0
12. VI.	20 —22	15	ca. 90	2	0	0
14. VII.	12 —13	27	30	0	4	1
14. VII.	13 —14	28	25	0—1	1	0
14. VII.	16 —17	25	55	0—1	16	4
14. VII.	19 —21	19	60	1	0	0
8. VIII.	15 $\frac{1}{2}$ —16 $\frac{1}{2}$	24,5	40	0—1	3	0
8. VIII.	16 $\frac{1}{2}$ —17	24	60	0—1	5	5

Aus den vorliegenden Beobachtungen können wir folgende Schlußfolgerungen für die Saatkartoffelproduktion ziehen:

1. Windexponierte Lagen sind für die Saatkartoffelproduktion insofern geeignet, als die Blattläuse die Kartoffelpflanzen solcher Parzellen nur bei Windstille direkt anfliegen können, meistens aber durch den Wind in die weitere Umgebung verschleppt werden.
2. Für die Kartoffelhochzucht sind kleine, isolierte Parzellen großen geschlossenen Anbaugebieten vorzuziehen. Erstens bieten kleine Parzellen den in ihrer Mitte stehenden Stauden geringeren Windschutz, zweitens haben die windverwehten Blattläuse weniger Aussicht, in kleinen Kartoffelparzellen zu landen als innerhalb größerer Flächen.
3. Um die Blattläuse nicht im Fluge aufzuhalten, sollten Saatkartoffelparzellen nicht an Hängen angebaut werden, die in bezug auf die vorherrschende Windrichtung exponiert sind.
4. Kühlere Lagen mit Tagesmitteltemperaturen um  $15^{\circ}\text{C}$  und darunter sind nicht nur deshalb für die Saatgutproduktion geeigneter, weil hier die Blattlausvermehrung langsamer vonstatten geht, sondern auch weil der Anflug von *Myzus persicae* wesentlich kleiner ist.

## VII. Die Bekämpfungsversuche.

### A. Allgemeines.

Die Kartoffelvirosen können entweder durch Kulturmaßnahmen oder aber indirekt, d. h. durch die Vernichtung der Überträger der Virosen bekämpft werden. Die Kulturmaßnahmen bezwecken, die Verbreitung der Virosen im Felde zu verhindern. Fast ausnahmslos wird dieser Weg beschritten, weshalb wir hier die wichtigsten Bekämpfungsmöglichkeiten und die Gründe für ihre Anwendung aufzählen möchten:

1. Verwendung von gesundem Saatgut. Durch diese Maßnahme werden die Infektionsquellen, an denen die Läuse den Giftstoff aufnehmen, weitgehend ausgeschaltet. Um die Sicherheit zu haben, daß gesundes Saatgut produziert wird, werden bei uns durch die Eidg. landw. Versuchsanstalten im Vorjahr Kontrollen in den für Saatkartoffeln angebauten Äckern durchgeführt und nur feldbesichtigtes, anerkanntes Saatgut für den Nachbau zugelassen.
2. Positive Staudenauslese. Um für den Eigenbetrieb in kleineren Mengen gesundes Saatgut zu produzieren, werden auffallend gesunde Stauden bezeichnet und gesondert geerntet. Diese Maßnahme kann jedoch nicht als besonders sicher betrachtet werden,

da die Primärsymptome der Blattrollkrankheit im Jahre der Infektion oft nicht sichtbar sind und damit trotz positiver Staudenauslese kranke Knollen ins Saatgut gelangen.

3. Negative Staudenauslese. Ist der Virusbefall eines Kartoffelfeldes nicht sehr hoch (nicht über 4 %), so können die die Krankheitssymptome aufweisenden Stauden im Laufe der Vegetationsperiode entfernt werden, um so die Infektionsquellen im Acker zu vermindern.\*
4. Frühernte. Die für Saatgut bestimmten Parzellen werden früher als normal (schon Mitte August) abgeerntet. Einerseits kann dadurch verhindert werden, daß die Vira, die kurze Zeit vor der Ernte in die Pflanzen gelangten, bis zur Knolle abwandern, andererseits können Spätinfektionen von Ende August vermieden werden.

Durch Kombination obiger Maßnahmen ist es möglich, gesundes Saatgut zu erzeugen. In typischen Abbaulagen ist es jedoch unmöglich, längere Zeit hindurch virusfreie Kartoffeln zu erhalten.

Somit besteht die Virusbekämpfung in erster Linie in einem Ausweichen nach günstigeren Orten, also in Gesundheitslagen, wo erfahrungsgemäß der Abbaugrad und der Pfirsichblattlausbefall schwach sind. Wie wir zeigen konnten, sind auch bei uns solche Lagen vorhanden.

Nur wenige Forscher beschritten einen zweiten Weg der Virusbekämpfung, um durch Bekämpfung der Überträger — in unserem Falle der Pfirsichblattläuse — die Erkrankung der Kartoffeln zu unterbinden. Die Amerikaner Boude und Simpson (1941) stellten fest, daß nach sechsmaliger Bespritzung der Kartoffelstauden während der Vegetationsperiode mit Kupfer und Pyrethrum ein größerer Ertrag (durch gesünderes Kraut) erzielt werden konnte, daß aber im Nachbau die Virosen sogar stärker auftraten als in den nicht behandelten Parzellen. Sie führten diese Erscheinung darauf zurück, daß die überlebenden Blattläuse die Stauden länger zu infizieren vermögen, da das Blattwerk bis spät in den Herbst hinein gesund bleibt und das Virus deshalb länger Zeit hat, in die Knollen abzuwandern.

---

\* Wir möchten hier auf eine « Unart » aufmerksam machen, die immer wieder, auch in den fortschrittlichsten Betrieben, beobachtet werden konnte. Die « Entfernung » der kranken Stauden besteht in der Regel nur in einem Zusammenwerfen auf einen Haufen am Rande des Ackers oder bestenfalls im nahen Walde. Da die Stauden in Haufen liegen, verwelken sie nicht sehr rasch, und die Blattläuse, die sich an ihnen aufhalten, haben die Möglichkeit, ihre Entwicklung zu beenden und von den Stauden abzuwandern oder abzufliegen. Die so betriebene Vernichtung bewirkt somit das Gegenteil, indem sie der Wanderung infizierter Läuse noch Vorschub leistet. Solche kranke Stauden sollten daher, bevor sie zusammengeworfen werden, in ein Insektizid (z. B. Nikotin) getaucht, verbrannt oder sonst vernichtet werden.



Im Zusammenhang mit den Untersuchungen über die Sommerbesiedlung der Kartoffel führten wir 1941 und 1942 Versuche zur Bekämpfung der Blattläuse durch. Der Schaden, den die Blattläuse der Kartoffelpflanze durch ihre Saugtätigkeit zufügen, ist kein großer. Bei starkem Befall wird natürlich der Pflanze ein Teil der Nährstoffe entzogen, der Ertrag dadurch etwas vermindert, doch sind diese Ertragseinbußen in der Schweiz in der Regel nicht von Bedeutung. Der eigentliche Schaden wird durch die Übertragung der Viroten verursacht. Somit hat jede Pfirsichblattlausbekämpfung an der Kartoffel die Bekämpfung der Viruskrankheiten als wichtigstes Ziel. Wichtiger als die Kontrolle der Läuse ist demnach diejenige des Nachbaues. Die Bekämpfungsfrage stellt sich somit für uns wie folgt: Können durch bekannte oder neue Mittel die an der Kartoffel lebenden Blattläuse in Abbaulagen in so hohem Maße abgetötet werden, daß der Nachbau der Kartoffel virusfrei oder doch nur in praktisch tragbaren Grenzen virusinfiziert ist? Daneben sollte versucht werden, die Virusverbreitung in Vermehrungs- und Hochzuchtanlagen auf ein Minimum zu bringen.

Die Kontrollen führten wir in zwei Richtungen durch. Die Blattläuse wurden periodisch gezählt (1941 je Staude, 1942 je 100 Blatt) und der Nachbau auf Virusinfektion geprüft. Letzteres in der Weise, daß von den kleinen Versuchsparzellen je Staude eine Knolle, von den größeren 100—300 Kartoffeln entnommen und entweder im nächsten Jahr wieder angebaut (1941) oder im Winter im Gewächshaus mit der Augenstecklingsmethode auf Virusbefall testiert wurden. Bei der Augenstecklingsmethode, die im Gewächshaus im Winter durchgeführt wird, wird von jeder Knolle ein Auge ausgeschnitten und flach in die Erde gedrückt. Die Virussympptome äußern sich an den Keimlingen, wenn die Temperatur im Gewächshaus nicht zu groß ist (zirka 16° C). Diese Methode hat den Vorteil der großen Raum- und Zeitersparnis, denn es können Teste im Winter (von Januar an) durchgeführt werden und man erhält die Ergebnisse vor dem Frühjahr, muß also nicht erst die zweite Vegetationsperiode abwarten.

Die Bekämpfungsversuche führten wir nur mit in der Schweiz hergestellten Produkten durch, und zwar mit Nikotin-Spritz- und Stäubemitteln, sowie 1942 mit Gesarol Spritz- und Stäubemittel.

Wie in Kapitel V ausgeführt, saugt der größte Teil der Blattläuse an der untern Seite der tief liegenden Kartoffelblätter. Diese Tatsache erschwert die Bekämpfung in hohem Maße und gibt gewisse Hinweise für die Spritzarbeit. So benötigten wir, wenn wir mit Rückenspritzen arbeiteten, ganz stark gebogene Spritzrohre. Auch mit diesen war es noch schwierig, alle am Boden liegenden Blätter in genügendem Maße zu treffen. Dadurch wird es verständlich, daß wir für unsere Versuche viel größere Mengen an Spritzflüssigkeit benötigten, als dies normal in der Praxis bei der Phyto-

phthora-Bekämpfung gebräuchlich ist. Der Verbrauch war von der Staudengröße abhängig und betrug 20—80 Liter pro Are.

Auch bei der Verwendung von Motorspritzen mußte auf genaue Spritzarbeit geachtet werden. Wir mußten die Spritzröhre der Motorspritze tief senken, um die Stauden — damit auch die Blattunterseiten getroffen wurden — von unten nach oben behandeln zu können. Voraussetzung war langsames Fahren bei hohem Druck. Dadurch stieg auch hier der Spritzmittelverbrauch auf das andert-halb- bis zweifache des üblichen.

Starke Verunkrautung des Ackers wirkte hemmend auf die Spritzarbeit, denn die Unkräuter (besonders die Ackerwinde) mußten ebenso behandelt werden wie die Kartoffelblätter, um auch hier die Pfirsichläuse zu vernichten. Die Unkräuter hinderten zudem die Arbeit der Motorspritze, da sie zwischen den Kartoffelreihen standen und oft die Spritzröhre aus der Richtung brachten, wodurch mehrere Stauden unbehandelt blieben.

#### **B. Die Kleinversuche mit Nikotin und Gesarol.**

Die Wirkung der verwendeten Spritzmittel auf die Blattläuse und vor allem auf *Myzus persicae* kann nicht allein durch Feldversuche abgeklärt werden. Beim Großversuch im Freiland wird die Wirkung immer wieder durch zufliegende und zuwandernde Läuse gestört. Außerdem werden auch bei gründlichster Spritzarbeit nicht alle Tiere erfaßt. Die nicht getroffenen Tiere stören durch ihre Vermehrung die Resultate. Aus diesen Gründen führten wir sowohl im Labor als auch im Freiland Kleinversuche durch.

Um die Wirkung des Gesarols mit der des Nikotins zu vergleichen, wurden Tulpenschößlinge, die ungefähr gleich stark von *Myzus persicae* besetzt waren, mit den beiden Mitteln behandelt. Die Läuse, die mit Nikotin (1 % Flux) bespritzt wurden, fielen sofort (nach 10 Min. erste Kontrolle) von der Pflanze ab. Sie zeigten nach einer halben Stunde starke Lähmungen und nach 4—6 Stunden waren von den zirka 250 Läusen nur noch 14 an der Pflanze, die übrigen lagen entweder tot oder stark gelähmt auf der Unterlage. 12 von diesen 14 Tieren waren am nächsten Tage ebenfalls tot, ohne daß sie ihre ursprüngliche Lage verändert hätten. Das Nikotin wirkte in diesem Falle so rasch, daß die Tiere nicht mehr Zeit hatten, ihre Stechborsten herauszuziehen. 2 Junglarven (zirka 1 % der ursprünglich vorhandenen Tiere) blieben weiter an der Tulpe und schienen normal. 3 Tage nach der Behandlung hatten sie sich gehäutet und eine legte am 6. Tage die ersten Junglarven ab. Einige Zeit darauf begann auch das zweite Tier mit der Vermehrung, so daß nach ungefähr 2 Wochen wieder 80 Läuse an der Tulpe zu finden waren. Die Abtötung durch das Nikotin betrug in diesem Falle 99,2 %, wobei gesagt werden muß, daß die zwei überlebenden Junglarven wahrscheinlich durch die andern Tiere so

geschützt waren, daß sie nicht getroffen wurden. Dieser Versuch wurde mit zwei weiteren Nikotinmitteln mit ähnlichem Erfolg wiederholt.

