



# NACHRICHTENBLATT FÜR DEN DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENST

Herausgegeben von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin durch  
die Institute der Biologischen Zentralanstalt in Aschersleben, Berlin-Kleinmachnow, Naumburg/Saale

## Studien über den G-Typ des Kartoffelkrebserregers *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

Von Malve Saß

Aus dem Institut für allgemeine Botanik der Friedrich-Schiller-Universität Jena und dem Institut für  
Phytopathologie Naumburg der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirt-  
schaftswissenschaften zu Berlin

### Einleitung

Wie bekannt ist, wurden 1941 in den Gemeinden Gießübel und Pappenheim in Thüringen einige Kartoffelsorten, welche bis dahin als unanfällig angesehen worden waren, vom Erreger des Kartoffelkrebses befallen. Es stellte sich dann heraus, daß *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. als Art nicht einheitlich ist, sondern in mehreren, als Krankheitserreger unterschiedlich aggressiven Rassen existiert. Neben dem altbekannten „Dahlemer Biotyp“ und dem neuerdings entdeckten „Gießübler Biotyp“ (kurz: „G-Typ“ genannt) wurde ebenfalls im Jahre 1941 ein dritter, der „Südböhmische Biotyp“, bekannt. 1950 wurde das Auftreten eines alle wichtigeren Kartoffelsorten befallenden *Synchytrium*-Biotyps aus Dorsten, Kreis Recklinghausen, gemeldet, und 1951 in Dortmund-Mengede der starke Befall der krebbsfesten Sorten „Ackersegen“, „Bona“ und „Heida“ festgestellt (Winkelmann 1952). Im Gebiet der DDR haben sich die Fundstellen der Krebs-Biotypen inzwischen um die Vorkommen bei Rudolstadt und Koppatz vermehrt. Aus der UdSSR berichtete Podlajuk 1951 über eine biologische Spezialisierung des Kartoffelkrebserregers. Es zeigten dort die Wirtspflanzen verschiedene Anfälligkeit gegen vier geographische Isolate aus Minsk, Cernovicy und zwei Stämme aus Leningrad.

Über die Beziehungen der neuen Vorkommen zu den schon länger bekannten Biotypen von Gießübel und Südböhmen und ihre evtl. Identität mit dem einen oder dem anderen ist noch nichts bekanntgeworden.

Es ergab sich nun die Frage, ob die Biotypen der Art *Synchytrium endobioticum* als Alternativvarianten spezifischer Wechselbeziehungen von Wirt und Krankheitserreger genetisch beziehungslose Mutanten sind oder ob sie als Varianten einer polymeren Reihe angesehen werden können. Ferner mußte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß der G-Typ an sich keine Einheit, sondern eine Population mehrerer physiologischer Rassen sein kann. Endlich mußte mit dem Vorkommen von Bastarden zwischen dem Dahlemer und dem G-Typ,

die im Gießübler Seuchenherd nebeneinander vorkommen, gerechnet werden. Hierauf hat Hey schon 1951 hingewiesen.

Im Jahre 1949 bezeichnete Wartenberg es als eine der dringendsten Aufgaben der Kartoffelkrebsforschung, daß festgestellt wird, ob die Reihe der Erregerbiotypen und die Reihe der Wirtspflanzenbiotypen genetisch polymer bedingt sind. Er veranlaßte auch die Untersuchungen, über welche hier berichtet wird. Es wurde zunächst das Ziel gesetzt, etwas Näheres über die Zusammensetzung des Gießübler Typs zu erfahren. Vorversuche von Stötzer hatten ergeben, daß bei künstlichen Infektionen sowohl der Infektionsgrad (Anzahl der reifen Sommersori pro Flächeneinheit) als auch die Gallreaktion (Maß der Befähigung zu Neubildungen der Einzelinfektionen = Bereich der befallenen Organe, deren Umbildung zu Tumoren und Größe der Tumoren) sehr stark variieren konnten. Den Ursachen dieses unterschiedlichen Verhaltens mußte nachgegangen werden.

Das Schwanken der Infektionsergebnisse ist in der Literatur auch vom Dahlemer Biotyp bekanntgeworden. Nach dem, was wir heute wissen, muß angenommen werden, daß der Dahlemer Biotyp, wie er dort bei der Sortenprüfung verwendet wurde, genetisch nicht einheitlich war; denn es wurde das Infektionsmaterial absichtlich aus möglichst verschiedenen Herkünften gemischt, um den Fehler des Herkunftschwankens beim Krankheitserreger auszugleichen (Schlumberger 1943). Ob dies methodisch richtig war, kann erst nach besonderen Untersuchungen zur Methodik beurteilt werden.

Das gesteckte Ziel, den idiotypischen Modus der Biotypendifferenzierung erkennen zu können, kann ja nur erreicht werden, wenn übernommene und neu zu gestaltende Methoden der Kritik standhalten. Unsere Arbeiten sind deshalb zunächst einmal kritische Studien der Untersuchungsmethodik. Erst in zweiter Linie, d. h. auf der Basis gerechtfertigter Methodik, kann darüber berichtet und geurteilt werden, wie weit wir dem gesteckten Ziel nahegekommen sind.



## Material und Methodik

Krebsgeschwülste an Kartoffelknollen aus Gießübel, welche 1949 bezogen wurden, bildeten das erste Ausgangsmaterial unserer Versuche. Die Kartoffelsorte war und blieb unbekannt. 1950 kamen Wucherungen von der Sorte „Robusta“ hinzu, welche ebenfalls aus Gießübel, aber von einem anderen Acker stammten. Später wurde der Dahlemer Typ zum Vergleich mit in die Versuche aufgenommen.

### Methode I

Die Infektionen sind zunächst mit dem Verfahren von Lemmerzahl und Köhler (1930) begonnen worden. Später erwiesen sich folgende kleine Änderungen für unsere Zwecke als vorteilhaft: Die beimpften Knollen wurden nicht mit Erde bedeckt, sondern blieben unbedeckt der Beobachtung ständig zugänglich. Die konstanten Feuchtigkeitsbedingungen erreichten wir dadurch, daß statt Holzkästen Glasschalen, mit feuchter Erde als Unterlage und mit Glasplatten bedeckt, zur Kultur benutzt wurden. Als bei späteren Großversuchen die Verwendung von Holzkästen, die im übrigen wie die Glasschalen ausgestattet waren, unvermeidlich war, zeigten sich die Entwicklungsraten sowie die Entwicklung der Wucherungen wesentlich geringer.

Die zur Infektion bestimmten Kartoffeln wurden alle drei bis vier Tage sorgfältig abgekeimt, damit stets genügend neugebildete Keime vorhanden waren und die Wahrscheinlichkeit bestand, daß die 1 mm großen Triebe sich im Wachstum befanden und nicht aus irgendeinem Grunde in der Entwicklung gehemmt waren. Nach Köhler (1931) hängt ja der Infektionserfolg wesentlich von der Wachstumsenergie des Keimes ab. Später ging ich dazu über, alle Knollenstücke vor der Infektion mit Hilfe eines Binokulars (Vergrößerung 125mal) auf die richtige Größe und Gesundheit der jungen Keime zu prüfen. Was ungeeignet zu sein verdächtig war, wurde vom Versuch ausgeschlossen. Hierdurch wurde die Zahl der nichtkeimenden Kartoffelstücke, die in den Vorversuchen noch erheblich gestört hatte, in den Hauptversuchen unbeträchtlich.

Wie aus der Literatur hervorgeht, kann der Infektionserfolg von der Temperatur innerhalb einer Spanne von 12° bis 20° nur wenig abhängig sein. Dies konnte bestätigt werden; doch wuchsen bei einem Absinken der Temperatur auf 13° die Triebe so langsam, daß die zustande kommenden Gallen nur klein und für die Weiterzucht des Erregers ungeeignet waren. Die Kulturen ständig bei Zimmertemperaturen zu halten, bewährte sich gleichfalls nicht, da die für Fremdinfection sehr anfälligen Gallen dann leicht faulen. Das Optimum, das daher bei den vorliegenden Versuchen im allgemeinen eingehalten wurde, lag bei 15°. Oberhalb von 20° war die Infektionsrate unbefriedigend.

Da ein Verfahren zur Isolierung von genetisch reinem Material zunächst noch nicht bekannt war, wurde bei der Weiterimpfung stets nur von einer Wucherung ausgegangen, um etwa vorhandene physiologische Rassen leichter isolieren zu können. So wurde bei den Versuchsreihen I und II im Durchschnitt mit drei Knollenstücken je Passage und Einzelversuch gearbeitet. Die mehrfache Übertragung der Wucherungsstücke nach einer vierstündigen Einwirkung auf weitere Wirtskeime, wie es Lemmerzahl (1930) empfiehlt, hat sich nicht bewährt.

Die Entwicklung der Sommersori wurde regelmäßig verfolgt. Jede Wucherung wurde erst nach mikroskopischer Prüfung zur Impfung verwendet. Die ersten reifen Sommersori wurden vereinzelt nach 18 Tagen, in seltenen Fällen auch schon nach 16 Tagen gefunden. Die Mehrzahl reifte jedoch erst nach drei Wochen. Diese Beobachtungen am Gießübler Typ stehen im Gegensatz zu den Angaben von Köhler (1931) und Lemmerzahl (1931), die mit einer Vegetationsdauer der Sommersori von 10 bis 14 Tagen rechneten (Beobachtungen am Dahlemer Biotyp!). Nichts läßt darauf schließen, daß die einzelnen Kartoffelsorten einen beschleunigenden oder verzögernden Einfluß auf die Entwicklung des Parasiten ausübten (Ausnahme siehe unten). Es lag nun nahe, die größere Anfälligkeit (Toleranz), die die meisten Kartoffelsorten dem G-Typ gegenüber zeigen, mit einer langsameren Entwicklungsdauer in Zusammenhang zu bringen. Vergleichende Untersuchungen mit dem Dahlemer Typ führten jedoch noch zu keinem Ergebnis, da dieser Pilz erst in der zweiten Hälfte des Winters (1951/52) gezüchtet, auf der nicht mehr sehr keimfreudigen Sorte „Erstling“ kümmerte. Es wurden dabei auch bei ihm erst nach drei Wochen reife Sori erhalten, so daß es weiteren Beobachtungen unter besseren Versuchsbedingungen vorbehalten bleiben muß, ob wirklich ein Unterschied in der Entwicklungsdauer vorliegt, der auch im Sortenprüfverfahren zu beachten wäre.

### Methode II

Bei der Versuchsreihe III erschien es wünschenswert, in jedem Einzelversuch mit einer größeren Zahl von Knollen zu arbeiten. Dabei durfte aber auf die Einheitlichkeit des Impfmateri als nicht verzichtet werden. So wurde die Methodik entsprechend abgeändert. Die zum Infektionsmaterial bestimmten, auf den Kartoffelstücken sitzenden Wucherungen wurden vor dem Reifen der ersten Sori, also 18 bis 20 Tage nach der Infektion, mit Sphagnum oder Torfmoos bedeckt und gut angefeuchtet, so daß die zweite Sommersorigeneration auf der gleichen Knolle zur Entwicklung gelangen konnte. Da sich infolge kleiner Abweichungen in der Entwicklungsdauer der einzelnen Parasiten die Reifezeiten der zweiten Sorigeneration etwas verschieben können, ist dieses Material im allgemeinen in einem Alter von 5½ bis 6½ Wochen als Infektionsmaterial geeignet. Nur muß bei diesem älteren Material darauf geachtet werden, daß nur Stücke mit reichlichem Sommersoribesatz verwendet und andere ausgeschaltet werden, die vorwiegend nur Dauersporangien enthalten. Aus noch ungeklärten Gründen nimmt anscheinend die Bildung von Dauersporangien in den späteren Generationen (Passagen, Klonfolgen) zu (vgl. Curtis 1923).