Anders verhielten sich Tiere, die mit 1 % Gesarol + 0,2 % Netzmittel Geigy bespritzt wurden. In den ersten 4 Stunden nach der Behandlung konnten noch keine sicheren Reaktionen wahrgenommen werden. Bei den Kontrollen, 4—12 Stunden nach der Behandlung hatten zirka 50—75 % der Tiere ihren Standort gewechselt und wanderten unruhig an der Pflanze und deren Umgebung umher. Lähmungserscheinungen konnten noch keine festgestellt werden. Nach 12 Stunden zeigten 50 % der abgewanderten Tiere (zirka 30 % aller ursprünglich behandelten) Gehschwierigkeiten, Nachziehen der einzelnen Beine, langsames unregelmäßiges Laufen, Umfallen; konnten sich aber immer noch fortbewegen.

Nach 24 Stunden waren 50 % der Tiere tot oder wiesen starke Lähmungen auf (sie lagen unbeweglich oder zappelnd auf dem Rücken, wurden sie gedreht, fielen sie sofort wieder in die alte Lage zurück). Daneben konnte man viele Tiere beobachten, die sich nur mühsam bewegten, 15 % der Tiere waren scheinbar noch normal.

Nach 48 Stunden waren 75—80 % der Tiere zugrunde gegangen oder wiesen solche Lähmungen auf, daß sie nur auf starke mechanische Reize reagierten, weitere 10 % zeigten leichtere Lähmungen. Die übrigen 10 % konnten saugend an der Pflanze beobachtet werden, von diesen wanderten jedoch einzelne nach 5—6 Tagen auch von der Pflanze ab. Die restlichen zeigten normales Verhalten und vermehrten sich langsam nach zirka 5 Tagen.

Als Kontrolle wurde ein Tulpenkeimling mit Wasser bespritzt. Während der ganzen Versuchsdauer blieben die Kontrollläuse normal. Gesarol ohne Netzmittelzusatz wirkte wesentlich schlechter, so daß wir diese Spritzbrühe nicht weiter prüften.

Nach den Untersuchungen von Wiesmann (1942) wirkt das Gesarol durch die tarsalen Sinnesorgane; gesarolempfindliche Tiere, die über einen wirksamen Gesarolbelag laufen, werden nach kurzer Zeit abgetötet. Für *Myzus persicae* gilt dies nicht in gleichem Maße, da die Blattläuse zu den relativ gesarolresistenten Tieren gehören, wie dies aus dem folgenden Versuch ersichtlich ist. Geflügelte und ungeflügelte Pfirsichblattläuse wurden in mit 1 % Gesarol ausgespritzte Petrischalen gebracht. Nach 48 Stunden trat keine Gesarolreaktion auf, worauf der Versuch abgebrochen wurde, um nicht durch Hungerreaktionen oder Ermüdungserscheinungen bei den Blattläusen falsche Resultate zu erhalten. Die Tiere liefen fast die ganze Zeit auf dem Belag umher; es scheint, daß *Myzus persicae* nicht durch die Tarsen mit Gesarol vergiftbar ist. Der Versuch wurde mehrere Male mit dem gleichen Erfolg wiederholt.

Im Freiland (Garten der ETH) führten wir auch Kleinversuche durch. Dabei sollte die Wirkung der Mittel an den auf der

Kartoffel lebenden Blattläusen verglichen werden. Neben Gesarol und Nikotinspritzmittel wurden auch Gesarol-Staub und Nikotin-Staub (Nitrex-Lista mit 1 % Nikotingehalt) in die Versuche einbezogen.

Je zwei Stauden wurden vor der Behandlung auf Blattläuse abgesucht. 12 Stunden nach der Behandlung wurden je eine Staude, nach 24 Stunden beide Stauden wieder kontrolliert. Weitere Auszählungen wurden nach 4, 8, 10 und 19 Tagen (immer je eine Staude) vorgenommen. Gegen Zuflug, der im Garten der ETH erfahrungsgemäß beträchtlich war, wurden die Pflanzen mit Hilfe von Gazekästen isoliert. Mit einer kleinen Handdruckspritze führten wir eine sehr gründliche Behandlung durch, wobei wir besonders darauf achteten, daß sämtliche Blätter durch die Spritzung erfaßt wurden.

Tabelle 14

Wirkung von Nikotin-Spritz- und Stäubemittel sowie Gesarol-Spritz- und Stäubemittel auf die an der Kartoffel lebenden Blattläuse

Datum behandelt am	N i k o t i n				G e s a r o l			
	Spritzmittel		Stäubemittel		Spritzmittel		Stäubemittel	
	Leb. abge- Läuse tötet %		Leb. abge- Läuse tötet %		Leb. abge- Läuse tötet %		Leb. abge- Läuse tötet %	
11. 7., 8 h. v. d. Be- handlung	528	—	397	—	498	—	489	—
11. 7., 18 h.	42	92	39	10	413	11	447	6,6
12. 7.	28	94,7	32	91,9	253	49,2	296	39,5
13. 7.	32	—	37	—	82	83,6	94	80,8
19. 7.	75	—	71	—	77	84,5	62	88,7
30. 7.	132	—	123	—	179	—	147	—

Rund 60 % der Läuse waren *Myzus persicae*, dieser Prozentsatz blieb auch nach der Gesarolbehandlung gleich. Auf den mit Nikotin behandelten Stauden fand man dagegen am 12. und am 13. VII. 75 % *Myzus persicae*. Diese Art scheint gegenüber den anderen kartoffelbewohnenden Blattläusen eine etwas größere Resistenz gegen Nikotin zu besitzen.

Das Nikotin hatte im Freien eine etwas geringere, das Gesarol eine bessere Wirkung als im Labor. Trotz gründlichster Spritzung der Kartoffeln entgingen uns vereinzelt Läuse, vor allem kleine Junglarven, woraus sich die verminderte Wirkung des Nikotinmittels erklärt. Die bessere Wirkung des Gesarols im Freien ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß statt der kleinen Labor-



spritzen, die keinen hohen Druck haben, Hochdruckspritzen verwendet werden konnten. Durch das direkte Auftreffen des starken Spritzstrahles auf das Blattwerk wird ein Teil der Blattläuse geschädigt und getötet. Das Mittel gelangt auf alle Fälle besser und intensiver mit den Blattläusen in Berührung und seine Wirkung ist somit eine gründlichere. Außerdem werden die Tiere stärker benetzt, was zu einem besseren Erfolg beiträgt. — Das Nikotin-Stäubemittel wirkte bei den ersten Kontrollen etwas schlechter als das Spritzmittel, da auch hier durch den Spritzstrahl Tiere direkt abgetötet werden. Die Unterschiede waren jedoch nach wenigen Tagen fast ausgeglichen und die Zunahme der Läuse an den mit Nikotin-Staub behandelten Stauden erfolgte etwas langsamer als an den gespritzten. Das Stäubemittel verliert scheinbar seine Wirkung weniger rasch als das Spritzmittel und kann deshalb länger vermehrungshemmend wirken.

Bei den gesarolhaltigen Mitteln zeigte sich die maximale Wirkung erst nach 8 Tagen. Solche Läuse, die bei den ersten Kontrollen zwar unruhig auf der Pflanze oder am Boden gefunden werden, jedoch keine deutlichen Schädigungen zeigten, wurden zu den Lebenden gezählt. Diese Tiere wanderten später endgültig ab oder gingen an den Nachwirkungen des Mittels zugrunde, weshalb die Vermehrung der Blattläuse nicht schon am 3. Juli, sondern erst bei der Kontrolle vom 19. Juli festgestellt werden konnte. Auch hier wirkte das Stäubemittel anfänglich schlechter, später eher besser als das Spritzmittel, was wohl auf den gleichen Grund wie beim Nikotin zurückzuführen ist.

Anders verhielten sich dagegen die Tiere an nicht isolierten Stauden, bei denen also ein Zuflug oder eine Zuwanderung von unbehandelten Kartoffelpflanzen möglich war. Schon nach 48 Stunden fanden wir an der Nikotinstauden 15 Junglarven als Nachkommen verschiedener geflügelter Blattläuse. Den ersten sicheren Zuflug nach der Behandlung beobachteten wir nach 3 Stunden. Es handelte sich dabei um eine geflügelte *Myzus persicae*, die eine Stunde nach dem Anflug, also 4 h nach der Behandlung, mit der Ablage der Junglarven begann. Beim Gesarol konnten dagegen nach 2 Tagen noch keine Junglarven von zugeflogenen Tieren festgestellt werden. 3 Tage nach der Bespritzung konnten wir öfters Geflügelte wahrnehmen, die die Stauden anfliegen, diese jedoch nach kurzem Umherlaufen auf dem Blatt wieder verließen, ein Zeichen dafür, daß die Läuse durch den trockenen Belag gestört wurden. Drei solche Tiere, die sich 1—2 Stunden an einer behandelten Staude aufhielten und sich zum Abflug vorbereiteten, fingen wir ab und brachten sie in Petrischalen, wo ihnen unbehandelte Kartoffelblätter zur Verfügung standen. Die Tiere begannen sofort zu saugen und legten am gleichen Tage 2—5 Junglarven ab, ein Beweis dafür, daß sie die behandelten Stauden wegen der störenden Wirkung



des trockenen Gesarolbelages verlassen hatten, aber nicht beschädigt waren. Das Gesarol-Stäubemittel wies noch 6 Tage nach der Behandlung diese abschreckende Wirkung auf.

### C. Die Feldversuche im Jahre 1941.

In diesem Jahre führten wir außer mit Nikotin vergleichsweise auch mit Derris- und Pyrethrum-haltigen Mitteln Versuche durch. Letztere Mittel wurden jedoch nach einigen Vorversuchen fallen gelassen, da sie gegenüber dem Nikotin keine Vorteile aufwiesen.

Als Nikotinmittel verwendeten wir ein netzmittelhaltiges Produkt der Lista A.-G., Liestal, mit 45 % Nikotingehalt. Das Mittel wurde 0,2—0,3 %ig angewendet.

#### 1. Die Versuche am Roßberg.

In der Abbaulage am Roßberg wurden die Versuche an den Sorten Voran und Sabina vorgenommen. Wir geben nachfolgend nur Durchschnittszahlen an, die aus den Resultaten mit den beiden Sorten berechnet wurden. Von jeder Sorte legten wir 8 Parzellen an, von denen je zwei (A, B) die gleiche Behandlung erhielten. Die Parzellen waren  $10 \times 10$  m groß und lagen mitten in einem Kartoffelacker, so daß von jeder Seite Zuflug und Zuwanderung von unbehandelten Stauden stattfinden konnte.

Parzelle I A und B dienten als Kontrolle und wurden nicht mit insektiziden Mitteln behandelt. Gegen Phytophthora spritzten wir am 23. Juli 1 % Kukaka (Kupferkalkbrühe).

Parzellen II A und B erhielten am 23. Juli ebenfalls die Kupferspritzung jedoch mit Nikotinzusatz. Wir wollten prüfen, ob ein solcher bei den normalen Kartoffelspritzungen einen Einfluß auf den Nachbau hat.

Parzellen III A und B wurden zweimal mit Nikotin gespritzt. Die erste Behandlung führten wir am 14. Juli gegen das allzu starke Aufkommen der Blattläuse durch, die zweite am 11. August zur Verhinderung von Spätinfektionen.

Parzellen IV A und B wurden dreimal mit Nikotin behandelt. Das erste Mal am 27. Juni nach beendigter Migration von den Winterwirten, ein zweites Mal am 11. Juli, als die Population wieder im Steigen begriffen war und schließlich ein letztes Mal am 11. August gegen die Spätinfektionen.