Besonders geeignet für die Heranzucht dieses Impfmateri als des Gießübler Typs waren die Sorten „Edelgard“ und „Erstling“, daneben auch „Bintje“ und „Flämingskost“. Die sechs Wochen alten Wucherungen dieser Sorten haben etwa Walnußgröße und ergeben im Gegensatz zu den drei Wochen alten Trieben, die meist nur für drei Infektionen ausreichen, Impfmateri als für 30 bis 40 Knollenstücke.

### Methode III

Die beiden vorangehenden Methoden gehen von der Voraussetzung aus, daß der Infektionsbereich eines Sorus, dem geringen Aktionsradius seiner Zoosporen entsprechend, nur ein sehr beschränkter



ist. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist das aus einer einzigen Wucherung isolierte Material ziemlich einheitlich. Die Vorsichtsmaßnahme, immer nur die Gallen eines Auges zur Weiterzucht zu verwenden, sollte die Einheitlichkeit des Erregermaterials nach Möglichkeit noch weiter steigern. Doch ließ sich die Reinheit der so erhaltenen Isolate („Stämme“) nur vermuten, nicht aber prüfen und beweisen. Als völlig einwandfrei kann erst ein Material bezeichnet werden, das der bei sonstigen mykologischen Arbeiten gebräuchlichen Einsporkultur entspricht. Es wurde wie folgt gewonnen:

Bei der Infektion mit *Sommersori* handelt es sich um die ungeschlechtliche Vermehrung von Azygoten innerhalb der Gamophase. Die Zoosporen aller Sporangien eines Sorus gehen aus demselben Zellkern hervor. So muß das Ziel, die „Einsporkultur“, mit der Isolierung eines Sorus praktisch erreicht werden.

Es wurde zu diesem Zwecke eine sechs Wochen alte Wucherung einer stark reaktionsfähigen Sorte gewählt und von den schuppenartigen Auswüchsen einer abgelöst, auf dessen Innenseite nur ein Sorus entwickelt war. Die tiefer liegenden und noch nicht keimfähigen Dauersporangien stören dabei nicht. Mit Hilfe von zwei feinen Nadeln ließ sich ein Stückchen Gewebe, das den Sorus enthielt, leicht unter dem Binokular (Vergrößerung 125mal) herauspräparieren. Es gelang auch, in dieser Weise einen einzelnen Sorus oder ein einzelnes Sporangium aus dem Sorus zu isolieren. Doch schien der Infektionserfolg auf diese Weise geringer. Es kommt dann in Frage, wenn beim Isolieren von drei Wochen alten, wenig gegliederten Gallen ausgegangen werden muß.

Beiläufig sei hier eingefügt, daß in unseren Kulturen von dem G-Typ in der Regel auch bei üppigem Gedeihen nur ein Sporangium im Sorus gebildet wurde, während allen Berichten der Literatur zufolge ein Zerfall in zwei bis neun Sporangien (nach Köhler 1931 am häufigsten vier und fünf) beim Dahlemer Typ das Normale sein soll. Ob hier tatsächlich ein prinzipieller Unterschied zwischen den beiden Biotypen vorliegt oder ob es sich um Abänderung infolge anderer Kulturbedingungen handelt, mag weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Die Verwendung von Glasnadeln zum Präparieren, wodurch eine Schädigung der Schwärmsporen durch Metallspuren vermieden werden kann, hat sich wegen der Sprödigkeit des Materials nicht bewährt. Metallnadeln taten hinreichend gute Dienste.

Mit Hilfe des Binokulars wurden die Sori auf den Kartoffelkeim gebracht, der wie bei dem alten Verfahren mit einem Vaselining umgeben und mit Regenwasser benetzt war. Bei dieser Methode muß noch sorgfältiger als bei dem üblichen Verfahren darauf geachtet werden, daß das Flüssigkeitströpfchen auf dem Auge einige Stunden nach der Infektion erhalten bleibt.

Zur **Bonitierung** aller Versuche ist zu bemerken: In Abweichung von der Klassifizierung Köhlers (1932, 1948) ist hier unter Infektionsgrad der Besatz der Flächeneinheit mit vollentwickelten Fortpflanzungskörpern zu verstehen, und zwar ohne Rücksicht auf das daneben beobachtete Vorkommen von Nekrosen und abortierten Erregern, das besonders vermerkt wurde. Solche Nekrosen und abortierten Erreger traten bei unseren Versuchen mit

dem G-Typ nur in geringem Umfang auf, so daß gar nicht alle Gruppen der Köhlerschen Skala beobachtet wurden. Mit Rücksicht darauf wurden für den Infektionsgrad an Stelle von Zahlen die Bezeichnungen s. schw. = sehr schwach, schw. = schwach, m. = mittel, st. = stark verwendet. Die Stufen zur Bonitierung der Gallreaktion wurden folgendermaßen gewählt: 0 = keine makroskopisch erkennbare Deformation (einzelne Radiargallen können dagegen vorhanden sein), 1 = Blättchen deformiert, 2 = Achse gestaucht und wie die Blättchen durch Vergallung deformiert, 3 = Hauptachse nicht mehr zu erkennen, Wucherung mehr oder weniger blumenkohlartig gestaltet. Zur Gruppe 1 wurden auch solche Triebe gerechnet, die durch einseitige Infektion gekrümmt waren. Als Sonderfall (s. u.) wurde vermerkt, daß die Galle, in der Form nach Gruppe 3 entwickelt, aber außergewöhnlich klein geblieben war = kl. W. (kleine Wucherung).

#### Versuche zur Prüfung der Variabilität des Pilzes

a) Versuchsreihe I: Verhalten des Parasiten im Verlauf mehrerer Passagen auf der gleichen Kartoffelsorte.

Bei allen Vorversuchen fiel auf, daß eine beträchtliche Variationsbreite bei den erzielten Infektionsergebnissen nicht zu vermeiden war. Sie trat immer wieder in Erscheinung, obgleich die Versuchsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Größe der beimpften Kartoffelkeime, Reifezustand des Impfmateri als) möglichst konstant gehalten wurden. Auch Hey (1951) berichtet über solche Schwankungen der Infektionserfolge. Es ist aber zu fragen, ob Änderungen in der Virulenz des Pilzes in der Weise auftreten können, daß hin und wieder die vom Parasiten ausgeschiedenen Reizstoffe quantitativ oder vielleicht auch qualitativ so verändert sind, daß ein Umschlag im Verhalten der Wirtszelle von der normergischen zur hyperergischen Reaktionsweise veranlaßt wird. Die immer wieder neben gut entwickelten Sori vereinzelt beobachteten Nekrosen ließen diese Vermutung aufkommen.

In gleicher Richtung wies auch die Beobachtung Stötzers, daß einzelne Versuchsreihen, die ständig auf ein und derselben Kartoffelsorte gehalten wurden, nach einiger Zeit einzugehen pflegten. Es war sogar denkbar, daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem längeren Verweilen des Pilzes auf derselben Wirtssorte und der veränderten Reaktion zwischen Wirt und Parasit besteht. Stötzer hatte nicht festgestellt, worauf das Eingehen der Pilzstämme zurückzuführen war. Reiften die Sori nicht mehr und gaben sie keine infektionsfähigen Sporen? Hatte sich die Reifezeit der Sori geändert, so daß auch die Infektionsmethode geändert werden mußte, wenn der Versuch auf ähnlicher Basis erfolgreich verlaufen sollte? Blieb die Infektion wegen verminderter oder gar mangelnder Affinität aus oder hatte sie wegen gesteigerter Virulenz der Sporen eine hyperergische Reaktion und hierdurch eine für den Pilz tödlich wirkende Abwehrreaktion der Kartoffel zur Folge?

Immerhin zeigt das Abklingen der Virulenz des Pilzes auf einer Sorte, daß das Nebeneinander von Vergallung und Abwehrnekrose nicht unbedingt dadurch verursacht zu sein braucht, daß das Infektionsmaterial ein Gemisch verschiedener Pilztypen war. Es kann auch sein, daß die Virulenz der Er-



reger aus einheitlicher gleichsoriger Abkunft auf einem Sproßkeim der Kartoffelknolle unterschiedlich geändert wird. Jenes Abklingen der Lebensfähigkeit auf einer Sorte kann nämlich nicht auf eine Selektion zurückgeführt werden. Es muß am genetisch einheitlichen und noch nicht im Erbgang etwa durch Bastardspalten veränderten Material vorgehen. Die Annahme, aus einem Gemisch lebensfähigerer und minder lebensfähigerer Formen würden in einer Selektion die lebensfähigen ausgeerntet, wäre widersinnig.

Zum Versuch, den ich anstellte, wurden von 31 Isolaten („Krebsstämme“ genannt) 31 auf der Sorte „Erstling“, 21 auf „Frühbote“, 16 auf „Edelgard“, 6 auf „Ackersegen“, 6 auf „Böhms Mittelfrühe“ und 3 auf der Sorte „Flava“ gehalten. Im Verlauf der Passagen wurde im Rahmen des sortentypischen Verhaltens ein gewisses Variieren des Infektionsgrades und der Gallreaktion beobachtet. Jedoch konnte keine regelmäßige Abnahme oder Zunahme der Aggressivität des Pilzes festgestellt werden. Von den 98 Reihen waren, wie die Tabelle I zeigt, bei Abbruch der Versuche (nach 7 bis 3 Monaten und 8 bis 3 Passagen) nur 10 Reihen infolge zu geringer Infektionsgrade der Pilze eingegangen (davon 4 allein auf der relativ wenig anfälligen Sorte „Frühbote“), 17 Reihen fielen aus anderen Gründen aus, vor allem infolge des Faulwerdens der Triebe durch Fremdinfection, von dem gerade die starken Krebswucherungen besonders bedroht sind. Die durch Stötzers Vorversuche nahegelegte Vermutung, daß sich der Erreger nur eine bestimmte Anzahl von Passagen hindurch auf ein und derselben Kartoffelsorte halten läßt und seine Virulenz in regelmäßiger Weise abnimmt, ist in meinen Versuchen nicht bestätigt worden (siehe Tabelle).

Tabelle I

Kartoffelsorte	Zahl der Reihen	lebend	eingegangen	
			a) infolge zu schwacher Infektionsgr.	b) aus anderen Gründen
Erstling	31	20	5	6
Frühbote	21	14	4	3
Edelgard	16	14	—	2
Flämingskost	9	8	—	1
Ackersegen	6	6	—	—
Aquila	6	3	1	2
Böhms Mittelfrühe	6	3	—	3
Flava	3	3	—	—
	98	71	10	17

b) Das spontane Auftreten von Nekrosen innerhalb der Versuchsreihen.

In diesem Zusammenhang sei das Auftreten von Nekrosen in den vorher besprochenen Versuchsreihen und der noch zu besprechenden Versuchsreihe II betrachtet. 36mal traten in Reihen, die sonst in mehreren Passagen keine oder nur vereinzelte nekrotische Abortionen gezeigt hatten, starke Nekrosenbildungen neben noch lebenden Sommerori und Dauersporangien auf. Im Verlauf weiterer Passagen aus den lebend gebliebenen Sommerori zeigten 8 Reihen in der nächsten Generation, 6 in den beiden nächsten und 2 nur in der übernächsten Generation neben normaler Vergallung mehr oder weniger starke Nekrosenbildung (die Zahl der Passagen deckte sich mit der der Generationen). 3mal war der Infektionserfolg nach der Nekrosenbildung

negativ, 14mal wurden schwache Gallen und 19mal stärker entwickelte in der nächsten Passage erzielt. Aus diesen Beobachtungen kann man schließen, daß ein Variieren des Pilzes möglich ist.

c) Das in der Versuchsreihe I beobachtete sortentypische Verhalten der Kartoffelsorten.