Wie aus der Darstellung des Massenwechsels der Blattläuse am Roßberg hervorgeht, fiel die Population im Laufe des Monats August auch in den unbehandelten Parzellen stark zurück. Da wir dies nicht im voraus wissen konnten und auch nicht sicher waren, ob sich die behandelten Parzellen gleich wie die unbehandelten verhalten würden, fanden wir es wünschenswert, die späte Bespritzung vom 16. August vorzunehmen.

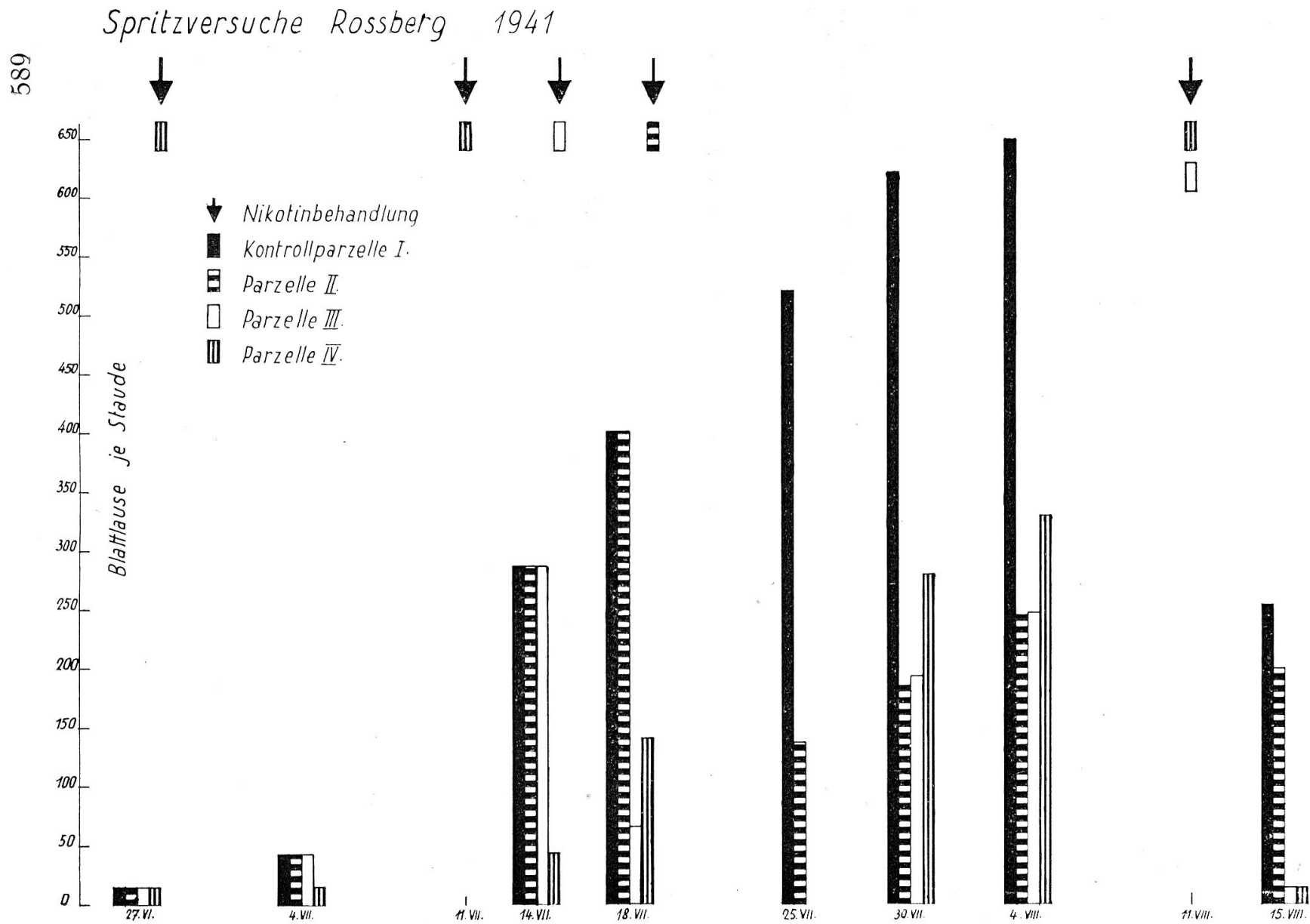


Abb. 27. Die Ergebnisse der Nikotinversuche am Rossberg 1941.

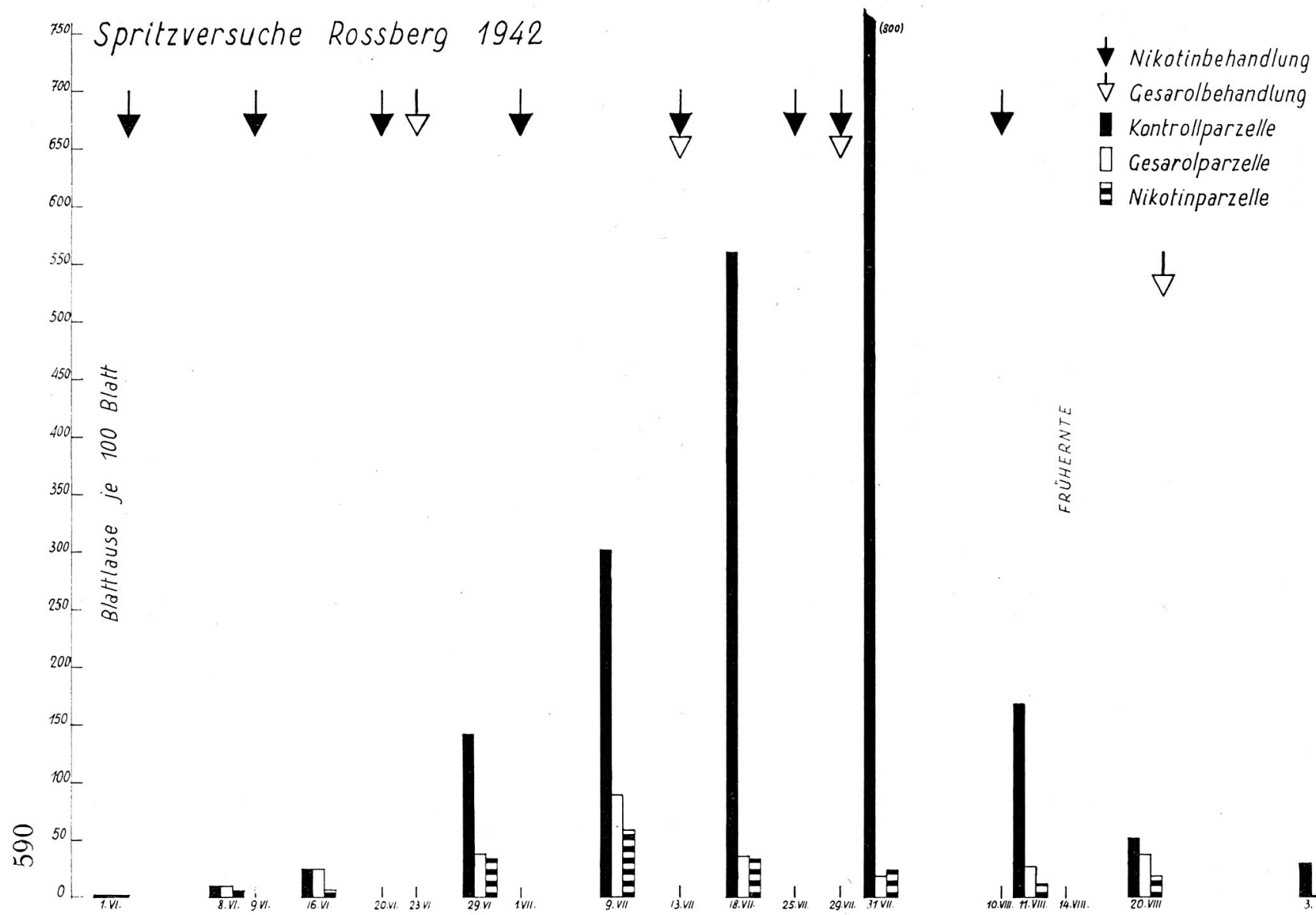


Abb. 28. Die Ergebnisse der Nikotin- und Gesarolversuche am Rossberg 1942.

Aus der Abbildung 27 sind die gegen die Blattläuse erzielten Bekämpfungsergebnisse ersichtlich.

Die einmalige Behandlung der Parzellen II verbunden mit der Phytophthorabekämpfung erweist sich schon nach den Blattlausauszählungen als ungenügend für die Virusbekämpfung. Die Zahl der Blattläuse stieg in dieser Parzelle am 18. Juli, also fünf Tage vor der ersten Behandlung, bereits auf 402, davon waren 263 *Myzus persicae*, somit über die erlaubte Grenze für die Saatkartoffelproduktion. Eine Woche nach der Bespritzung fanden wir 137 Tiere. Hätte man sofort nach dem Spritzen eine Kontrolle durchgeführt, wäre das Resultat besser ausgefallen. Da wir bei dieser Parzelle die Wirkung des Nikotinzusatzes zur üblichen Kupferspritzung prüfen wollten, verwendeten wir nur 15 Liter/Are Spritzflüssigkeit. Ein Teil der Blattläuse wurde durch die geringe Menge nicht getroffen. Die starke Vermehrung nach der Behandlung ist somit auf die relativ große Zahl dieser nicht erfaßten Tiere zurückzuführen.

Die Behandlung der Parzelle III am 14. Juli erfolgte ebenfalls zu spät, da sich an diesem Tage schon 287 Läuse je Staude vorfanden, davon 173 *Myzus persicae*. Es wurden 40 Liter Spritzflüssigkeit je Are verwendet, doch blieben auch bei dieser Menge noch einige Läuse am Leben; der Zuflug und die Zuwanderung auf diese kleinen Parzellen war zudem groß. So stieg die Population trotz gründlicher Behandlung während der günstigen Juliperiode bis zum 18. Juli wieder auf 66, am 30. Juli auf 193 und bis zum 4. August auf 247. Die Zunahme war somit prozentual noch höher als in der Kontrollparzelle, was auf die Abwanderung der Coccinelliden nach der Bespritzung zurückzuführen ist. Die zweite Behandlung am 7. August konnte das Absinken der Blattlauszahlen beschleunigen, so daß am 15. August in dieser Parzelle nur 14 Läuse gefunden wurden gegenüber 254 in der unbehandelten. Ende August war keine Wirkung der erfolgten Behandlungen mehr ersichtlich und die Population stieg nach der endgültigen Abwanderung der Feinde wieder wie in den unbehandelten Parzellen.

Die erste Bespritzung der Parzellen IV am 27. Juni konnte die einsetzende Vermehrung der ungeflügelten Läuse zurückdämmen. Am 4. Juli fanden wir in der fraglichen Parzelle nur 16 Läuse gegenüber 43 in der Kontrolle. Da sie sich weiter vermehrten, wurde am 11. Juli die zweite Behandlung sehr intensiv, d. h. mit 60 Litern je Are, durchgeführt. Trotz dieser gründlichen Behandlung fanden wir 3 Tage später 44 Läuse je Staude, also eine Zunahme gegenüber der vorhergehenden Auszählung, was beweist, daß auch bei solchen Mengen Spritzflüssigkeit immer noch Läuse am Leben bleiben. Die Vermehrung dieser und zuwandernder Läuse wurde nicht durch Feinde, die infolge zeitweisen Nahrungsmangels und auch des Nikotins wegen zur Abwanderung gezwungen waren,

gestört. So stiegen die Blattlauszahlen besonders Ende des Monats und erreichten am 4. August ein Maximum mit 330 Tieren.

Für die dritte Behandlung der Parzelle IV gilt im wesentlichen das bei Parzelle III Gesagte.

Entsprechend den unbefriedigenden Resultaten bei der Blattlausbekämpfung erwarteten wir auch keine Abnahme der Virosen im Nachbau. Weder in der Virusverseuchung (43 % im Mittel) noch im Ertrag zeigte sich ein Unterschied zwischen behandelten und unbehandelten Parzellen. Die Virusverseuchung des Nachbaues von Voran:

I. Kontrolle . . . . .	43 %
II. 1 × mit Nikotin behandelt . . .	46 %
III. 2 × mit Nikotin behandelt . . .	40 %
IV. 3 × mit Nikotin behandelt . . .	43 %

Somit konnte 1941 auf dem Roßberg durch 1—3malige Nikotinspritzungen kein Erfolg gegen die Verbreitung der Virosen erzielt werden.