Aus der Versuchsreihe I ergab sich im übrigen ein sortentypisches Verhalten der Kartoffelsorten, von dem Tabelle II ein Bild gibt.

Den stärksten Infektionsgrad, verbunden mit der stärksten Gallreaktion, zeigte die Sorte „Edelgard“, die sich daher für die Heranzucht des Infektionsmaterials und die Erhaltung des G-Typs am besten eignete. Ähnlich verhielt sich die Sorte „Erstling“, die einen nur wenig geringeren Infektionsgrad und etwas weniger Reaktionsvermögen aufwies.

Bemerkenswert ist, daß die Sorte „Erstling“, die ja auch für den Dahlemer Biotypen anfällig ist, der „normal“ krebsfesten „Edelgard“, was die Anfälligkeit gegen den G-Typ betrifft, höchstens gleichkommt, wenn nicht gar nachzustehen scheint. Das könnte als Hinweis darauf gedeutet werden, daß die abweichende Wirkung des G-Typs nicht nur auf einer quantitativen, sondern auch qualitativ verschiedenen Produktion von Reizstoffen beruht. Zu ähnlichen Überlegungen kommt auch Hey (1951) durch die Beobachtung, daß die Sorte „Sickingen“ für beide Rassen des Kartoffelkrebserrregers den gleichen Reaktionsgrad und ähnliche Feldanfälligkeit zeigt, während nach dem quantitativen Befallschema (nach Köhler) „Sickingen“ für den G-Typ viel anfälliger sein müßte. Hey folgert daraus, daß das parasitische Verhältnis eines Sorten-Rassenpaares bei *Synchytrium endobioticum* wie bei vielen anderen phytopathogenen Erregern spezifisch zu werten sei. Im Zusammenhang mit diesem Gedanken steht eine weitere Versuchsserie (Versuchsreihe II).

#### Versuche zur Prüfung der Einheitlichkeit der Isolate

a) Versuchsreihe II: Das Verhalten des Parasiten im Verlauf mehrerer Passagen bei ständigem Wechsel zwischen zwei Kartoffelsorten.

Diese Versuchsreihe stützt sich wie die vorige auf Vorversuche Stötzers, die auch bei ständigem Wechsel zwischen zwei Kartoffelsorten auf eine gesetzmäßige Veränderung der Aggressivität des Parasiten hinzuweisen schienen. Dabei wurde von der Vermutung ausgegangen, daß es sich bei dem G-Typ um ein Gemisch physiologisch verschiedener Rassen handelt, die nebeneinander in unseren Isolaten vorkommen könnten und eventuell Schuld an den schwankenden Versuchsergebnissen hätten. Bei einem Wechsel zwischen einer sehr anfälligen und einer weniger anfälligen Sorte hätte eine Steigerung des Infektionsgrades als eine Selektion der virulenteren Stämme aus den weniger wirksamen einer Population gedeutet werden können, vorausgesetzt, daß es sich in allen Fällen um das gleiche, nur quantitativ verschiedene, wirksame Prinzip handelt. Sind die Wechselbeziehungen zwischen Pilzrasse und Wirt dagegen bei jedem Sorten-Rassenpaar etwas andere, in der Weise, daß die einzelnen physiologischen Rassen jeweils auf anderen Kartoffelsorten optimal gedeihen, so könnte bei schnellem Wechsel zwischen zwei anfälligen Kartoffelsorten ein Nachlassen der Virulenz zustandekommen. Es würde in diesem Fall die auf der einen Sorte begünstigte Rasse auf der anderen geschädigt oder sogar ausgeerntet werden.

Tabelle II

Sorte	Zahl der Knollen	Zahl der Versuche	negativ %	s. schw.	Infektionsgrad in %				Gallreaktion in %				kl.W.
					schw.	m.	st.	0	1	2	3		
Erstling	610	202	18,0	1	12	51,5	17,5	2,3	11,0	37,5	28,2	3,0	
Edelgard	223	82	12,5	—	10,4	53,0	24,1	—	6,7	40,0	37,2	3,6	
Frühbote	297	113	31,5	2	24,3	37,5	4,7	6,0	29,5	29,0	—	4,0	
Böhms Mittel-frühe	132	48	23,5	—	3,0	54,5	19,0	—	7,0	57,0	12,5	—	
Flämingskost	122	43	18,0	—	3,5	57,0	21,5	1,7	19,6	54,0	6,7	—	
Ackersegen	62	22	14,5	—	6,4	71,0	8,1	—	16,1	61,3	8,1	—	
Flava	54	19	26,0	5,4	39,0	26,0	3,6	13,0	52,0	9,0	—	—	
Aquila	96	42	25,0	—	27,0	43,0	5,0	2,0	38,5	27,0	7,5	—	

Infektionsgrad: sehr schwach = s. schw., schwach = schw., mittel = m., stark = st.

Gallreaktion: 0 = keine makroskopisch erkennbare Deformation, 1 = Blättchen deformiert, 2 = Achse gestaucht und wie die Blättchen durch Vergallung deformiert, 3 = Hauptachse nicht mehr zu erkennen, Wucherung ± blumenkohlartig gestaltet. Näheres siehe Methodik.

Zum Versuch wurden als sehr anfällig die Sorte „Erstling“ und die weniger anfällige Sorte „Frühbote“ gewählt und bei jeder Passage gewechselt. Es wurden 30 Reihen angesetzt. Dazu kamen als tolerante Sorten die Paare: „Erstling“/„Flava“ und „Edelgard“/„Flava“ mit je zwei Reihen und „Erstling“/„Böhms Mittel-frühe“, „Erstling“/„Flämingskost“, „Edelgard“/„Flämingskost“, „Edelgard“/„Aquila“ und „Aquila“/„Flämingskost“ mit je einer Reihe hinzu. Es waren 39 Reihen mit insgesamt 219 Passagen. Von den 39 Reihen waren bei Abschluß der Versuche noch 26 am Leben. Bei drei Reihen waren die Wucherungen infolge Fremdinfection gefault, bei fünf Reihen endlich war der Infektionsgrad zuletzt nur schwach bis sehr schwach.

U. a. wurden viermal 8 Passagen erreicht und achtmal 7 Passagen, doch wären wahrscheinlich alle Reihen im Rahmen der Keimfähigkeit der Kartoffeln noch fortzusetzen gewesen.

Betrachtet man innerhalb der Reihen die wechselnden Infektionsergebnisse, so findet man, daß bei 39 Reihen 34mal der Verlauf schwankend und fünfmal etwa gleichbleibend ist. Eine gesetzmäßige Ab- oder Zunahme des Infektionsgrades als Folge des Wirtssortenwechsels wurde nicht beobachtet. So konnte auf diese Weise keine Zerlegung der 31 isolierten Krebsstämme in verschiedene Rassen erzielt werden.

b) Versuchsreihe III: Prüfung der Isolate an einem Testsortiment verschiedener Kartoffelsorten.

Zu dem soeben besprochenen Ergebnis paßt die Beobachtung, daß auf einem Testsortiment, das die Sorten „Sieglinde“, „Ackersegen“, „Voran“, „Edelgard“, „Aquila“, „Erstling“, „Johanna“, „Erntedank“, „Frühbote“, „Immertreu“, „Böhms Mittel-frühe“, „Flava“, „Toni“ und „Flämingskost“ umfaßte, ein verschiedenes Verhalten der Isolate nicht festgestellt werden konnte.

Um jedoch die Einheitlichkeit des Biotypenmaterials noch genauer prüfen zu können, war eine größere Zahl von beimpften Knollenstücken im Einzelversuch wünschenswert. Die Methodik wurde entsprechend abgeändert. Nach der oben beschriebenen Methode II wurden zehn Krebsstämme (Isolate) auf den Sorten „Edelgard“, „Flava“, „Aquila“, „Capella“, „Bintje“, „Fram“ und dem biotypenfesten Kartoffelzuchtstamm „Malchow Nr. 2276“ mit 10 bis 60 (im Durchschnitt 30) Knollen geprüft. Es wurde dabei das Material einer Wucherung, um möglichst gleiche Bedingungen zu schaffen, jeweils auf zwei verschiedene Sorten verteilt. Bei dieser neuen Prüfung ergaben sich ebensowenig wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Krebs-

stämmen wie früher mit Hilfe der geringeren Anzahl geprüfter Knollen. Alle Krebsstämme zeigten auf „Edelgard“ optimale Wachstumsverhältnisse und brachten zahlreiche Gallen der Gruppe 3 neben solchen der Gruppe 2 und 1. Bei den übrigen Sorten wurden mit wenigen Ausnahmen nur Wucherungen der Gruppe 2 und 1 erzielt. Als Beispiel sei das Verhalten auf den Sorten „Edelgard“ und „Flava“ gegeben, die in ihrem Reaktionsvermögen deutlich voneinander abweichen.

Alle Krebsstämme befielen in geringem Maße die Sorte „Fram“ und zeigten auf dem biotypenfesten Stamm „Malchow Nr. 2276“ ein übereinstimmendes Verhalten. Auf die Ergebnisse der Infektionsversuche mit diesen beiden Sorten wird weiter unten näher eingegangen.

c) Versuchsreihe IV: Einsorus-Kulturen zwecks Untersuchung der Einheitlichkeit des Biotypenmaterials.

Zusammenfassend kann über die bisherigen Versuche gesagt werden, daß die *Synchytrium*-Stämme auf den verschiedenen Sorten des Testsortimentes keine wesentlichen Unterschiede zeigten. Hingegen wurde immer wieder ein auffallendes Variieren innerhalb der einzelnen Isolate und Sorten beobachtet. Waren diese Schwankungen nur eine Folge der Unmöglichkeit, die Versuchsbedingungen, besonders im bezug auf die Prädisposition des Kartoffelkeimes, konstant zu halten, oder unterlagen die auf den Wirt einwirkenden Stoffwechselreize des Pilzes spontanen Veränderungen oder handelte es sich schließlich bei dem verwendeten Infektionsmaterial doch um ein inhomogenes Gemisch verschieden virulenter Linien des Pilzes, deren Analyse und Trennung nicht gelungen war?

Da mit den bisherigen Methoden eine größere Klarheit nicht zu erreichen war, mußte versucht werden, aus den bisher verwendeten Isolaten genetisch einheitliches Material zu gewinnen. Es geschah mit Hilfe der oben beschriebenen Einsorus-Kultur. In den ersten Versuchen wurden 565 Knollen der Sorten „Erstling“ und „Edelgard“ mit Einzelsori bzw. -sporangien beimpft. Davon blieben 519 negativ, ohne jede Spur von Befall. 35 bildeten Nekrosen; dabei fiel auf, daß nur akut nekrogene Abortionen in meist sehr frühem Stadium der Entwicklung beobachtet wurden. Junge Radiärgallen, in deren Mitte die abgestorbene und gebräunte Wirtszelle lag, ermöglichten eine sichere Diagnose. In diesen Fällen war kein einziger lebender Erreger zu finden. Endlich wurden 11 positive Ergebnisse erzielt, die die Gangbarkeit des neuen Weges bewiesen. Da die Arbeiten aus äußeren Gründen abgebrochen werden



Tabelle III

Krebs-Stamm	Datum	Edelgard Gallreaktion					Flava Gallreaktion						
		Knollen- stücke	neg.	0	1	2	3	Knollen- stücke	neg.	0	1	2	3
RIB	24. 2. 51	10	3	—	—	3	4	10	3	—	5	2	—
RI	18. 12. 51	30	15	—	4	3	8	30	6	—	5	19	—
BM8A	24. 2. 51	10	2	—	—	3	5	10	1	—	7	2	—
BM10	24. 2. 51	22	1	—	3	—	18	22	—	—	17	2	3
R3	8. 11. 51	30	14	—	4	6	6	28	13	—	6	9	—
R6	18. 12. 51	60	21	—	11	15	13	56	8	—	18	27	3
R11	18. 12. 51	59	34	—	7	8	10	54	13	—	19	22	—
R13	18. 12. 51	30	8	—	—	1	21	24	1	—	8	15	—
E2I	18. 12. 51	30	11	—	5	3	11	30	6	—	2	22	—
E2F8	21. 4. 52	16	9	—	1	—	6	14	1	—	—	13	—
E2D	21. 4. 52	27	7	—	—	5	15	27	—	—	11	12	4

Gleiches Verhalten von 10 Kartoffelkrebssstämmen auf den Sorten „Edelgard“ und „Flava“.

mußten, ist die Methode der Einzelsoruskulturen noch verbesserungsbedürftig. Sie eröffnet aber die Aussicht auf einen Weg, die Fragen nach der Einheitlichkeit des G-Typs sowie das Problem des Variierens der Infektionsergebnisse der Lösung näher zu bringen.

Ohne weiteren Untersuchungen vorgreifen zu wollen, sei hier das Ergebnis der ersten Infektionsversuche mit einer Einzel-Soruskultur wiedergegeben, die nach ihrer Isolierung auf die übliche Weise (Methode II) vermehrt worden war.

Ergänzend sei gesagt, daß diese Kulturen in glasbedeckten Aussaatkisten gehalten wurden, die nicht ganz so günstige Infektionsbedingungen gewähren wie die für kleinere Mengen verwendeten Glasschalen.

Die Variationsbreite der Ergebnisse scheint sich nach diesem ersten Versuch mit der der bisher verwendeten Krebs-„Stämme“ annähernd zu decken. Die Annahme, daß letztere Gemische verschieden virulenter Rassen seien, die nach ihrer Trennung eine gleichmäßigere Reaktionsweise zeigen werden, erscheint demnach wenig wahrscheinlich.

Die Ursachen des Variierens müssen noch ermittelt werden. Vielleicht gibt das Verhalten der biotypenfesten Sorte „Fram“, von der anschließend berichtet sei, einen Hinweis.

#### Beobachtungen über das Zustandekommen der Resistenz bei der biotypenfesten Sorte „Fram“ und dem biotypenfesten Kartoffelzuchtstamm „Malchow Nr. 2276“.

a) Beobachtungen an der Kartoffelsorte „Fram“.

Als 1941 das Vorkommen einer neuen physiologischen Rasse des Kartoffelkrebserregers bekannt wurde, erwies sich unter den zugelassenen Kartoffelsorten nur die Sorte „Fram“ als feldimmun gegen den neuen Biotyp. Daß diese Sorte im Laboratorium

nicht immun ist, geht aus den Tabellen von Hey (1951) über den Vergleich der Feldimmunität mit den Laboratoriumsbefunden hervor. Ein geringer Befall war also auch in unseren Versuchen zu erwarten. Um die Sortenechtheit der einzelnen Knollen kontrollieren zu können, wurden von „Fram“ so weit als möglich mehrere Stücke der gleichen Knolle beimpft. Bei allen positiven Ergebnissen (mit Ausnahme eines einzigen Falles, in welchem alle drei beimpften Knollenstücke Wucherungen zeigten), konnte durch den Vergleich der nichtbefallenen Keime der Knolle mit anderen gesunden Keimen von „Fram“ die Sortenechtheit wahrscheinlich gemacht werden. Die Infektionsergebnisse mit 11 auf „Fram“ geprüften Stämmen gibt Tabelle V wieder.

Tabelle V

Pflz- stamm	Datum	Knollen- stücke	neg.	Aborte durch Nekrose	faul	Gallreaktion			
						0	1	2	3
R1	18. 12. 51	8	7	—	—	—	—	—	1
R1	12. 1. 52	28	21	2	—	5	—	—	—
R3	18. 12. 51	7	5	—	—	—	1	1	—
R6	18. 12. 51	8	3	—	—	—	—	5	—
R6	31. 1. 52	18	18	—	—	—	—	—	—
R11	12. 1. 52	28	26	—	—	1	—	—	1
R13	31. 1. 52	25	22	—	—	—	—	—	3
E2D	16. 1. 52	16	8	4	—	—	2	—	2
E2De4	18. 4. 52	36	28	—	2	—	—	4	2
E2F7	21. 4. 52	16	15	—	—	1	—	—	—
E2F7	12. 3. 52	9	2	7	—	—	—	—	—
E2F8	12. 3. 52	21	13	3	—	—	—	1	4
E2I	12. 1. 52	28	20	2	—	6	—	—	—
E2I	31. 1. 52	26	26	—	—	—	—	—	—
BM8	12. 3. 52	21	16	4	—	—	—	—	1
E2-39	12. 3. 52	28	16	6	1	—	4	—	1
E2-39	12. 3. 52	23	19	—	—	1	—	3	—

Infektionsergebnisse an der Sorte „Fram“

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß alle verwendeten Krebsstämme die Sorte „Fram“ befallen, wenn auch bei einigen Krebsstämmen die nekrogene Abortion häufiger zu beobachten ist als bei anderen. Auffällig ist, daß bei den befallenen Knollen ein ziemlich starkes Reaktionsvermögen und ein mittlerer Infektionsgrad in Erscheinung treten (Gallreaktion zum Teil 2 und 3!). Die Zahl der durch nekrogene Abortion verhinderten Infektionen (Subinfektionen) ist im Gegensatz zu den ohne Befund negativ gebliebenen Knollen ganz auffallend gering. Bei 346 Stücken wurden gefunden: 265 negativ ohne Befund, 50 positiv, 28 mal Abortion durch Nekrosen. In diesem Zusammenhange sei auf

Tabelle IV

Kartoffel- Sorte	Knollen- stücke	Infektionsgrad				Gallreaktion		
		neg.	schw.	m.	st.	1	2	3
Edelgard	44	24	5	5	10	5	5	10
Erstling	37	19	11	—	7	—	11	7
Flava	31	21	3	6	1	6	—	1
Fram	36	30	—	—	6	—	4	2
Stamm M 2276	40	30	—	—	10 kl. Wuch. s. unten	—	—	—

Infektionsergebnisse mit einer Ein-Sorus-Kultur (E 2 D e 4)

die Beobachtung von Hey (1951) verwiesen, daß der G-Typ bei zahlreichen Sorten bzw. Zuchtstämmen eine geringere Infektionsquote gegenüber entsprechendem Infektionsmaterial des normalen Erregers und eine geringere Auffälligkeit nekrogener Abortionen aufweist. Das deckt sich ganz mit den hiesigen Laboratoriumserfahrungen. Da mit einer kleineren Zahl von Knollen, dafür aber stets unter mikroskopischer Prüfung des Infektionsmaterials (später auch der verwendeten Kartoffelkeime unter dem Binokular) gearbeitet wurde, kann angenommen werden, daß die Infektionsbedingungen denkbar günstige waren. Andererseits konnten nekrogener Abortionen kaum übersehen werden, da die beimpften Kartoffelstücke drei Wochen lang unbedeckt blieben und der Beobachtung stets zugänglich waren. Um ganz sicher zu gehen, wurden wiederholt alle Triebe, die makroskopisch unbeschädigt schienen, mit dem Mikroskop auf Spuren von Subinfektionen untersucht. Es hat den Anschein, als ob in vielen Fällen die Zoosporen gar nicht eingedrungen sind. Hey läßt offen, ob die geringere Infektionsrate des G-Typs einer schwächeren Infektiosität oder der unwirtlichen Labilität der Zoosporen entspringt oder ob andere Faktoren dafür maßgebend sind.

Was die Umweltfaktoren betrifft, so scheiden bei unseren Versuchen mit der Sorte „Fram“ Temperatureinflüsse als Ursache der unterschiedlichen Ergebnisse aus. Gegen chemische Einflüsse scheinen die Zoosporen ebenfalls relativ unempfindlich zu sein. Die Infektionsergebnisse waren durchschnittlich die gleichen, ob Schnee-, Regen- oder destilliertes Wasser verwendet wurden. Sogar Leitungswasser, das zum Anfeuchten der mit Sphagnum, Torfmoos oder Erde bedeckten Kästen verwendet wurde, ermöglichte einen guten Infektionserfolg. Näher als die Annahme einer Schädigung der Zoosporen scheint der Gedanke an eine verschieden große Eindringungsresistenz auf seiten der Kartoffel zu liegen, wie sie Kusano (1929) bei *Oenothera odorata* Jacq. für *Synchytrium fulgens* beschreibt. Vermutlich ist diese Eindringungsresistenz bei der Kartoffel von mehreren Faktoren abhängig: 1. von der sorteneigentümlichen Beschaffenheit der Epidermis, die vielleicht auch individuellen Schwankungen unterliegt; 2. von der mehr oder weniger xeromorphen Ausbildung derselben; 3. von dem Alter und Entwicklungszustand des Keimes.

Zu 1. Als Hinweis auf die erste Annahme kann angeführt werden, daß mehrere Stücke aus derselben Knolle einer anfälligen Kartoffelsorte ein sehr ähnliches Infektionsbild zeigen.

Tabelle VI

Synch. Stamm	Zahl d. Stücke a. derselb. Kn.	Infektions- u. Reaktionsgrad	Bemerkungen
R 13	4	4 mittel, Gallreaktion 2-3	Gallen sehr gleichmäßig ausgebildet
„	4	{ 1 mittel „ 2 3 mittel „ 3	„
„	4	4 mittel „ 2	„
„	4	4 mittel „ 2-3	„
„	3	3 mittel „ 2-3	„
„	4	4 mittel „ 2-3	„
R 16	5	{ 4 mittel „ 2 1 nicht gekeimt „	„
„	4	4 mittel „ 2-3	verschieden große Gallen

Verhalten infizierter Kartoffelstücke, die aus einem Knolle stammen (Sorte: „Erstling“)

Zu 2. Auch für die Abänderung der sorteneigentümlichen Anfälligkeit infolge xeromorpher Bedingungen sei ein Beispiel gegeben: Knollen von „Flava“, die mehrere Tage vor der Infektion zum Vorkeimen in einem trockenen, warmen Raum gelegen hatten, zeigten eine geringere Infektionsrate als gewöhnlich. Zum Vergleich sind die Ergebnisse mit den Knollen der Sorte „Edelgard“ angegeben, die mit der anderen Hälfte der Krebswucherung infiziert worden waren, um die Tauglichkeit des Infektionsmaterials zu zeigen, sowie die Ergebnisse eines zweiten Versuches mit Knollen der Sorte „Flava“, die normal gelagert worden waren (Tabelle VII).