## 2. Die Versuche am Hörnli.

Auf Anregung von Herrn Direktor Bertschinger wurden am Hörnli am 23. und 24. Juli größere Versuchsparzellen mit Nikotin als Zusatz zur normalen Spritzbrühe gegen Krautfäule behandelt, und zwar mit 1500 Litern Spritzbrühe pro ha. Der Befall betrug vor der Behandlung im Mittel 22,5. Über die bei den Kontrollen ermittelten Blattlauszahlen gibt die Tabelle 15 Auskunft:

Tabelle 15

### Anzahl der Blattläuse in behandelten und unbehandelten Parzellen am Hörnli

Datum der Kontrolle	Parzelle Markstein		Parzelle Ergeten	
	beh.	unbeh.	beh.	unbeh.
9. Juli . . . . .	10		3,5	
23. Juli . . . . .	25		20	
23. und 24. Juli: Behandelt mit Nikotinspritzmittel, 1500 Liter/Are				
28. Juli . . . . .	52	107	50	110
28. August . . . . .	7	12	9	24
22. September . . . . .	42	18	35	30

Die Behandlung vom 23. Juli konnte auch hier nicht verhindern, daß sich die Blattläuse bis zum 28. Juli weiter vermehrten. Es ist möglich, daß nach dieser Kontrolle die Anzahl der Läuse weiterhin anstieg, scheinbar jedoch nicht sehr stark, da am 28. August nur noch 7 resp. 9 Tiere je Staude gefunden wurden. Nach dieser Kontrolle stieg die Blattlauspopulation wieder, besonders stark in den behandelten Parzellen, von denen die Coccinelliden wegen Nahrungsmangels abwanderten. Über die Bedeutung dieser



Blattlausfeinde am Hörnli haben wir bereits berichtet. Infolge dieser Abwanderung konnten bei der letzten Kontrolle vom 22. September mehr Läuse in den behandelten als in den unbehandelten Parzellen gefunden werden.

Da 1941 die Virusverbreitung auch in den unbehandelten Parzellen gering war (im Mittel 7 %), ergaben sich im Nachbau der behandelten und unbehandelten Parzellen keine nennenswerten Unterschiede. Bei den behandelten Parzellen waren im Nachbau durchschnittlich 5,5 % der Knollen blattrollkrank. Durch die Zugabe von Nikotin zur Kupferspritzung wurde somit 1941 am Hörnli eine Wirksamkeit von nur 21 % gegen die Blattrollkrankheit erzielt.

1941 führten wir auch in Nante Bekämpfungsversuche durch, die jedoch der geringen Anzahl Blattläuse wegen keine praktischen Ergebnisse zeigten.

#### D. Die Feldversuche im Jahre 1942.

##### 1. Die Versuche am Roßberg.

###### a) Nikotin.

Da die unbefriedigenden Resultate der Nikotinversuche von 1941 z. T. auf die zu geringe Anzahl der erfolgten Spritzungen zurückgeführt werden konnten, behandelten wir 1942 die Versuchspartzen 8mal mit Nikotin-Spritzmittel bzw. 6mal mit Nikotin-Stäubemittel. Die Größe der Partzen war gleich wie im Vorjahr (10 × 10 m). Die Versuche wurden an den Sorten Voran und Edelgard durchgeführt.

In Abb. 25 sind die Resultate einiger Blattlauszählungen angegeben. Da die ersten sechs Behandlungen in den « Staub » - und « Spritz » - Partzen jeweils an den gleichen Daten erfolgten, ferner die Spritz- und Stäubemittel sich in der Wirkung ähnlich verhielten, wurden in der Darstellung nur die jeweiligen Durchschnittszahlen der Spritzmittelpartzen angeführt.

Die erste Behandlung mit Spritz- und Stäubemittel erfolgte am 1. Juni; nach der Kontrolle vom 8. Juni zu schließen, schien sie ohne großen Erfolg geblieben zu sein, da die Zunahme der Blattläuse an der Kartoffel anfangs Juni vor allem durch den Zuflug der Geflügelten einsetzte, den das Nikotin nicht aufhalten konnte. An diesem Tage zählten wir 10 Tiere je 100 Blatt in den unbehandelten und 6 in den behandelten Partzen.

Am 9. Juni wurden die Partzen zum zweiten Male behandelt. Bei der Kontrolle vom 16. Juni zählten wir in den Nikotinpartzen 7 Läuse je 100 Blatt, die Anzahl blieb vom 8. bis 16. Juni somit ungefähr gleich.

Am 20. Juni führten wir die 3. Behandlung durch, doch konnten weder diese noch die späteren eine ansteigende Tendenz der

Blattlausbewegung aufhalten; sie reduzierten jedoch immerhin den Blattlausbefall, so daß wir am 29. Juni 24 Läuse statt 142 je 100 Blatt in der Kontrolle fanden.

10 Tage später, d. h. am 1. Juli, spritzten resp. stäubten wir zum viertenmal. Leider konnten wir erst am 9. Juli eine Auszählung vornehmen. Während dieser 9 Tage, die auf die Behandlung folgten, vermehrten sich die Läuse auf 59 je 100 Blatt; in der unbehandelten Kontrolle zählten wir 302. Der Unterschied zwischen behandelt und unbehandelt war am 9. Juli weniger groß als am 29. Juni, ob- schon zwischen diesen beiden Daten eine Behandlung durchgeführt worden war. In den unbehandelten Parzellen wirkten die Coccinel- liden vermehrungshemmend, während sie in den Nikotinparzellen infolge Nahrungsmangels nicht aufkommen konnten.

Vom 9. bis 13. Juli vermehrten sich die Läuse weiter (aus der Tabelle nicht ersichtlich), weshalb die Behandlung am 13. Juli eigentlich etwas zu spät erfolgte. In diesen 4 Tagen vermochte sich die Anzahl der Läuse zu verdoppeln und stieg über 100 je 100 Blatt.

Am 13. Juli wurde zum fünftenmal behandelt. Trotz intensiver Spritzung resp. Stäubung stieg die Zahl der Blattläuse bis zum 18. Juli auf 34, wovon 25 Junglarven (1—3) waren, ein Zeichen dafür, daß es sich vor allem um Nachkommen geflügelter Tiere, die nach der Behandlung zugeflogen waren, handelte. Daneben fand man bei den Kontrollen oft überraschenderweise einzelne Blätter, die dichte Blattlauskolonien aufwiesen. Es handelte sich in der Regel um halb mit Erde bedeckte Blätter, daneben aber auch um höher gelegene, die durch das Spritzmittel nicht erreicht worden waren. Nach unseren Beobachtungen werden beim üblichen Kar- toffelspritzen mit Rückenspritze zirka 10 % der Blätter überhaupt nicht und weitere 20—25 % nicht auf der Unterseite getroffen. Auch bei Steigerung der Flüssigkeitsmenge auf das Doppelte und Drei- fache und gründlichem Spritzen bleiben einzelne Blätter, sobald das Laub groß ist, unbehandelt, und dies besonders dann, wenn beim Häufeln viele Blätter durch Erde zugedeckt werden.

Auch zwischen dem 18. und 24. Juli (am 25. wurde die 6. Be- handlung durchgeführt) konnten sich die Blattläuse stark ver- mehrten, was aus der graphischen Darstellung nicht hervorgeht, da die nächste Auszählung erst am 27. Juli, d. h. nach der Behandlung, stattfand. Wir haben hier eine zweite, für den Erfolg «kritische Periode» (erste zwischen 9. und 13. Juli). Am 25. Juli wurden die «Staub»-Parzellen zum letztenmal behandelt, während am 29. eine siebente Bespritzung der entsprechenden «Spritz»-Parzellen vorgenommen wurde. Durch diese Behandlung konnte die Anzahl der Blattläuse unter 30 gehalten werden.

Die 8. und letzte Behandlung am 10. August beschleunigte die schon vorhandene Tendenz zur Abnahme, so daß am 11. August

nur noch 12 Blattläuse in den behandelten gegen 168/100 Blatt in den unbehandelten Parzellen gefunden wurden. Die Anzahl war auch am 20. August noch unverändert, wogegen am 3. September 15 und am 15. September 27 Tiere gezählt werden konnten.

Um die Wirkung der Frühernte zu kontrollieren, wurde am 14. August von jeder Staude eine Knolle ausgegraben und später testiert. Bei der Ernte im September entnahmen wir jeder Staude eine weitere Knolle für die Virusprüfung.

Die Ergebnisse der Behandlungen auf den Nachbau sind aus Tabelle 16 ersichtlich.

Tabelle 16

### Einfluß der Nikotinbehandlung auf die Virusinfektion des Nachbaues

Frühernte: 14. August 1942

Normalernte: Ende September 1942

Art der Behandlung S o r t e	Infektion durch Blattrollvirus		Infektion durch andere Virose*		Total Virus- infektion	
	Früh- ernte	Normal- ernte	Früh- ernte	Normal- ernte	Früh- ernte	Norm.- ernte
	%	%	%	%	%	%
<b>E d e l g a r d</b>						
unbehandelt . . . . .	12	19	3	13	15	32
behandelt mit Nikotin- Spritzmittel (8mal) . . . . .	8	13	4	12	14	26
behandelt mit Nikotin- Stäubemittel (6mal) . . . . .	9	14	3	12	13	27
<b>V o r a n</b>						
unbehandelt . . . . .	25	38	7	5	32	43
behandelt mit Nikotin- Spritzmittel . . . . .	18	28	6	5	23	36
behandelt mit Nikotin- Stäubemittel . . . . .	17	30	6	5	26	33

\* Solanum Virus 1 wurde nicht kontrolliert.

Trotz der zwei « kritischen Perioden » (9.—13. und 18. bis 24. VII.), in denen die Blattlauszahlen über 100 je 100 Blatt stiegen, erwarteten wir nach den Blattauszählungen bessere Resultate beim Nachbau, denn auch in den « kritischen Perioden » stieg die Anzahl von Myzus persicae nicht über 60 je 100 Blatt. Die Wirksamkeit der Spritzungen gegen die Blattrollkrankheit betrug jedoch nur 26,3 % bei Voran und 31,6 % bei Edelgard (Normalernte), die der Stäubungen 21,1 % bei Voran und 26 % bei Edelgard (Normalernte). Es gelang uns also nicht, trotz sechsmaliger resp. achtmaliger Nikotinbehandlung, die Virose in genügend hohem Maße einzudämmen. Für die Virusvermehrung in den Ver-

suchspartellen am Roßberg spielte somit nicht das Maximum der Blattläuse die ausschlaggebende Rolle, sondern die starke Zuwanderung sowie der Zuflug von *Myzus persicae* aus den andern unbehandelten Partellen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Erfolge besser ausgefallen wären, wenn man sämtliche Kartoffelpflanzen der Umgebung behandelt hätte, wodurch die Migration weitgehend verhindert worden wäre. Im Laufe der Monate Juli und August konnten wir jeweils schon 6 Stunden nach der Behandlung wieder geflügelte *M. persicae* an den Stauden beobachten.

Die Wirksamkeit der gegen die Blattrollkrankheit erfolgten Frühernte betrug 1942 gegenüber der Normalernte 31,6 % bei Voran resp. 35,3 % bei Edelgard. Der Unterschied im Blattrollbefall zwischen den behandelten und unbehandelten Partellen war bei der Frühernte geringer als bei der Normalernte.

Die Kombination von Frühernte und Nikotinbehandlung ergab etwas bessere Resultate. Die Wirksamkeit « Frühernte behandelt » gegenüber « Normalernte unbehandelt » betrug bei Edelgard gespritzt 57,8 %, gestäubt 52,6 % und bei Voran gespritzt 53 %, gestäubt 55 %.

Im Durchschnitt aller Versuche wirkte das Spritzmittel etwas besser als das Stäubemittel, doch sind die Differenzen vor allem auf die größere Anzahl der erfolgten Behandlungen mit dem Spritzmittel zurückzuführen.