Tabelle VII

Synch. Stamm	Datum	„Flava“ trocken u. warm gelagert		„Edelgard“ normal gelagert	
		Stückzahl	negativ	Stückzahl	negativ
BM 30	6. 2. 51	12	5	20	1
R3B	6. 2. 51	12	5	17	1
R 11	6. 2. 51	12	5	15	2
		normal gelagert		normal gelagert	
BM 8	24. 2. 51	10	0	10	2
BM 10	24. 2. 51	22	0	22	1
R1B	24. 2. 51	10	3	10	3

Rückgang der Infektionsrate bei trockener Lagerung der Knollen vor der Infektion

Auf ähnliche Unterschiede in der Prädisposition der Knollen lassen sich wahrscheinlich auch die beträchtlichen Schwankungen der Infektionsrate bei ähnlichem Infektionsgrad und ähnlicher Gallreaktion in der Tabelle III zurückführen. Auch Lemmerz und Köhler (1931) kamen zu entsprechenden Schlüssen, als sie die Ergebnisse der im Januar und im März beimpften Knollen der Sorten 9816 (R) und 9724 (R) verglichen und bei den Märzversuchen eine viel höhere Infektionsdichte feststellten. Sie führten diese Unterschiede auf die längere Dauer der Vorkeimung im Januar zurück, durch die die Epidermiswände xeromorph verändert wurden. Sie sind der Ansicht, daß nicht alle anfälligen Sorten zu solch starken Modifikationen neigen, sondern nur bestimmte Sorten, eben solche, die zu xeromorpher Epidermisbildung befähigt seien. „Fram“ scheint (nach den vorliegenden Untersuchungen) das eine Extrem einer solchen Reihe von Kartoffelsorten mit zunehmender Neigung zu xeromorpher Bildung darzustellen. Bei ihr ist also im Gegensatz zu den anfälligen Sorten die Undurchdringlichkeit der Epidermis der Normalzustand, der nur durch bestimmte Vorbehandlung aufgehoben werden kann.

Zu 3: Daß die Kartoffelkeime nur in einem frühen Entwicklungsstadium, das etwa einer Größe des Triebes von 1 mm entspricht, zur Infektion taugen, ist eine immer wieder bestätigte Beobachtung aller unserer Versuche. Es ist denkbar, daß bei der Sorte „Fram“ das geeignete empfängliche Stadium sehr kurz ist oder aber, daß die Keime nur selten, etwa bei geeigneter Lagerung, für eine Infektion prädisponiert sind. Dabei ist zu beachten, daß die mikroklimatischen Bedingungen bei der Kellerlagerung für eine Knolle nicht allseitig dieselben zu sein brauchen. Folgende Aufstellung bringt



Tabelle VIII

Synch. Stamm	Zahl der Stücke aus derselben Knolle	negativ	positiv	Infektionsgrad	Reaktionsgrad
R11	6	5	1	stark	Gallreakt. 3
F2F8	4	3	1	mittel	" 3
"	2	1	1	mittel	" 2
"	5	3	2	mittel	" 3
E2-39	3	2	1	mittel	" 1
"	2	-	1	mittel	" 3
"			1	schwach	" 1
"	2	-	2	schwach	" 1
BM8	3	2	1	mittel	" 3

Infektion von mehreren Stücken der gleichen Knolle der Sorte „Fram“

das Infektionsbild der Triebe mit positivem Infektionsergebnis im Vergleich mit den anderen beimpften Stücken der gleichen Knolle.

Es sei hier auf die Versuche von Kusano (1929) hingewiesen, der bei *Oenothera odorata* Jacq. gegenüber *Synchytrium fulgens* eine Eindringungsresistenz feststellte, die durch Vorbehandlung des Gewebes mit feuchter Watte stellenweise behoben werden konnte, also auf die xeromorphe Ausbildung der normalen Epidermis zurückzuführen war. War hier das Hindernis der Epidermis einmal überwunden, so fand eine normale Entwicklung der Parasiten statt. Daneben aber fand er bei *Oenothera sinuata* L. eine Resistenz auf Grund nekrogener Abortion, die der hyperergischen Reaktionsweise entspricht, mit der viele resistente Kartoffelsorten auf den Angriff des *Synchytrium endobioticum* antworten. Daß es sich bei *Oenothera* um verschiedene reagierende Arten, bei der Kartoffel dagegen um sortentypische Unterschiede handelt, braucht dem Vergleich nicht hinderlich zu sein.

b) Beobachtungen an dem biotypenfesten Kartoffelzuchtstamm „Malchow 2276“.

Ein anderes Verhalten als die Sorte „Fram“ zeigte der untersuchte biotypenfeste Kartoffelzuchtstamm „Malchow 2276“. Vorausgeschickt sei, daß sich auch bei diesen Versuchen alle geprüften Krebsstämme gleichartig verhielten. Bei einem kleineren Teil der befallenen Knollen traten Subinfektionen auf. Der andere Teil zeigte jedoch nach fünf Tagen noch keine durch den Parasiten verursachte Nekrosen. Auch nach 19 Tagen, einem Zeitpunkt, an dem die ersten Sommersori zu reifen pflegten, waren Nekrosen nicht zu beobachten, dagegen waren die zahlreichen im Gewebe sichtbaren Erreger sehr in ihrer Entwicklung zurückgeblieben. Viele von ihnen hatten die Migration noch nicht beendet. Nach weiteren zwei Tagen, dem normalen Termin für die Weiterimpfung, war noch kein reifer Sommersorus zu finden. Viele Erreger, auch junge Dauersporangien, hatten ein milchigweißes, ungewöhnliches Aussehen. Am auffälligsten war, daß die meisten befallenen Triebe nur eine Größe von 1 bis 3 mm erreicht hatten, während die gesunden eine Länge von 6 bis 15 mm aufwiesen. Die Kulturen wurden, wie üblich, mit feuchtem Torfmull bedeckt und weitere drei Wochen sich selbst überlassen. Nach Ablauf dieser Zeit fand sich, daß die Wucherungen nicht weiter gewachsen waren, z. T. waren sie gefault. Reife Dauersporangien konnten nicht mit Sicherheit festgestellt werden und wurden auch in späteren Versuchen nur selten gefunden. Wieder-

holte Versuche mit zwölf verschiedenen Krebsisolaten bestätigten im allgemeinen den geschilderten Befund (vom 1. Februar 1952), wie aus Tabelle IX zu ersehen ist.

Diese Beobachtungen finden ihre Bestätigung in den Angaben von Hey (1951), der eine Anzahl von Kartoffelzuchtstämmen ermittelte, die stets nur kleine, an der Grenze der makroskopischen Sichtbarkeit stehende Wucherungen hervorbrachten. Er billigt dieser Gruppe das Prädikat der bedingten Feldfestigkeit zu.

Tabelle IX

Synch. Stamm	Datum	Knollenstücke	Aborte durch Nekrose		Befall und Gallreaktion
			negativ	positiv	
R1	1. 2. 52	7	5	-	2 stark } kleine Wucherung
R3	1. 2. 52	8	-	-	6 mittel - stark } 2 schwach } kleine Wucherung
R6	1. 2. 52	11	-	-	11 stark } kleine Wucherung
R11	1. 2. 52	7	2	-	3 mittel - stark } 2 mittel } kleine Wucherung
R13	1. 2. 52	7	-	-	1 mittel } Gallreaktion 2, 3 mittel } Gallreaktion 0, 3 mittel } kleine Wucherung
E2I	1. 2. 52	7	1	-	6 } kleine Wucherung
E2F7	12. 3. 52	10	5	2	3 } kleine Wucherung
E2F7	21. 4. 52	16	10	1	5 } kleine Wucherung
E2F8	12. 3. 52	11	5	-	6 } kleine Wucherung
E2-39	12. 3. 52	11	3	4	4 } kleine Wucherung
EM8	12. 3. 52	9	5	1	3 } kleine Wucherung
E2D	16. 1. 52	8	2	2	4 } kleine Wucherung
E2De4	21. 4. 52	40	30	-	10 } kleine Wucherung

Infektionsergebnisse mit dem biotypenfesten Kartoffelzuchtstamm „Malchow Nr. 2276“

Der gewöhnliche Reaktionsmechanismus scheint hier sorteneigentümlich in der Weise abgeändert zu sein, daß eine weitere Art der Resistenz resultiert. Bekanntlich wirkt der Pilz auf das Wirtsgewebe der anfälligen Sorte in verschiedener Weise ein. Er bewirkt Hypertrophie von Wirtszelle und Zellkern, die den Parasiten, bis er ausgewachsen ist, ernähren. Er regt weiter das Gewebe des Kartoffeltriebes zu gallenartigen Neubildungen an, wirkt also stimulierend auf die Zellteilung. Dagegen wirkt er hemmend auf das Längenwachstum der Triebe ein. Befallene Triebe mit geringerem Infektionsgrad sind oft an ihrer kugelig gedrunghenen Gestalt oder an einer einseitigen Krümmung zu erkennen. Wie bei der akuten nekrogenen Abortion die Reizstoffe des Parasiten toxisch statt stimulierend auf die Wirtszelle wirken und so den Erfolg für den Parasiten ins Gegenteil verkehren, so macht ein Übermaß des Faktors, der das Längenwachstum hemmt und der im Normalfalle am Zustandekommen der günstigen Gallreaktion offenbar beteiligt ist, die Entwicklung des Parasiten unmöglich. In den winzig bleibenden Zellen scheinen die Parasiten zu verhungern.

Für die Praxis der Untersuchungen ist wichtig, daß hier Übergänge von wenigen Millimeter großen Wucherungen zu solchen von etwas ansehnlicherer Größe vorkommen können, bei denen reife Sommersori ausgebildet werden. Häufig verdecken die gesunden, aus dem gleichen Auge sproßenden Keime die unscheinbaren Befallssymptome.

**Zusammenfassung:**

Beim Arbeiten mit dem G-Typ des Kartoffelkrebserragers *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. wurde ein Variieren der Infektionsergebnisse



beobachtet, das die Frage nahe legte, ob die Ursache dafür in einem Schwanken der Virulenz des Pilzes zu suchen sei, oder in den nicht konstant zu haltenden Versuchsbedingungen, wobei vor allem an eine wechselnde Prädisposition der beimpften Kartoffelnollen zu denken wäre. Es wurde auch in Erwägung gezogen, daß es sich bei den in den Versuchen verwendeten Isolaten um ein inhomogenes Gemisch verschiedener physiologischer Rassen handeln kann.

Um das Verhalten des Erregers im Verlauf mehrerer (ungeschlechtlich erzeugter) Generationen zu erforschen, wurden 31 Stämme des G-Typs, die 1949 und 1950 aus verschiedenen Gießübler Herkünften gewonnen waren, über mehrere Passagen auf der gleichen Kartoffelsorte gehalten. In einer weiteren Versuchsserie wurde ständig zwischen zwei Sorten gewechselt. Ein gesetzmäßiges Zu- oder Abnehmen der Virulenz wurde dabei nicht beobachtet. Es konnte auch keine Trennung des isolierten Krebsmaterials in verschiedenen aggressive Bestandteile erreicht werden. Ebensowenig gelang es, mit Hilfe eines Testsortimentes einen Zerfall des G-Typs in voneinander abweichende physiologische Rassen nachzuweisen.

Als neuer Weg für eine weitere Erforschung der Frage nach der Einheitlichkeit des Biotypen, vielleicht auch zur Lösung des Resistenzproblems ist die Isolierung von Ein-Sorus-Kulturen zu empfehlen, die erstmalig durchgeführt wurde. Über die ersten Beobachtungen mit Ein-Sorus-Kulturen wurde berichtet.

Untersuchungen an der Kartoffelsorte „Fram“ und an einem ebenfalls feldimmunen Zuchtstamm („Malchow Nr. 2276“) machten es wahrscheinlich, daß die Resistenz mancher Kartoffelsorten gegen den G-Typ nicht nur von der hyperergischen Reaktionsweise der Kartoffel abhängig ist. Wahrscheinlich ist eine Eindringungsresistenz mit im Spiele, in dem Sinne, daß die Epidemien nur vorübergehend, in einem bestimmten Jugendstadium der Zellen, bei einigen Sorten unter normalen Bedingungen überhaupt nicht, für die Zoosporen durchdringbar ist.

Bei dem Zuchtstamm „Malchow Nr. 2276“ scheint dagegen die Resistenz auf einer übernormalen Unterdrückung des Längenwachstums der Wirtstriebe zu beruhen.

#### Literatur:

Braun, H. (1942), Biologische Spezialisierung bei *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 52, 481—486.

Cartwright, K. (1926), On the nature of the resistance of potatoe to wart disease. Ann. Botany 40, 391.

Gäumann, E. (1945), Pflanzliche Infektionslehre, Basel.

Hey, A. (1948), Die Biotypenforschung beim Erreger des Kartoffelkrebses *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Deutschland. Nachrichtenbl. f. Dtsch. Pflanzenschutzd. N. F. 2 (28), 1—3.

Hey, A. (1951), Untersuchung über die Anfälligkeit von Kartoffelsorten gegen den Krebsbiotyp G. Nachrichtenbl. f. Dtsch. Pflanzenschutzd. N. F. 5 (31), 226—231.

Köhler, E. und Lemmerzähl, I. (1931), Über die Prüfung von Kartoffelsorten im Gewächshaus auf ihr Verhalten gegen den Kartoffelkrebs. Arb. aus d. BRA. 18, 177—187.

Köhler, E. (1931), Über das Verhalten von *Synchytrium endobioticum* auf anfälligen und widerstandsfähigen Kartoffelsorten. Arb. aus der BRA. 19, 263—284.

Köhler, E. (1931), Über die verschiedenen Typen der Krebsresistenz und Krebsanfälligkeit bei den Kartoffelsorten. Der Züchter, 3, 249—252.

Köhler, E. (1931), Der Kartoffelkrebs und sein Erreger, Landw. Jahrb. 74, 729—806.

Köhler, E. (1948), Betrachtung zum Resistenzproblem bei *Synchytrium*. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 55, 10—16.

Kusano, Sh. (1929), Resistance of *Oenothera* to the attack of *Synchytrium fulgens*. Journal of the College of Agriculture Imperial Univ. of Tokyo, 10, 313—327.

Lemmerzähl, I. (1930), Neues vereinfachtes Infektionsverfahren zur Prüfung von Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit. Der Züchter 2, 288—297.

Lemmerzähl, I. (1931), Zur Methodik der Krebsprüfung von Kartoffelstämmen. Der Züchter 3, 138—152.

Römer, Th., Fuchs, Th., Isenbeck, K. (1938), Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin.

Potlajcuk, B. J. (1951), Biologische Spezialisierung vom Kartoffelkrebserreger. Selekcija i Semenovodstvo 18, Nr. 2, 36—39, n. Ref. v. Grebenscikov, I. Der Züchter 21, 9.

Schlumberger, O. (1943), Die Zuverlässigkeit der Kartoffelkrebsprüfungen. Forschungsdienst 16, 215—220.

Stötzer, W. (1949/1950), Protokolle. Botan. Institut Jena.

Viennot-Bourgin (1950), Les Champignons Parasites, Paris.

Wartenberg, H. (1949), Das Kartoffelkrebsproblem. Festschr. z. 50jähr. Bestehen d. BZA in Berlin-Dahlem.

Winkelmann, A. (1952), Biotypen des Kartoffelkrebserreger in Westdeutschland. Nachrichtenbl. d. Dtsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 4, 140.

## Parasitierte Bärenraupen an *Rumex crispus* auf Hiddensee 1951

Von Wolfdietrich Eichler

Aus der Parasitologischen Station Hiddensee (Außenstelle des Parasitologischen Instituts der Universität Leipzig); Leiter: Prof. Dr. Wd. Eichler<sup>1)</sup>

Inseln begünstigen die Flügelreduktion oder sie lehren fluggewandte Insekten schwimmen. Für andere Insekten wie Lepidopteren bieten sie günstige

Lebensbedingungen nur dort, wo ausgedehnte Wirtspflanzenbestände eine reichliche Entwicklung erlauben. Dies gilt z. B. für Hiddensee hinsichtlich des Ringelspinner an Sanddorn, während von anderen Schmetterlingen vor allem die Gammaeulen auf den Hügeln manchmal in ungeheuren Massen vertreten sind.

<sup>1)</sup> Die Durchführung der Untersuchungen wurde mir wesentlich erleichtert durch das Entgegenkommen von Prof. Dr. R. Bauch, dem Leiter der Biologischen Forschungsanstalt Hiddensee, an welcher ich vor Errichtung der Außenstelle des Parasitologischen Instituts Leipzig auf Hiddensee verschiedentlich als Gastforscher arbeiten konnte.



„Große behaarte Raupen“ traten auch früher schon in manchen Jahren massenhaft auf. Nach einer ungewöhnlichen *Arctia*-Vermehrung zu Anfang der 40er Jahre kam in den Jahren danach keine Bärenraupenvermehrung mehr zur Kenntnis der hidden-seer Biologen. Recht bemerkenswert war daher das Auftreten der Raupen des Braunen Bären (*Arctia caja*) im Sommer 1951. An verschiedenen Stellen der Insel fraßen die Raupen, in etwas größerer Zahl auf den Hügeln an *Medicago* (Härdtl mündlich). Eine besonders auffällige Massenvermehrung sah ich auf der Südspitze der Sandbank am Alt-Bessin.

Bei dieser „Bessinschen Sandbank“ handelt es sich um die letzte große, als solche noch erkennbare Hakenbildung des Alt-Bessin, deren äußerster (südlicher) Teil bis vor einer Reihe von Jahren noch Insel gewesen sein muß. Er ist jedenfalls überhöht und dicht bewachsen, während nordwärts an ihm zunächst eine nur spärlich mit vereinzelt Stauden — so Meerstrandkohl (*Brassica maritima*) — besetzte Sandzone anschließt. Daß nun 1951 die Raupenkalamität so gut wie völlig auf die nur wenige Ar große Südspitze der Bessinschen Sandbank beschränkt war, bot ein äußerst auffallendes Bild. Was für das Zustandekommen dieser Erscheinung maßgebend gewesen sein mag, läßt sich wohl heute kaum mehr ergründen. Von einer Reihe verschiedener Faktoren, an welche in diesem Zusammenhang gedacht werden mag, möchte ich nur einige wenige herausgreifen, die mir in unserem Falle in Betracht kommen könnten.

So ist von vielen Lepidopterenkalamitäten — und gerade solchen örtlich eng begrenzten Charakters — die Beziehung zu den aerodynamischen Verhältnissen bekannt. Raupen der Kohlweißlinge (*Pieris*) erscheinen dort massiert, wo die Falter „vom Winde zusammengetrieben werden“. Ob sich das für unseren Fall des Alt-Bessin annehmen läßt, erscheint allerdings in Anbetracht des auf Hiddensee ständig wehenden Windes vielleicht zweifelhaft; um so mehr als der Bessin als recht flache Landzunge gewiß kaum Anlaß zu besonderen Windströmungen gibt.

Dagegen muß in diesem Zusammenhang wohl einem anderen Faktor größere Beachtung geschenkt werden, nämlich der Besiedlungsfolge der betreffenden Zone. Während das Hauptstück des Alt-Bessin schon ein Alter von mehreren Jahrhunderten aufweist, war die Sandbank um die Mitte der 30er Jahre — also vor erst etwa 15 Jahren — noch nicht landfest. Selbst die Besiedlung unseres Südstücks kann also erst seit dieser Zeit erfolgt sein.



Abb. 1

Blick auf die äußerste Südspitze der Bessinschen Sandbank mit dem durch *Arctia-caja*-Raupen stark befallenen *Rumex-crispus*-Bestand.  
Fot. P. C u r t h

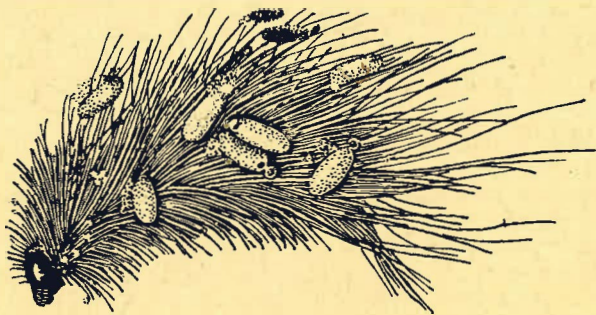


Abb. 2

Larvenhaut einer Bärenraupe (*Arctia caja*) mit daran angeklebten Puppen-Kokons von *Apanteles caja*. Die Zeichnung wurde nach einem von den Schmarotzerlarven längst verlassenen Raupenbalg angefertigt, an welchem die Schlupfwespen-Kokons bereits geschlüpft waren (bei einigen ist daher der aufgeklappte Deckel zu sehen). Der als Vorlage dienende Raupenrestkörper ist nur mit verhältnismäßig wenigen Schlupfwespenkokons besetzt; in anderen Fällen waren an die Haare des Raupenbalgs noch erheblich mehr Kokons angelegt.  
Zeichn. P. Rose

Nun sind zwar von den „Biosozioologen“ die Besiedlungs-Sukzessionen der Vegetation schon recht sorgfältig studiert worden, während das hinsichtlich der Insektenfaunen bisher kaum beachtet wurde. Verschiedene Analysen der Sukzessionen phytophager Insekten, die vor allem in der Forstentomologie in den letzten Jahren verfolgt wurden, haben aber auch in dieser Richtung beachtliche Gesetzmäßigkeiten aufgezeigt. Vielleicht ist also auch die phytosoziologische Disposition eines solchen Massenauftritts wie bei unserem Bärenraupenbeispiel Ausdruck eines bestimmten Moments in der Pflanzenbesiedlungsfolge bewachsen werdender Sandbänke?

Den zur Eiablage führenden Falterflug des Braunen Bären, der ebenfalls schon reichlich gewesen sein mußte, hatte ich nicht bemerkt. Das Massenauf-treten der Bärenraupen in dem beschriebenen Raum war jedoch bereits um den 20. Mai auffällig (Steu-bing mündlich). Zu dieser Zeit saßen vereinzelt bis zu 16 Raupen an einer Staude des *Rumex crispus*.

Die Südspitze der Bessinschen Sandbank weist seit einigen Jahren zunehmende Bestände verschiedener Pflanzen auf, von denen Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*), Strandkamille (*Matricaria maritima*) und Strandhafer (*Ammophila arenaria*) genannt seien. Recht zahlreich ist auch *Rumex crispus* vorhanden, und an der äußersten Südspitze ist fast ausschließlich diese Art — beinahe bestandsbildend — zugegen (Abb. 1).

Der Befall des *Rumex* erreichte das überhaupt größtmögliche Ausmaß. Die Pflanzen wurden z. T. bis auf die Rippen völlig abgefressen; so waren dann schließlich nur noch die Fruchtstände vorhanden und viele Pflanzen völlig entblättert (Abb. 1).

Bereits in den letzten Junitagen 1951 zeigten viele der schon auf dem Boden umherkriechenden Raupen unverkennbar die Symptome der Parasitierung. Immerhin wurden am 1. Juli die *Rumex*-Pflanzen noch von zahlreichen Bärenraupen beweidet. Eine Woche später bot sich dann ein völlig anderes Bild. Wohl auf jeden Quadratmeter des Gebietes kam eine apantelisierte Raupe, die — noch schwach beweglich oder schon völlig unbeweglich — mit Parasitenpuppen behaftet am Boden lag. Hin und wieder waren die Raupen auch noch einige Zentimeter vom Erdboden weg an Pflanzen hochgeklettert, wobei dann die Kokons unterhalb der Raupen hingen. Nur ganz vereinzelt sah man noch am Boden umherlaufende Raupen, die von den Para-



siten (*Apanteles cajae*) noch nicht verlassen waren. Unter Dutzenden von Raupen, die in den letzten Junitagen eingetragen worden waren, war nur eine einzige nicht parasitiert, die Kollege Dieter Kühlmann (Zool. Inst. Greifswald) eintragen konnte.