#### b) Gesarol.

Diese Versuche wurden in Verbindung mit der Firma J. R. Geigy A.-G. durchgeführt. Es wurden größere Partellen angelegt und statt der Rückenspritze die fahrbare Motorspritze verwendet. Die Partellenbreite betrug 9 resp. 17 Reihen, entsprechend der Breite der Motorspritze (7 Reihen ganz, 2 Reihen halb gespritzt bei einmaligem Durchfahren). Die Versuchspartellen zogen sich quer durch den Acker und hatten eine Länge von 120—150 m. Um die Unterschiede im Befall der Rand- und Mittelreihen durch Vira festzustellen, wurden die Knollen aus diesen Reihen getrennt geerntet und testiert; die nur zur Hälfte behandelten Randreihen wurden dabei nicht berücksichtigt. Als Versuchssorten verwendeten wir Böhm's Allerfrüheste Gelbe, Edelgard, Sabina und Voran. Es wurde nach folgendem Versuchsplan gearbeitet:

- 23. Juni:      Behandlung aller Sorten mit zirka 50 kg Gesarolstaub.
- 13. Juli:      Allerfrüheste Gelbe, Edelgard und Sabina werden mit 1 % Gesarol + 0,2 % Netzmittel + 1 % Kupferkalkbrühe mit der Motorspritze gespritzt. Verbrauch 1400 Liter/ha.
- 18. Juli      Voran als Phytophthora-resistente Sorte wird mit Gesarol-Staub gestäubt.

29. Juli: Die bereits erwähnten drei Sorten werden mit 1 % Gesarol + Netzmittel gespritzt.
11. August: Letzte Behandlung der Parzelle Voran mit Gesarol-Staub.
20. August: Die Sorten Sabina und Edelgard mit Gesarol + Netzmittel gespritzt. (Die Sorte Allerfrüheste Gelbe hatte zu diesem Zeitpunkt schon fast vollständig abgestorbenes Laub, weshalb eine weitere Behandlung unterblieb.)
14. August: Frühernte. Wir entnahmen allen Parzellen Knollen zur Prüfung der Wirksamkeit der Frühernte.

Von Mitte September an wurden die Kartoffeln geerntet.

Abb. 28 zeigt die Ergebnisse einiger Blattlauszählungen an den Sorten Sabina und Edelgard, verglichen mit den unbehandelten sowie den mit Nikotin behandelten Parzellen.

Die erste Behandlung vom 23. Juni hatte eine ziemlich lang andauernde Wirkung. Sechs Tage nach dieser Stäubung, d. h. am 29. Juni, fanden wir 38 Läuse je 100 Blatt und am 9. Juli 89. Die Zeit vom 9.—13. Juli, d. h. bis zur 2. Behandlung, ist auch beim Gesarol (wie beim Nikotin) als kritisch zu bezeichnen, da sich die Blattläuse während dieser vier Tage weiter vermehrten und ihre Zahl 100 je 100 Blatt überstieg.

Am 13. Juli erfolgte die 2. Behandlung, deren Erfolg wir am 18. prüften. Wir fanden 36 Läuse je 100 Blatt. Die Wirkung dieser Spritzung konnte noch am 27. Juli nachgewiesen werden, wo wir in der behandelten Parzelle 77 Tiere gegenüber 800 in der unbehandelten zählten. Die zweite « kritische Periode » für das Gesarol lag zwischen dem 28. und 29. Juli. Auch in diesen beiden Tagen konnte die Population über 100 zunehmen. Nach der am 29. Juli stattgefundenen 3. Behandlung sank die Blattlauspopulation auf 19 Tiere gegenüber 790 in der Kontrollparzelle laut Auszählung vom 31. Juli.

Im Monat August verminderte sich die Anzahl der Blattläuse in den unbehandelten, nicht aber in den behandelten Parzellen. Am 11. August konnte eine schwache Zunahme auf 27 konstatiert werden. Der wichtige reduzierende Faktor, die Blattlausfeinde, hatte in den Gesarolparzellen keine Wirkung. Die Feinde wurden nicht wegen Nahrungsmangel vertrieben, sondern vor allem abgetötet. Besonders die Coccinelliden sind als Käfer sehr gesarolempfindlich. So stieg denn auch die Zahl der Blattläuse am 20. August auf 38 je 100 Blatt. Um eine weitere Vermehrung zu verhindern, wurde an diesem Tage eine 4. Behandlung durchgeführt.



Unsere Ausführungen über die Blattlausvermehrung und -Abnahme während der Vegetationsperiode gelten nicht nur für die beiden Sorten Sabina und Edelgard, sondern sinngemäß auch für die andern Sorten, die im Versuch aufgenommen waren. Spritz- und Stäubemittel hatten wie beim Nikotin so auch beim Gesarol ungefähr die gleiche Wirkung.

Trotzdem mit Gesarol weniger Behandlungen durchgeführt wurden als mit Nikotin, scheint der relative Erfolg in bezug auf die Blattlausvernichtung ein besserer zu sein. Nun dürfen aber diese beiden Versuchsmittel nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden. Schon der Unterschied in der Größe der Parzellen bedingt, daß sowohl die Zuwanderung als auch der Zuflug beim Gesarol geringer war als beim Nikotin. Außerdem ist auch die Wirkung der Motorbehandlung in Betracht zu ziehen, denn der Spritzstrahl der Motorspritze ist bei hohem Druck dermaßen hart, daß einzelne direkt getroffene Blattläuse bereits unter der Wirkung des Strahles zugrunde gehen. Großer Druck ermöglicht zudem eine bessere und gründlichere Benetzung der ganzen Pflanze und bietet eher eine Möglichkeit, daß alle Blätter getroffen werden.

Einen Vorzug besitzt das Gesarol allerdings gegenüber dem Nikotin. Dieser besteht in der störenden Wirkung des Belages gegen zufliegende Blattläuse, die die Stauden schon nach kurzer Zeit wieder verlassen.

Im Ertrag zeigten sich keine Unterschiede zwischen den mit Gesarol behandelten und den unbehandelten Kontrollparzellen. Die Wirkung der Behandlungen auf den Nachbau ist aus Tabelle 17 ersichtlich:

Tabelle 17

### Wirkung der Gesarolbehandlung auf den Nachbau

S o r t e	Blattrollvirus			Andere Virosen*			Total Virus		
	behandelt	unbe-	handelt	behandelt	unbe-	handelt	behandelt	unbe-	handelt
	Rand	Mitte		Rand	Mitte		Rand	Mitte	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1. Normalernte									
A. Gelbe .	14	12	15	33	34	49	47	46	64
Edelgard .	19	16	19	17	16	13	36	32	31
Sabina .	37	32	49	8	11	22	45	43	71
Voran . .	40	27	38	5	4	5	45	21	43
2. Frühernte									
Edelgard . .	18		12	3	3		21		15
Voran . . .	25		25	8	7		34		36
Sabina . . .	19		20	2	3		21		23

\* ohne Solanum Virus 1.

Die Tabelle zeigt, welche bedeutende Rolle die Zuwanderung von unbehandelten Parzellen her spielt. Die Unterschiede zwischen Rand- und Mittelreihen sind relativ groß. In den Randreihen ist praktisch überhaupt kein Bekämpfungserfolg sichtbar. In den Mittelreihen ist zwar ein Unterschied vorhanden, doch ist er im Durchschnitt geringer als beim Nikotin.

Weder mit Gesarol noch mit Nikotin gelang es uns, 1942 die Virosen am Roßberg in genügendem Maße einzudämmen. Es scheint uns wahrscheinlich, daß der Mißerfolg vor allem auf die Zuwanderung von den verhältnismäßig sehr großen unbehandelten Parzellen zurückzuführen ist. Dabei ist auch der Tatsache Rechnung zu tragen, daß geflügelte Blattläuse gerne weiße Unterlagen oder weiß bespritzte Blätter anfliegen, wie dies Moore (1935, 1937) zeigen konnte.

## 2. Die Versuche in Kerzers.

Die Versuche in Kerzers erfolgten im Betriebe der S. G. G. und zwar an den beiden Sorten Erdgold und Voran. Bei jeder Sorte wurden 3 Versuchsparzellen zu 5 Aren angelegt.

Parzelle I: 2 Behandlungen mit Gesarol, am 20. Juni und 25. Juli

Parzelle II: 3 Behandlungen mit Gesarol, am 20. Juni, 25. Juli und 20. August

Parzelle III: Unbehandelte Kontrollparzelle.

Mit Nikotin wurden in Kerzers keine Versuche durchgeführt.

Die Behandlung der Parzellen erfolgte wie am Roßberg mit Motorspritzen. Auch hier waren die Versuchsanlagen an allen Seiten von unbehandelten Kartoffelpflanzen umgrenzt. Die Behandlung vom 20. Juni wirkte nur bis Ende des Monats. Im Laufe des Juli stieg die Blattlauspopulation in den unbehandelten wie behandelten Parzellen sehr hoch und erreichte am 17. Juli bei der Sorte Voran behandelt sogar 796 Läuse je 100 Blatt gegenüber 660 bei unbehandelt. Allerdings waren von diesen 796 Tieren nur 41 *Myzus persicae*. Dieser Unterschied zu Gunsten der Kontrollparzelle läßt sich nur durch die Tätigkeit der Coccinelliden erklären. In der Kontrolle fanden wir denn auch je 100 Blatt 3 Coccinelliden Imagines, 2 Puppen und 3 Larven, im behandelten dagegen nur 0,5 Imagines, 0,4 Puppen und 2 Larven. Die Behandlung Ende Juni tötete die vorhandenen Marienkäfer ab und ließ auch eine spätere Zuwanderung der Tiere nur in begrenztem Maßstabe zu, da auch der trockene Gesarolbelag gegen diese Tiere wirkungsvoll ist.

Die zweite Bespritzung reduzierte die Blattläuse so stark, daß Ende Juli nur mehr 40 Läuse je 100 Blatt bei der Sorte Voran zu

finden waren. Die Wirkung war jedoch nur von kurzer Dauer, denn im August stieg die Blattlauspopulation in den behandelten Parzellen, wogegen sie in den unbehandelten unter der Einwirkung der Blattlausfeinde rapid abnahm. Um diese weitere Vermehrung aufzuhalten, wurde in den Parzellen II die 3. Behandlung durchgeführt, deren Erfolg nur in der Virusinfektion des Nachbaues geprüft wurde.

Wie am Roßberg, so wurden auch in Kerzers Knollen zur Prüfung des Nachbaues entnommen, zudem wurde bei der Sorte Voran eine Frühernte (28. August) durchgeführt. Der Erfolg der Bekämpfungsmaßnahmen geht aus nachfolgender tabellarischer Zusammenstellung hervor:

Tabelle 18

### Einfluß der Gesarolbehandlung auf den Nachbau.

Versuchsort: Kerzers.

S o r t e	Blattrollkrankh.			Andere Virosen*			Total viruskrank		
	behand.	unbe-	hand.	behand.	unbe-	hand.	behand.	unbe-	hand.
	2× %	3× %	hand. %	2× %	3× %	hand. %	2× %	3× %	hand. %
Voran Normalernte .	5	3	7	8	5	12	13	8	19
Voran Frühernte . .	6	—	6	8	—	10	14	—	16
Edelgard . . . .	4	3	4	14	20	20	18	23	24

\* ohne Solanum Virus 1.

Entsprechend dem geringen Auftreten von *Myzus persicae* in Kerzers ist ihre Bedeutung eine untergeordnete. Die Behandlung zeigt eine, wenn auch schwache Wirkung gegen die Blattrollkrankheit, die jedoch infolge der geringen Infektion der unbehandelten Stauden nicht sehr deutlich zum Ausdruck kommt.

### 3. Die Versuche auf der Kiley Alp.

Die Sorten Alma und Ackersegen wurden zweimal während der Vegetationsperiode mit Gesarol gestäubt und zwar am 24. Juni und 19. Juli. Durch die erste Behandlung konnte der Zuflug von den Winterwirten her anfangs Juli etwas zurückgedämmt werden. Mitte Juli konnte allerdings wieder ein Ausgleich geschaffen werden, so daß am 19. Juli kein Unterschied zwischen behandelten und unbehandelten Parzellen zu beobachten war. Die am gleichen Tag erfolgte 2. Bestäubung hatte besseren Erfolg, sie wirkte bis Mitte August. Mitte Juli war der Zuflug von den Winterwirten beendet, Ende Juli und Anfang August wurden virginopare Geflügelte in geringer Anzahl produziert, woraus sich auch der gute Erfolg, der sich sogar im Nachbau äußerte (S. Tabelle 19), erklärt.