Die *Apanteles*-Kokons saßen zu allen Seiten der Raupen außen an den Spitzen der Haare (Abb. 2), also z. T. auch unterseits (mit Sand verbacken). Ihre Anzahl betrug mehrere, bis 30 bei einer Raupe. Im ganzen wird allerdings die Zahl der Parasiten je Raupe noch einiges höher gewesen sein. Aus einer von mir gesammelten Raupe, die am 1. Juli mittags noch lebhaft umherlaufend gefunden worden war, bohrten sich schon am selben Abend die ersten Larven aus, deren Anzahl dann 100 Stück erreichte. Nur ein kleiner Teil der Larven spann sich an der Raupe selbst ein; die Mehrzahl verließen den Wirt noch in einem Stadium, wo er umherzulaufen vermochte. Das legt den Schluß nahe, daß wohl auch unter natürlichen Verhältnissen die meisten der Parasiten sich einzeln im Boden verpuppen, und nur ein kleiner Teil am Wirte selbst verbleibt.

Für die Parasiten ist dies zweifellos von Nutzen, weil sie auf diese Weise die Gefahr des Vernichtetwerdens verringern. So sah ich mehrfach Spinnen, die sich an parasitierte Raupen heranmachten, um die Schlupfwespenkokons leerzusaugen. Ein eigenartiges Zusammentreffen, wenn man bedenkt, daß an derselben Örtlichkeit andere Hymenopteren (*Pompilidae*) in mehreren Arten reichlich vertreten waren und Spinnen (*Arctosa*-Arten) fingen, die sie als gelähmte Larvennahrung in ihre Baue eintrugen!

Bei meinen Laborzuchten schlüpften die ersten Schlupfwespen acht, die Hauptmasse neun Tage nach dem Einspinnen. Die Bestimmung als *Apanteles cajae* Bouché, einen für *Arctia caja* bekannten Parasiten, verdanke ich Prof. H. Bischoff (Berlin).

Wie schon erwähnt, war das Ausmaß der Parasitierung so stark, daß kaum eine Raupe den Schlupfwespen entkam. Worin die dem zugrundeliegende Massenvermehrung der Parasiten ihre Ursache hat, läßt sich schwerlich rekonstruieren. Nun zieht sich vermutlich durch die Gradation des Braunen Bären in den letzten Jahren auch das Anschwellen der Parasitenvermehrung hin. Vielleicht wurde auf diese Weise auf dem Gebiete der übrigen Insel erreicht, daß die Massenvermehrung von *Arctia*

*caja* hintangehalten wurde? Vielleicht aber war auf dem engbegrenzten Raume des Südstücks der Besinschen Sandbank dieses Gleichgewicht gestört worden, so daß es hier zu einer einseitigen Übervermehrung des Braunen Bären kommen konnte, wie sie auf der übrigen Insel seit Jahren nicht mehr gesehen worden war. Diese Übervermehrung — wie sie möglicherweise schon ein Jahr zuvor angelaufen sein mag — kann nun ihrerseits den Boden für die Massenentwicklung der *Braconide* geliefert haben. So ließe sich dann erklären, wieso es 1951 nur auf dieser engumgrenzten Stelle der Insel zu einem Massenaufreten von *Arctia caja* kam, das verbunden war mit einer fast 100%igen Parasitierung.

In diesem Zusammenhang gewinnt gleichzeitig der Hinweis auf eine Beobachtung von Herold (briefl. Mitteilung) besonderes Interesse. Dieser hat 1949 in der Umgegend Greifswalds und auf Hiddensee Beobachtungen über *Pieris brassicae* angestellt, wobei er für Hiddensee eine ungewöhnlich hohe Parasitierung durch *Apanteles* und *Pteromalus* feststellen konnte.

Als weiteren Parasitenbefund erhielt ich aus einem Sammelzuchtkasten mit *Arctia-caja*-Raupen, die von Kühlmann eingetragen und mir überlassen worden waren, ein Exemplar der *Tachina larvarum* L., die ebenfalls als Parasit der *Arctia caja* bekannt ist. Da ich diesen Schmarotzer erst bemerkte, als er sich schon verpuppt hatte, vermag ich nicht anzugeben, ob seine Wirtsraupe gleichzeitig auch apantelisiert gewesen war.

Bei dem so zahlreichen Vorkommen der Bärenraupen interessierte mich schließlich auch noch das Schicksal der von den Parasiten verlassenen Raupenhüllen. Spinnen (wohl *Arctosa*-Larven) beobachtete ich — wie schon erwähnt — beim Aussaugen der Parasitenkokons an den Raupen. Direkt an den Raupenhüllen selbst fressend, sah ich dagegen verschiedentlich räuberische Käferlarven (nach Bestimmung durch Prof. H. Sachtleben wahrscheinlich *Dermestes undulatus* Brahm). Ob Vögel die Raupenhüllen aufnehmen, weiß ich nicht, halte es aber nicht für sehr wahrscheinlich. Vermutlich dürften die meisten Raupenleichen bald in die Erdoberfläche eingeebnet werden, wo sie z. T. noch von nekrophagen Insektenlarven angegangen werden mögen.

## Der amerikanische weiße Bärenspinner, *Hyphantria cunea* Drury, in Ungarn

Von B. Nagy, G. Reichart und G. Ubrizsy

Der amerikanische weiße Bärenspinner, Webebär, wurde aus Nordamerika wahrscheinlich mittels Schiffsladungen nach Ungarn, Budapest, Freihafen Csepel, vor etwa 13 Jahren eingeschleppt. Seit 1940 verbreitete sich der Schädling nach sechsjähriger Latenzzeit sehr rasch und drang bereits 1946 in die weitere Umgebung von Budapest vor in einer Entfernung von 50 bis 90 km, verseuchte 1947 die nördlichen und östlichen Teile jenseits der Donau, ein ausgedehntes Gebiet zwischen Donau und Theiß,

ferner vereinzelte Punkte jenseits der Theiß. Im Jahre 1948 war der Schädling bereits fast im ganzen Lande vorhanden. Ab 1946 bedrohte *Hyphantria* sogar die Nachbarländer und erschien in der Slowakei, 1948 in Jugoslawien und in der Rumänischen Volksrepublik, 1951 in Österreich, an einzelnen Orten Mährens. Die Ausbreitung erfolgte hauptsächlich der Straßen und Eisenbahnlinien entlang; die größte Rolle spielten in dieser Hinsicht die Verkehrsmittel und der Wind. Den belebtesten Ver-



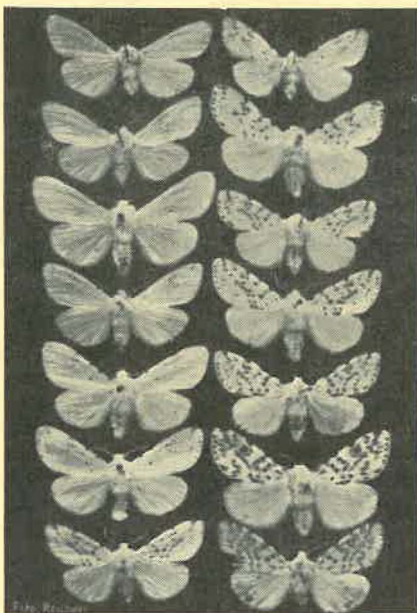
kehrslinien entlang drang der Schädling am raschesten im Flachland und in Flußtälern vor. Auf diese Weise konnte er jährlich eine Entfernung von 50 bis 140 km bewältigen.

In ihrer Heimat in den Staaten der USA entlang der atlantischen Küste ist *Hyphantria* überall vorhanden, von Texas über New York bis zu den nordwestlichen Gegenden, sowie in Südkanada und Britisch-Kolumbien.

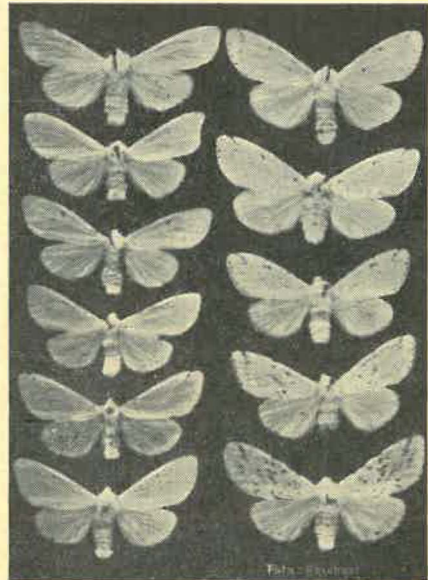
*Hyphantria cunea* Drury gehört zur Unterfamilie *Spilosominae* der Familie *Arctiidae*. Die rein weißen bzw. schwarzgefleckten Formen sind als jahreszeitliche Varietäten aufzufassen. Die Zahl der gefleckten Falter beträgt bei der aus überwinterten Puppen geschlüpften Generation 13 bis 47 Prozent, hingegen in der Sommergeneration nur 0,2 bis 1,8 Prozent.

Die Lebensdauer der Imagines ist von der Temperatur abhängig und beträgt durchschnittlich drei bis acht Tage, bei niedrigeren Temperaturen sogar 14 Tage. Kopulation dauert 5 bis 18 Stunden. Manchmal wird sie wiederholt. Eiablage beginnt 1 bis 2 Stunden, eventuell nur 1 bis 2 Tage nach der Kopulation mit einer Dauer von einigen bis 48 Stunden. Die Embryonalentwicklung beträgt im Freiland 7 bis 10 Tage. Bei 18°C oder tieferen Temperaturen kann sich dieselbe 16 bis 23 Tage verzögern. Die Raupen machen sechs Larvenstadien durch, ein Teil hat sogar sieben Stadien (Reichart und Szabó 1951). In Amerika sind acht Stadien bekannt. Die Änderung der Zahl der Larvenstadien steht möglicherweise in Zusammenhang mit dem Wechsel der Umweltbedingungen. Die Breite der Kopfkapsel ist je nach Temperatur und je nachdem, ob die Entwicklung in Massenzucht oder in Einzelzucht stattgefunden hat, größeren Schwankungen unterworfen.

Die Raupen des ersten bis dritten Stadiums leben gesellig, in einem gemeinsamen Gespinst und skelettieren die Blätter. Vom dritten Larvenstadium an zerstreuen sie sich in kleinere Gruppen und wandern von den Triebspitzen in das Innere der Krone. Vom vierten Stadium an beginnt der Übergangs-



A b b. 1.  
Der amerikani-  
sche weiße  
Bärenspinner.  
Farbenab-  
erationen der  
Männchen  
Foto:  
G. Reichart



A b b. 2.  
Farbenab-  
erationen der  
Weibchen  
Foto:  
G. Reichart

typ der Ernährung, einerseits durch Skelettieren, andererseits durch Lochfraß und Blattrandfraß. Vom fünften Larvenstadium an wird die ganze Blattspreite bis auf die stärksten Adern verzehrt. Im sechsten Larvenstadium zerstreuen sich die Raupen endgültig und ernähren sich einzeln. Vier bis acht Tage vor der Verpuppung beginnt die Abwanderung der Raupen den Ästen und dem Stamm entlang, und die Raupen suchen zur Verpuppung die verschiedensten Schlupfwinkel auf.