Tabelle 19

### Einfluß der Gesarolbehandlung auf den Nachbau der Kartoffeln auf der Kiley Alp

S o r t e	Blattroll	Andere Virosen*	Total Virus	Gesund
	%	%	%	%
<b>A l m a</b>				
behandelt . . .	21	3	24	76
unbehandelt . . .	41	1	42	58
<b>A c k e r s e g e n</b>				
behandelt . . .	15	5	20	80
unbehandelt . . .	29	7	36	64

\* ohne Solanum Virus 1.

Durch die beiden Behandlungen, wobei die erste den Zuflug vom Winterwirt und die zweite eine übermäßige Vermehrung verhinderte, konnte auf der Kiley Alp eine fast 50prozentige Wirkung gegen die Blattrollkrankheit erzielt werden.

#### 4. Die Versuche in Nante.

In Nante verwendeten wir für unsere Versuche Nikotin-Staub und Gesarol-Staub. Die Behandlung erfolgte am 3. Juli. Die Blattlausbesiedlung der Parzellen konnte erst gegen Ende der Vegetationsperiode, d. h. am 22. August kontrolliert werden. Interessanterweise zeigte sich dabei, daß der Befall in den Nikotinparzellen ungefähr gleich hoch war wie in den Kontrollparzellen, die Gesarolparzellen dagegen 40 % geringeren Blattlausbefall aufwiesen. Die Behandlung am 3. Juli erfolgte, bevor die Migration von den Winterwirten her einsetzte, hatte somit mehr präventiven Charakter, so daß weder das Gesarol noch das Nikotin eine direkte Wirkung ausübten. In den nachfolgenden Tagen hielt jedoch der Gesarol-Staub die zufliegenden Geflügelten ab. Wie bereits erwähnt, erfolgte der Zuflug der Migrantes in Nante kurz nach dem 3. Juli. Da die Anfangsinfektion in den Gesarolparzellen geringer ausfiel, konnte noch nach zwei Monaten ein Unterschied festgestellt werden.

Die Differenzen im Nachbau waren die folgenden:

S o r t e	behandelt		unbehandelt %
	Nikotin	Gesarol	
	%	%	
Dumbar-Standard . . .	5	2	6
Arran-Pilot . . . . .	8	3	7
Versch. andere Sorten . . .	9	6	9

### E. Ergebnisse der Bekämpfungsversuche.

Es ist uns nicht gelungen, weder 1941 noch 1942, in Abbau-  
lagen durch Vernichtung der Blattläuse die Virosen praktisch wirk-  
sam zu bekämpfen, wenn auch die Anzahl der Pfirsichläuse in ein-  
zelnen Parzellen innerhalb der für Vermehrungslagen geforderten  
Grenzen blieb. Doch wird die Vermehrung der Virosen nicht allein  
durch das Maximum der Blattläuse in einer kleineren Parzelle,  
sondern auch sehr stark vom Ausmaß der Wanderung bedingt,  
welche ihrerseits in hohem Maße von der Anzahl Läuse in den um-  
gebenden Parzellen wie auch an den Unkräutern usw. beeinflusst  
wird. Welchen Erfolg Behandlungen in großen geschlossenen Ge-  
bieten gezeitigt hätten, kann nicht gesagt werden. Wahrscheinlich  
hätte man bessere Resultate erhalten, doch ist auch dann noch zu  
berücksichtigen, daß die Coccinelliden als wichtiger regulierender  
Faktor beim Massenwechsel, durch Bekämpfungsmaßnahmen einer-  
seits infolge Nahrungsmangel vertrieben (beim Nikotin), anderseits  
auch durch Spritzmittel (Gesarol) direkt getötet werden.

Etwas besser war der Erfolg in Vermehrungs- und Hochzucht-  
lagen, wo die Wanderung der geflügelten und ungeflügelten Läuse  
geringer ist. Durch gut placierte Spritzungen oder Stäubungen mit  
einem der genannten Mittel ist es hier möglich, gewisse, wenn auch  
noch nicht befriedigende Resultate zu erzielen. Das Gesarol besitzt  
dabei den Vorteil, daß es einige Zeit nach der Behandlung auf die  
zuwandernden Tiere eine abhaltende Wirkung aufweist, wogegen  
das Nikotin eine bessere direkte Wirkung gegen die Blattläuse zu  
verzeichnen hat.

Vorläufig kann die chemische Bekämpfung nur als eine zusätz-  
liche Maßnahme in Vermehrungs- und Hochzuchtlagen empfohlen  
werden, ohne jedoch Kulturmaßnahmen zu ersetzen.

## VIII. Zusammenfassung.

Die wichtigsten in der Schweiz vorkommenden Vira der Kar-  
toffel sind die folgenden:

Solanum Virus 1 (X Virus), verursacht das milde Mosaik,  
Solanum Virus 2 (Y Virus), verursacht die Strichelkrankheit,  
Solanum Vira 3 und 7 (A und E Virus), sind weniger häufig,  
Solanum Virus 14 (Blattlausvirus), der Erreger der Blattroll-  
krankheit. Es ist die wirtschaftlich bedeutendste der aufge-  
zählten Virusarten.

Durch Zusammenwirken der oben genannten Vira entstehen  
große wirtschaftliche Schäden im Kartoffelbau. Der jährliche Aus-  
fall in der Schweiz beträgt nach unserer Schätzung  $7\frac{1}{2}$  — 10 %  
der gesamten Kartoffelernte.



Die wirtschaftliche Bedeutung von *Myzus persicae* liegt für unsere Verhältnisse vor allem in ihrer Rolle als Verbreiterin der Kartoffelvirose. In der Schweiz fanden wir *Myzus persicae* an allen Orten, wo Kartoffeln angebaut werden. Der höchste Fundort lag in der Nähe von Maran, zirka 2000 m ü. M.

Die holozyklische Überwinterung von *Myzus persicae* in der Nähe von Zürich erfolgte an Pfirsich, Aprikose und Nektarinen. Wir konnten saugende Gynoparen und auch Weibchen im Herbst an verschiedenen andern Rosaceen feststellen, doch konnte keine Eiablage beobachtet werden. Pfirsichbäume werden den Aprikosen und Nektarinen vorgezogen, freistehende Bäume werden stärker befliegen als Spalierbäume. In der Umgebung von Zürich erschienen die ersten Gynoparen im September (1941 1.—17. September, 1942 Mitte—Ende September, 1943 24. September). Die Männchen erschienen oft später und in wesentlich geringerer Zahl. Die Nachkommen der Gynoparen, die ungeflügelten Weibchen, kopulieren nach beendeter Entwicklung, die durchschnittlich 15—20 Tage dauert. Ein Weibchen kann 5—10 Eier ablegen. Die Anzahl der Eier ist oft trotz zahlreicher Gynoparen und Weibchen gering. Dies ist durch das Mißverhältnis zwischen Weibchen und Männchen, sowie durch die Wirkung der Blattlausfeinde, vor allem Syrphiden, bedingt.

In der Umgebung von Zürich schlüpften Anfang bis Mitte April die ersten Fundatrices. Die Nachkommen dieser Stammütter, die fundatrigenen Virgines, sind ungeflügelt. Erst von der 3. Hauptwirtsgeneration an findet man Frühjahrsgeflügelte. Ihr Prozentsatz steigt in den nachfolgenden Generationen auf 90—100 %. Diese Frühjahrsgeflügelten besorgen die Besiedelung der Sommerwirte.

Außer an den oben erwähnten Pflanzen konnten wir Eiablage, Überwinterung und Ausbildung von Fundatrices in Nante bei Airolo (1426 m ü. M.) auch an Rosen nachweisen.

*Myzus persicae* kann auch anholozyklisch durch Bildung von parthenogenetischen Generationen den Winter überdauern. Diese Überwinterungsart spielt für die ostschweizerischen Verhältnisse eine bedeutendere Rolle als die holozyklische. Besonders in geschlossenen Räumen: Kellern, Mieten, Gewächshäusern, können sich die Läuse über den Winter gut halten. Im Freien starben die Läuse in der Regel spätestens im Januar unter Kälteeinwirkung ab.

Die Winterbehandlung der Pfirsich- und Aprikosenbäume, sowie die strenge Kontrolle der Orte, wo die anholozyklische Überwinterung erfolgen kann, ist für die Bekämpfung der Virose empfehlenswert.

Wir führten in den Jahren 1941 und 1942 Untersuchungen über den Massenwechsel der Blattläuse an der Kartoffel in Abbau-lagen (Roßberg), Vermehrungslagen (Hörnli, Kerzers, Kiley Alp)

und in Hochzuchtlagen (Nante) durch. Es konnte festgestellt werden, daß die Virusvermehrung an einem Ort von dem Maximum an *Myzus persicae* (bis zum 15. August), von der Anzahl der jährlich gebildeten Generationen, von der Menge und dem jahreszeitlichen Auftreten der Geflügelten und von dem Ausmaß der Wanderung und des Fluges abhängt. Der Massenwechsel wird durch biotische und abiotische Faktoren stark beeinflußt. Zu den ersteren müssen vor allem die Blattlausfeinde, namentlich die Coccinelliden, gezählt werden. Von den abiotischen Faktoren spielen besonders Temperatur, Niederschläge und Wind eine Rolle.

Die Höhe ü. M. gibt noch keinen sicheren Hinweis auf den Abbaugrad eines Ortes. Ein besseres Bild erhält man durch die Beobachtung der klimatischen Faktoren. Kühle, zügige Orte sind warmen, geschlossenen vorzuziehen. Als Hochzuchtlagen können solche gelten, in denen bis zum 15. August nicht mehr als 20—30 *Myzus persicae* je 100 Blatt oder 15 je Staude gefunden werden. Vermehrungslagen sind solche, in denen der Pfirsichblattlausbefall 30—90 *persicae* je 100 Blatt oder 20—55 je Staude beträgt. Steigt der Befall über diese Grenze so ist die Möglichkeit für gesunde Saatgutproduktion gering.

An Hand von Laboratoriumsuntersuchungen konnten wir feststellen, daß die kritische Temperatur, unter welcher theoretisch keine Entwicklung stattfindet, für die Sommergenerationen von *Myzus persicae*  $4,3^{\circ}\text{C}$  beträgt. Die artspezifische Thermalkonstante ist 137. Die theoretisch errechnete und experimentell erhaltene Entwicklungsdauer stimmten gut überein. Steigende Temperaturen zwischen  $10$  und  $26^{\circ}\text{C}$  verkürzten die Lebens- und Entwicklungsdauer, wie auch die Praeovipositionsperiode. Die Anzahl der täglich abgelegten Junglarven sowie die Gesamtzahl der Larven überhaupt steigt in der gleichen Temperaturspanne. Das Temperatur-Optimum liegt bei  $26^{\circ}\text{C}$ . Temperaturen über  $28^{\circ}\text{C}$  schädigen die Tiere.

Mittels eines Blattlausfangapparates versuchten wir den Einfluß des Klimas auf den Flug zu prüfen. Wir konnten feststellen, daß bei Windgeschwindigkeiten bis 5 m/sec. keine Korrelation zwischen Flughäufigkeit und Windstärke vorhanden ist. Über diese Grenze gehende Windstärke hemmt den Flug. Die geflügelten *Myzus persicae* fliegen von den Stauden ab, wenn die Windstärke in 1 m Bodenhöhe nicht über 3—4 m/sec. beträgt. Starker Wind über 3 m/sec. beeinflußt die Flugrichtung der Läuse. Tiefe relative Luftfeuchtigkeit unter 40 % verbunden mit hoher Temperatur hemmt den Flug ebenso wie Temperaturen unter  $15^{\circ}\text{C}$ .

Für die Saatkartoffelproduktion sind kühle, windexponierte Lagen auch deshalb geeignet, weil hier einerseits die Blattlausentwicklung langsamer vor sich geht, anderseits die Flughäufigkeit geringer ist und die Läuse die Kartoffelpflanzen weniger gut anfliegen können.

Wir versuchten mittels Nikotin- und Gesarolbehandlungen die Blattläuse an der Kartoffel zu bekämpfen und dadurch die Virusverbreitung zu hemmen. Das Nikotin zeigte eine bessere direkte Wirkung gegen die Läuse, wogegen das Gesarol eine gewisse Hemmung für die Besiedlung durch Geflügelte bildete. Es gelang uns nicht, mit dreimaliger Nikotinspritzung die Virusinfektion in Abbaulagen zu mindern. Auch achtmalige Nikotinspritzung und viermalige Gesarolspritzung lieferten nur ungenügende Resultate in Abbaulagen. In Vermehrungs- und Hochzuchtanlagen konnten wir durch Gesarolbehandlungen die Virusinfektionen herabsetzen. An Hand dieser Versuche scheint nicht ausgeschlossen zu sein, im Notfalle durch Behandlungen mit einem der genannten Mittel in nicht allzu ungünstigen Lagen, gesünderes Saatgut zu produzieren.

### Literaturverzeichnis.

- Balachowsky, A. und Mesnil, L.: Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris 1935.
- Bawden, F.C.: Plant viruses and virus diseases. — *Chronica Botanica Comp.* Leiden 1939.
- Berland L.: Premiers resultats de mes recherches en avion sur la faune et la flore atmosphérique. — *Ann. soc. ent. France* 194, S. 73—96, 1935.
- Bennet, C. W. und Wallace, H. E.: Relation of the curly top virus to the vector *Eutettix tenellus*. — *Journ. Agric. Res.* 56/1, S. 31—53, 1938.
- Black, L. M.: Inhibition of virus activity by insect juices. *Phytopath.* 29, S. 321. 1939.
- Bodenheimer, F. S.: Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. — *Zeitschr. f. angew. Entomologie.* 16. Berlin 1930, S. 433—450.
- Börner, C.: Über das Auftreten geflügelter Formen bei Blattläusen. *Mitteilung Biol. Reichsanstalt* 16, S. 42—43, 1916.
- Über Fernflüge von Blattläusen nach Beobachtungen auf Memmert und Helgoland. — *Verhandl. deutsch. Ges. ang. Ent.* 1921. Berlin 1922.
- Beiträge zu einem neuen System der Blattläuse. — *Arch. für klassifik. u. phylogen. Ent.* 1, H. 2. 1930.
- Systematik virusübertragender Pflanzenläuse. — *Landw. Jahrbücher* 90, S. 287, 1940.
- u. Schilder, F.: Aphidoidea, Blattläuse. In: Sorauer, *Handbuch der Pflanzenkrankheiten* 5/2, 4. Auflage, S. 551—715, Berlin 1932.
- Botjes, J. G. O.: De bladrolziekte van de aardappelplant. — *Diss. Wageningen* 1920.
- Boude, R. u. Simpson, G. W.: Spraying potatoes with copper fungicides in combination with rotenone for the control of diseases and insects. — *Maine Agric. Exp. Sta. Bul. Nr. 405*, 1941.
- Buckton, G. B.: *Monograph of British aphides*, 1—4, Ray Soc. London 1876.
- Burnham, J. C.: Discovery of an autumn host plant of *Myzus persicae* Sulzer. — *Canad. Ent.* 69, H. 9, S. 208, 1937.
- Cairaschi, E. A. u. Grison, P.: Action des froids anormaux de l'hiver 1938/39 sur divers insectes nuisibles. — *C. R. Acad. Agric. Fr.* 25/14, S. 537—541. 1939.

- Chardon, C.E. u. Veve, R. H.: The transmission of sugar cane mosaic by *Aphis maidis* under field condition in Porto Rico. — *Phytopath.* 13, S. 25, 1923.
- \*Cottier, W.: An insect survey of potato foliage in New Zealand. — *New Zealand J., Sci. Tech.* 13, No. 3, S. 125—199, ref. R. A. E. 1932.
- *Aphides affecting cultivated plants. The Aphides of the potato.* — *N. Z. J. Agr.* 50, S. 281—288, 1935.
- Davidson, W. M.: Alternation of hosts in economic aphides. — *Journ. of econ. entom.* 11, S. 289—294, 1918.
- Davidson, J.: The penetration of plant tissues and the source of the food supply of aphides. — *Ann. Appl. Biolog.* 10, S. 35, 1923.
- On the occurrence of the parthenogenetic and sexual forms in *Aphis rumicis* L. with special reference to the influence of environmental factors. — *Ann. Appl. Biolog.* 16, S. 104—134, 1929.
- Davies, W. M.: Ecological studies on aphides infesting the potato crop. — *Bull. Ent. Res.* 23/4, S. 535—548, 1932.
- Studies on aphides infesting the potato crop. II. *Aphis* survey: its bearing upon the selection of districts for seed potato production. — *Ann. Appl. Biol.* 21, S. 283, 1934.
- A water-power mechanical insect trap. — *Bull. Ent. Res.* 26, S. 553, 1935.
- Studies on aphides infesting the potato crop. III. Effect of variation in relative humidity on the flight of *Myzus persicae* Sulzer. — *Ann. Appl. Biol.* 22, S. 106—115, 1935.
- Studies on the aphides infesting the potato crop. V. Laboratory experiments on the effect of wind velocity on the flight of *Myzus persicae* Sulzer. — *Ann. Appl. Biol.* 23, S. 401—408, 1936.
- *Aphis* migration and distribution in relation to seed potato production. — *Sci. Hort.* 5, S. 47—54, 1937.
- and Whitehead, T.: Studies on aphides infesting the potato crop. IV. Notes on the migration and condition of alatae *Myzus persicae* Sulzer. — *Ann. Appl. Biol.* 22, S. 549—556, 1935.
- (†) and Whitehead, T.: Studies on aphides infesting potato crop. VI. *Aphis* infestation of isolated plants. — *Ann. Appl. Biol.* 25, S. 122, 1938.
- (†): Studies on aphides infesting the potato crop. VII.: Report on a survey of the aphides population of potatoes in selected districts in Scotland. — *Ann. Appl. Biol.* 26, S. 116—133, 1939.
- Davis, J. J.: Miscellaneous aphid notes. — *Canad. Entom.* No. 10, S. 28—234, 1919.
- Dicker, H. and Pearce, S. C.: A study on the variation of size within two species of aphides. — *Bull. Ent. Res.*, Vol. 31, S. 46—60, 1941.
- Doolittle, S. P. and Walker, M. M.: *Aphis* transmission of cucumber mosaic. — *Phytopath.* 18, S. 143, 1928.
- Dykstra, T. P. and Whitaker, W. C.: Experiments on the transmission of potato viruses by vectors. — *Journ. Agr. Res.* 57, S. 319—334, 1938.
- Eidg. Statistisches Amt: Ergebnisse der schweizerischen Obstbaumzählung auf Grund der Betriebszählung vom 22. Aug. 1929. — *Statist. Quellenwerke der Schweiz*, H. 4, 1930.
- Eidmann, H.: *Lehrbuch der Entomologie*, 1941.
- Elze, O. L.: De verspreiding van virusziekten van de Aardappel (*Solanum tuberosum* L.) dor insecten. — *Inst. voor Phytopath. Lab. voor Mycol. en Aardappelonderzoek Meded.* 32, 1927.

- The relation between insect and virus as shown in potato leaf roll and a classification of viruses based on this relation. *Phytopath.* 2., S. 675, 1931.
- Esmarch, F.: Die Blattrollkrankheit der Kartoffel. — Monograph. z. Pflanzenschutz H. 8, 1932.
- \*Fowler, R.: Green peach aphid (*Myzus persicae* Sulzer) and its control. — J. Dep. Agr. S. Austr. Nr. 3, S. 376—382, 1934.
- Gaumont, L.: Conditions générales de pullulation des aphides. — *Ann. epi-phyties* 15, S. 253—316, Paris 1929.
- Gillette, C. P.: Notes and descriptions of some orchard plant lice of the family Aphididae. — *Journ. econ. entom.* 1, S. 359—369, 1908.
- \*— Habits of some common plant lice. — *Mthly. Bull. Cal. State. comiss. Hortic. Sacramento*, 6, S. 59—63, 1917.
- Goot, van der, P.: Beiträge zur Kenntnis der holländischen Blattläuse. Haarlem 1915.
- Gorham, R. P.: Rearing the aphid *Myzus persicae* Sulzer indoors in winter. — *Canad. Ent.* 74, S. 76, 1942.
- Goß, R. W.: Transmission of potato spindle tuber by grasshoppers (Locustidae). — *Phytopath.* 18, S. 445, 1928.
- Insect transmission of potato virus diseases. — *Phytopath.* 20, S. 136, 1930.
- Hamilton, M. A.: Notes on culturing insect for virus work. — *Ann. Appl. Biol.* 17, S. 487, 1930.
- Heinze, K.: Zur Frage der Übertragung der Kartoffelvirose durch Jassiden. — *Phytopath. Zeitschr.* 10, S. 606—613, 1937.
- Spritzversuche zur Abtötung viruskranker Pflanzen in Kartoffelhochzuchtbeständen und zur vorzeitigen Krautabtötung. — *Zeitschrift für Pflanzenkr.* 49, S. 129—142, 1939.
- Zur Biologie und Systematik der virusübertragenden Blattläuse. *Mitteil. Biolog. Reichsanst.* 59, S. 36—47, 1939.
- Die Entwicklung des Pfirsich- und Aprikosenbaus in Deutschland bis zum Jahre 1938 als Ursache für die allmähliche Zunahme der Kartoffelvirose. — *Forschungsdienst Berlin-Dahlem* 11, S. 553—565, 1941.
- und Profft, J.: Zur Lebensgeschichte und Verbreitung der Blattlaus *Myzus persicae* Sulzer in Deutschland und ihre Bedeutung für die Verbreitung von Kartoffelviren. — *Landw. Jahrb.* 86, S. 483—500, 1938.
- und Profft, J.: Über die an der Kartoffel lebenden Blattlausarten und ihren Massenwechsel im Zusammenhang mit dem Auftreten von Kartoffelvirose. — *Mitteil. d. Biol. Reichsanst. Berlin-Dahlem*, H. 60, 1940.
- \*Hille Ris Lambers, D.: Bladluizen en virustransport. — *Landbouwk. Tijdschr.* 50, S. 1057—1062, 1938.
- Hoggan, J. A.: The peach aphid (*Myzus persicae*) as an agent in virus transmission. — *Phytopath.* 19, S. 109, 1929.
- Studies on aphid transmission of plant viruses. — *J. Bacteriology* 19, S. 21—22, 1930.
- Further studies on aphid transmission of plant viruses. — *Phytopath.* 21, S. 199, 1931.
- Horsfall: Live history studies of *Myzus persicae* Sulzer. — *Pennsylvania Agric. Expt. Sta. Bull.* 185, S. 16, 1924.



- \*Huckett, H. C.: The control of aphids which infest cauly-flower seed beds in Long Island by means of tobacco dust mixtures. — Journ. econ. entom. 18, S. 128—132, 1925.
- Results from the use of nicotine in the control of sucking insects on potatoes on Long Island. — Journ. econ. entom. 23, S. 169—174, 1930.
- Jacob, F. H.: The overwintering of *Myzus persicae* Sulzer on brassicae in North-Wales. — Ann. Appl. Biol. 28, S. 119, 1941.
- Jarrett, P. H.: The role of *Thrips tabaci* Lind. in the transmission of virus diseases of tomato. — Ann. Appl. Biol. 27, S. 444, 1930.
- Jöhnssen, A.: Beiträge zur Entwicklungs- und Ernährungsbiologie einheimischer Coccinelliden unter besonderer Berücksichtigung von *Coccinella septempunctata* L. — Zeitschr. angew. Entom. 16, No. 7, S. 87—158, 1930.
- Die Rolle der deutschen Coccinelliden als Blattlausvertilger. — Mittl. deutsch. Landw.-Ges., 45, S. 552—553, 1930.
- Jong, de J. K.: Engele resultaten van het onderzoek naar de biologie van de tabaksluis *Myzus persicae* Sulzer. — Bull. Deli Proefstat. Medan Sumatra 28, 1929.
- Köhler, E.: Viruskrankheiten in: Sorauer-Appel, Handbuch der Pflanzenkr. 1, 1934.
- Virusnachweis auf Kartoffel. — Mitt. Biol. Reichsanst. 53, S. 7, 1936.
- Die Bedeutung der Insekten für den Kartoffelabbau. — Mittl. Biol. Reichsanst. 58, S. 29—36, 1938.
- Laing, F.: Synonymy of some Aphididae. — Entomologist, 58, S. 123, 1925.
- Leach, J. G.: Insect transmission of plant diseases. — McGraw-Hill Book Comp. Inc. New York und London, 1940.
- Loughnane, J. B.: *Myzus ornatus* a vector of potato viruses. — Nature 144, S. 785—786, 1939.
- Moericke, V.: Zur Lebensweise der Pfirsichlaus (*Myzodes persicae* Sulzer) auf der Kartoffel. Diss. 1941, Bonn.
- Moore, J. B.: Studies of the reactions of potato aphids to sprayed and unsprayed potato leaves. — Journ. econ. entom. 28, S. 436—442, 1935.
- Reactions of aphids to colored insecticides. — Journ. econ. entom. 30, S. 305—309, 1937.
- Morren, Ch.: Mémoire sur l'émigration du puceron du pêcher (*Aphis persicae*), et sur les caractères et l'anatomie de cette espèce. — Ann. sci. nat., 2. serie, 6, 1936.
- Mordwilko, A.: Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse, Aphididae Pass. — Biol. Z. Bl. 27, S. 747, 1907.
- Food plant catalogue of the Aphididae of USSR. — Works appl. Ent. 14, Nr. 1, Leningrad, 1929.
- Die Blattläuse mit unvollständigem Generationszyklus und ihre Entstehung. — Ergeb. u. Fortschr. d. Zool. 8, 1935.
- \*Murphy, P. A.: and M'Kay, R.: The insect vectors of the leaf roll disease of the potato. — Sci. Proc. R. Dublin Soc. 19, S. 341—353, 1929.
- \*— and Loughnane, J. B.: A ten years experiment on the spread of leaf roll in the field. — Sci. Proc. R. Dublin Soc. 21, S. 567—570, 1937.
- Opmanis, K.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Aphidenfauna Lettlands. — Latvijas Univ. raksti Acta Univ. Latv. 18, 1928.
- Osborn, H. T.: Incubation of the virus of pea mosaic in the aphid *Macrosiphum gei*. — Phytopath. 25, S. 176, 1935.

- Studies on the transmission of pea virus 2 by aphids. — *Phytopath.* 27, S. 589, 1937.
- Paillot, A. et Faure, J. C.: Sur le puceron vert du pêcher. — *C. R. Acad. Agr. Fr.* 9, S. 661—665, 1923.
- Patch, E. M.: Potato aphids. — *Maine agr. exp. stat. Bull.* 323, S. 9—36, 1925.
- Food plant catalogue of the aphids of the world, including the Phylloxeridae. — *Maine Agr. Expt. Sta. Orono Bull.* 393, S. 35—430, 1938.
- Poisson, R.: Sur la reproduction agame de *Myzus persicae* Sulzer (Hemipt. Phytopht. Aphid.) en Bretagne. — *C. R. des Sce. Soc. Biol.* 133, S. 634, Paris 1940.
- Sur la biologie de *Myzodes (Myzus) persicae* Sulzer (Hemipt. Phytopht. Aphid.) en Bretagne. — *C. R. hebdom. des Sce. de l'Acad. des Sci* 210, S. 312—314, 1940.
- Profft, J.: Über die Fluggewohnheiten der Blattläuse im Zusammenhang mit der Verbreitung von Kartoffelvirose. — *Arb. phys. angew. Ent.* 6, S. 119—145, 1939.
- Wanderungen und Flüge der Pfirsichblattlaus, Ausbreitungsmöglichkeiten der Kartoffelvirose. — *Nachr. bl. deutsch. Pflanzenschutzdienst* 19, S. 14—15, 1939.
- Zur Verbreitung der grünen Pfirsichblattlaus *Myzodes (Myzus) persicae* Sulz. in Norddeutschland im Zusammenhang mit dem Problem des Kartoffelabbaus. — *Arb. physiol. angew. Ent. Berlin-Dahlem* 9, S. 137—157, 1942.
- Quanjér, H. M.: De Persikbladluis, een Gevaar voor de cultuur van Aardappelen en andere Gewassen. — *Tijdschr. Plantenziekten* 45, S. 224—232, 1939.
- Reichskommissar für das Ostland: Verordnung zur Bekämpfung der Viruskrankheiten der Kartoffel. — *Reichs-Pflanzenschutzblatt* 1, S. 3, 1943.
- Roberts, F. M.: Studies on the feeding methods and penetration rates of *Myzus persicae*, *Myzus circumflexus* and *Macrosiphum gei*. — *Ann. appl. Biol.* 27, 1945.
- Schneider-Orelli, O.: Die Schädlingsbekämpfung im Zeichen des Schweizerischen Mehranbaus. — Abdruck aus *Mitt. d. Schweiz. Ent. Ges.*, Band 18, Heft 6, S. 313—318, 1941.
- Schleusener: Die praktische Bekämpfung der Viruskrankheiten beim Pflanzkartoffelbau. — *Deutsche Landw. Presse* 68, S. 47, 1941.
- Schouteden, H.: Les Aphidocecidies paléarctiques. — *Ann. de la Soc. ent. de Belgique*, 47, S. 169, 1903.
- Notes complémentaires sur les Aphidocecidies paléarctiques. — *Marcellia, Riv. Int. di Cecidologia* 2, S. 92, 1903.
- Schrank, F. P.: *Fauna boica*, 2, Abt. 1, S. 114, Ingolstadt 1801.
- Silvestri, F.: *Compendio di entomologia applicata*, 1, Portici, 1939.
- Simpson, G. W.: Spraying and dusting experiments for the control of potato aphids. — *Journ. econ. entom.* 25, S. 634—639, 1932.
- Smith, K. M.: A comparative study of the feeding methods of certain Hemiptera and of the resulting effect upon the plant tissue. — *Ann. appl. Biol.* 13, S. 109, 1926.
- Observation on the insect carriers of mosaic disease of the potato. — *Ann. appl. Biol.* 14, S. 113—131, 1927.
- Studies on potato virus diseases IV. — *Ann. appl. Biol.* 16, S. 141, 1929.

- Studies on potato virus diseases V. — *Ann. appl. Biol.* 16, S. 209—229, 1929.
- Transmission of potato leaf roll. — *Nature* 126, S. 96, 1930.
- \*— Insects in relation to potato virus diseases. — *Journ. Ministr. Agric.* 27, Nr. 3, S. 224—232, 1930.
- \*— Virus diseases of plants and their relationship with insect vector. — *Biol. Reviews* 6, S. 302—344, 1931.
- Studies on potato virus diseases VIII. *Ann. appl. Biol.* 18, S. 1, 1931.
- Studies on potato virus diseases IX. — *Ann. appl. Biol.* 18, S. 141—157, 1931.
- Recent advances in the study of plant viruses. — Philadelphia 1934.
- A textbook of plant virus diseases. — London 1937.
- The virus life's enemy. — New York, Cambridge 1940.
- Stapp, C. und Behrens, R.: Zur Frage des serologischen Nachweises von Kartoffelvirosen. — *Arb. Biol. Reichsanst. Berlin-Dahlem*, 23, S. 21, 1939.
- \*Stewart, F. C. and Glasgow, H.: Aphids as vectors of leaf roll among sprouting potato tubers. — *Tech. Bull. New York St. Exp. Sta.* 171, 1930.
- Storey, B. H.: The transmission of streak disease of maize by the leaf hopper *Balclutha mbila* Naude. — *Ann. appl. Biol.* 12, 1925.
- Transmission studies of maize streak. — *Ann. appl. Biol.* 15, S. 1, 1928.
- ✕ Störner, K.: Die praktische Bekämpfung der Viruskrankheiten bei der Kartoffel. — *Mittl. Biol. Reichsanst.* 58, S. 37—46, 1938.
- Sulzer, J. H.: Abgekürzte Geschichte der Insekten, nach dem Linnéischen System. — Winterthur 1776.
- Swezy, O.: Factors influencing the minimum incubation periods of curly top in the beet leaf-hopper. — *Phytopath.* 20, S. 90, 1930.
- Taylor, E. P.: Life history notes and control of the green peach aphid *Myzus persicae*. — *Journ. econ. entom.* 1, S. 83—91, 1908.
- \*Theobald, F. V.: The aphids attacking the potato. — *S. E. Agr. Coll. Wye*, 1922.
- The plant lice or Aphididae of Great Britain, 1—3, London 1926.
- Thomas, J. an Vevay, E. J.: Aphis migration. An analysis of the results of five seasons trapping in N. Wales. — *Ann. appl. Biol.* 27, S. 393—445, 1940.
- Volkart, A.: Neuere Ergebnisse der Forschung auf dem Gebiete des Kartoffelbaues. — *Mitt. Ges. Schweiz. Landwirte*. Januar 1922, S. 14 ff.
- Abbau- und Viruskrankheiten. — *Landwirtschaftl. Vorträge* 1933.
- ✕ — Die Abbaukrankheiten bei den Kulturpflanzen, besonders bei den Kartoffeln. — *Berichte des 18. Internat. Landwirtsch. Kongr. Dresden, Sektion 4, Spezialbericht* 53, 1939.
- Wahlgren, E.: Cecidologiska anteckningar III Aphidina. — *Entom. Tidskrift*, 56, S. 1, 1935.
- Svenska bladlöss (Aphidina). — *Entom. Tidskrift* 59, S. 166, 1938.
- Walton, C. L.: Insects attacking potatoes in North Wales. — *Ann. appl. Biol.* 12, S. 529, 1925.
- Watson (Hamilton), M. A.: Field experiments on the control of aphis transmitted virus diseases of *Hyoscyamus niger*. — *Ann. appl. Biol.* 24, S. 557, 1937.
- and Roberts, F. M.: Evidence against the hypothesis that certain plant viruses are transmitted mechanically by aphides. — *Ann. appl. Biol.* 27, S. 227, 1940.

- Weber, H.: Biologie der Hemipteren. — Biologische Studienbücher 11, Berlin 1930.
- Lehrbuch der Entomologie, Jena 1933.
- Weed, A.: Metamorphosis and reproduction in apterous forms of *Myzus persicae* Sulzer as influenced temperature and humidity. — Journ. econ. entom. 20, S. 150—157, 1927.
- Werder, A. O.: Beitrag zur Kenntnis der Aphiden-Fauna von Basel und Umgebung. — Verh. Nat. Ges. Basel 42, S. 1—89, 1932.
- Whitehead, T.: Potato leaf roll and degeneration in field. — Ann. appl. Biol. 11, A. 31, 1924.
- \*— Transmission of potato leaf-roll. Nature 125, S. 974—975, 1930.
- On the transmission of potato leaf-roll by Aphides. — Ann. appl. Biol. 18, S. 299—304, 1931.
- , Currie, J. F. and Davies, W. M.: Virus diseases in relation to commercial seed potato production with a study of the aphid population at selected centres. — Ann. appl. Biol. 19, S. 529—549, 1932.
- Williams, C. B. and Milne P. S.: A mechanical insect trap. — Bull. Ent. Res. 26, S. 543, 1935.
- \*Zeck, F. H.: The green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). — Agr. gaz. N. S. W. 39, S. 147—154, Sydney 1928.
- Zirnitz, J.: Beiträge zur Kenntnis der Aphiden Lettlands. — Zeitschr. wiss. Ins. Biol. 22, S. 204—210, 244—256, 1927.

## Observations sur la phalène anguleuse *Chloroclystis rectangulata* L.

par

RENÉ CLAUSEN, La Tour-de-Peilz.

Entomologiste à la Fabrique de Produits chimiques Dr. R. Maag S. A.,  
à Dielsdorf.

### 1. Introduction.

*Chloroclystis*<sup>1</sup> *rectangulata* L. n'est pas inconnu des entomologistes. De courtes notes traitant de cette phalène se trouvent dans des publications d'entomologie systématique (HARPE, de la, 1849 ; BOHATSCH, 1882 ; HOEFER, 1883 ; PETERSEN, 1909 ; SPULER, 1910 ; DIETZE, 1913 ; VORBRODT et MÜLLER-RUTZ, 1914 ; CULOT, 1919 ; HERING, 1932 ; etc.). D'autres auteurs signalent par contre cet insecte comme nuisible aux arbres fruitiers (en Finlande : LINNANIEMI, 1935 ; HUKKINEN et VAPULLA, 1935 ; en Norvège : SCHOYEN, 1928 et 1930 ; en Russie : LUNAK, 1943 ; en Hollande : GROOT, 1922 ; van POTEREN, 1926 ; en Angleterre : MEYRICK, 1927 ; MASSEE, 1937 ; en Irlande : CARPENTER, 1908 ; en France : MARCHAL, 1921 ; BALACHOWSKY et MESNIL, 1935 ; en Suisse : SCHNEIDER-ORELLI 1913 ; BOVEY et CLAUSEN, 1941—42).

<sup>1</sup> *Phalaena Geometra* LINNÉ = *Chloroclystis* Hb. = *Eupithecia* Curt. = *Larentia* Trchke = *Calliclystis* DIETZE.