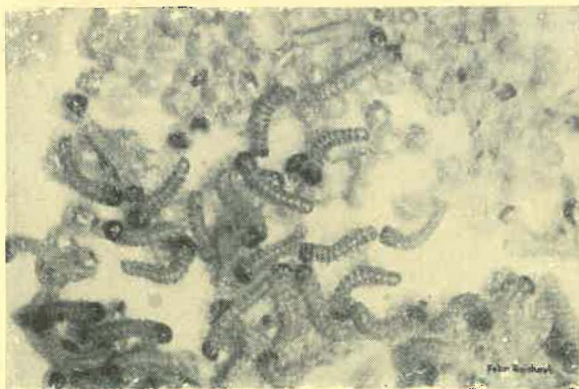
Die Spinnfähigkeit der jungen Raupen übertrifft bei weitem jene der älteren, welche vor der Verpuppung oft das Spinnen gänzlich einstellen. Hungernde, wandernde Raupen wiesen oft eine verstärkte Spinnfähigkeit auf. Es ist anzunehmen, daß das Gespinst den jungen Räumchen günstige mikroklimatische Verhältnisse schafft. Die Größe des Raupenkotes nimmt mit der Entwicklung zu, die Farbe verändert sich von dunkelgrün bis braunschwarz und schwarz. Eine mit Apfelblättern gefütterte Raupe verzehrte bei 30°C insgesamt 1,0958 g Blätter (Durchschnitt von 10 Raupen). Die Nutzbarmachung der Nahrung ist bei der jungen Raupe besser (Stoffwechselquotient: 1,94) als bei der alten [(Stoffwechselquotient: 1,32 bis 1,64); (Nagy 1952)].

Die Entwicklungsdauer der an Apfelblättern gezogenen Raupen beträgt durchschnittlich bei 20°C 56, 5 Tage, bei 25°C 35,5, bei 30°C 24 Tage. Diese Zeitspanne ändert sich auch mit den Nährpflanzen. Die Verpuppung findet in den verschiedensten, jedoch stets trockenen Schlupfwinkeln statt. Im Boden wurde in Ungarn Verpuppung nicht beobachtet. Die Puppenruhe beträgt gewöhnlich 7 bis 11 Tage, manchmal 13 Tage. Am Ende des Sommers, wenn die Imagines zum Teil schlüpfen (III. Generation), kann dieselbe auch 8 bis 22 Tage betragen. Ein kleiner Teil der Puppen (I. Generation) kann in Diapause verbleiben. So z. B. blieben im Juni 1951 von 18 600 Puppen 1,14 Prozent in Diapause. Aus letzteren schlüpften Imagines während September—Oktober, einige sogar nur im nächsten Jahr. Der letzte Falter verließ die Puppenhülle am 20. Juni 1952, das heißt nach fast einjähriger Puppenruhe, und legte auch Eier.



Das Gewicht der Puppen hängt von der Nährpflanze ab. Bei den mit Apfelblättern im Laboratorium gefütterten Raupen betrug es 0,095 bis 0,290 g; bei solchen, welche an Maulbeerblättern gezogen wurden, 0,073 bis 0,205 g. Überwinterung findet im Puppenzustand statt. Als Raupe konnte der Schädling bis jetzt noch nicht den Winter durchhalten.

Die Zahl der Männchen im Landesdurchschnitt übertrifft ein wenig jene der Weibchen. Es kommt aber vor, daß an manchen Stellen die Zahl der Weibchen überwiegt. Die Verschiebung im Zahlenverhältnis der Geschlechter ist eine Folge der natürlichen Puppensterblichkeit. Die Eizahl pro Weibchen beläuft sich im Frühling etwa auf 500, im Sommer hingegen auf ungefähr 800. Die Eizahl hängt größtenteils von den Entwicklungsbedingungen ab. Die durchschnittliche Eizahl (von zehn Weibchen) ändert sich nach der Futterpflanze; dieselbe betrug z. B. im Falle der Maulbeere 953, für

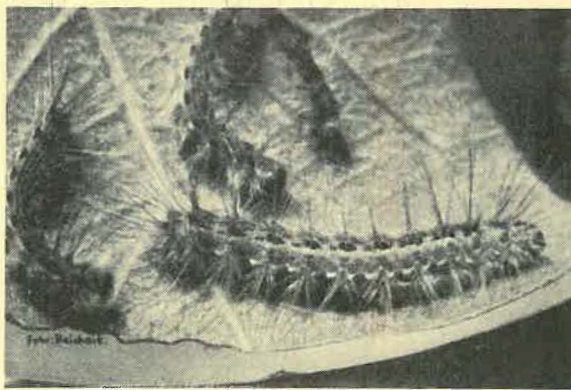


A b b. 3. Raupen, frisch geschlüpft

Walnußbaum 563 Stück (Sommer 1950). Die bis jetzt beobachtete höchste Eizahl betrug 1312 Stück.

In Ungarn werden zwei vollständige Generationen entwickelt. Die erste beginnt in der ersten Maihälfte mit der Eiablage. Die Imagines dieser Generation fliegen von der ersten Hälfte Juli bis Mitte August. Die zweite beginnt mit der Eiablage Ende Juli und endet nach der Überwinterung im Puppenstadium mit dem Flug der Falter im April bis Mai des nächsten Jahres. Inzwischen schlüpft ein Teil der zur zweiten Generation gehörenden Puppen, und so kommt es zu einer partiellen dritten Generation. Doch gehen diese Raupen, Vorpuppen im Herbst und während des Winters zugrunde. Die Entwicklung der ersten Generation beträgt je nach Futterpflanze im Durchschnitt 52,5 bis 58,5 Tage, die der zweiten Generation (die Überwinterung mit einbegriffen) 9 Monate. Im Laboratorium erstreckt sich die Entwicklung einer Generation bei 18° C auf 94 bis 118 Tage. Für das Ausmaß der dritten partiellen Generation ist bezeichnend, daß im Jahre 1950 10 bis 36 Prozent der Puppen der zweiten Generation sich zu Schmetterlingen entwickelten.

Das natürliche Absterben ist bei den verschiedenen Entwicklungsstadien, ausgenommen die Puppen, verhältnismäßig gering. Von diesen gehen, besonders während des Überwinterns, infolge von Eintrocknen, Krankheiten und Parasiten oft 57 bis 92 Prozent ein (Jermy 1948). Bei den Puppen der ersten Generation ist die Mortalität gering, sie betrug 1951 0,2 bis 14,9 Prozent; hingegen starben



A b b. 4. Erwachsene Raupe

22,9 bis 39,8 Prozent der Puppen der zweiten Generation bis zum Frühling von 1950 ab.

Für Ungarn wurden bis 1952 103, für Mitteleuropa 203 Pflanzenarten als Futterpflanzen festgestellt. Als primäre Nährpflanzen, an welchen sich der Schädling unbeschränkt entwickelt, gelten z. B. die Maulbeere (*Morus alba, nigra*), der Ahorn (*Acer negundo*). Zu den sekundären Nährpflanzen, an welchen sich einige Generationen entwickeln können, die jedoch nur gelegentlich angenommen werden, gehört die Mehrzahl der Nährpflanzen. Als tertiäre Nährpflanzen können jene betrachtet werden, mit welchen sich die Raupen nur gelegentlich, vorübergehend ernähren. Diese werden hauptsächlich durch ältere Raupen befallen, nachdem sie ihre primäre Nährpflanze kahlgefressen haben. Zu diesen gehören sämtliche Krautgewächse, sogar einige Stauden und Bäume, z. B. die Weinrebe.

Der Schaden ist stets in der vordersten Linie der Ausbreitung am größten, wo der Schädling stets massenhaft auftritt und allen Charakter einer Gradation aufweist. Als Großschädling von Straßenalleen und Parkanlagen dringt er auch in Obstanlagen ein und schädigt ab und zu einige Bäume an Waldrändern. Die bisher stärkste Gradation wurde Ende September 1951 festgestellt, die empfindliche Schäden nicht nur an Straßenbäumen, sondern auch in Obstgärten verursachte und Kahlfraß, stellenweise Obstschädigung zur Folge hatte. Zur Zeit sind in Ungarn besonders Maulbeere, eschenblättriger Ahorn, Walnuß, Kirsche, Apfel und Pflaume gefährdet. In forstlicher Beziehung ist der Schädling am häufigsten an Schlehen, Holunder,



A b b. 5. Kokons mit Puppen





A b b. 6. *Psychophagus*-Weibchen, eine *Hyphantria*-Puppe anstechend, der Pfeil zeigt das Legerohr

Weißdorn, Grauer Pappel, Weiden, Ulmen, Eschen, Eichen und Birken zu finden. Hier und da erschien er sogar auf Nadelhölzern (Waldkiefer und Schwarzkiefer).

Der amerikanische weiße Bärenspinner verfügt über eine außerordentlich hohe Anpassungsfähigkeit (ökologische Plastizität) und gedeiht unter extremen klimatischen Verhältnissen. Anspruchslosigkeit, hohes Vermehrungspotential und vorzügliche Anpassungsfähigkeit des Schädlingens sichern von Jahr zu Jahr das Zustandekommen von Massenvermehrungen und das weitere Vordringen in fremde Lebensgemeinschaften. Infolgedessen sind bereits unsere Wälder bedroht. Bisher erschien der Schädling an Waldrändern, in Waldstreifen, in Auwäldern und Neuforstungen. Das Biopotential des Schädlingens, bedingt durch die hohe Eizahl, ferner durch ein günstiges Verhältnis der Geschlechter, durch vorteilhafte ernährungsbiologische Gegebenheiten, durch ein dynamisches Ausbreitungsvermögen und durch das Fehlen der ursprünglichen Parasiten, ist sehr groß, bei weitem größer als dasjenige unserer einheimischen Schädlinge. Die Nachkommen



A b b. 7. Puppe von *Hyphantria* und die Tonnenpüppchen der in der *Hyphantria*-Puppe erwachsenen *Tachinen*-Larven

Foto: T. Jermy

eines einzigen Weibchens können in einem Jahre (500 bzw. 800 Eier pro Weibchen) das Laub von 200 Apfelbäumen mittlerer Größe verzehren. Als Folgeerscheinung eines Kahlfraßes kann mit Frostschäden gerechnet werden, bei extrem trockener sommerlicher Witterung gleichfalls zum Eingehen des Baumes führen.

Der amerikanische weiße Bärenspinner ist ein neu eingebürgerter Schädling und ein neues Mitglied der ungarischen Fauna, das zur Zeit im Begriff ist, sich in die Fauna des Landes bzw. in dessen Biozönosen einzufügen; infolgedessen sind Überraschungen keineswegs unmöglich, was nämlich die Futterpflanzenauswahl, die Generationszahl, die Rolle der Parasiten und Räuber, die Entwicklungsverhältnisse (z. B. Zahl der Larvenstadien) und die Entwicklungsdauer anbelangt. Solange sich der Schädling in die neuen Lebensverhältnisse nicht endgültig eingebürgert hat, muß stets mit unerwartet einsetzenden Gradationen gerechnet werden. Deshalb wäre es verfrüht, ein endgültiges Urteil über die künftige Rolle und über Bedeutung des Schädlingens abzufassen. Dies bezieht sich hauptsächlich auf die Wälder.

Der Schädling erschien hier ohne seine ursprünglichen Parasiten, doch passen sich ihm allmählich Arten der einheimischen Parasitenfauna an. Unter den Puppenparasiten zeigte sich bisher die Chalcidide *Psychophagus omnivorus* Walk, als die Bedeutendste. Die Puppen werden bis zu 8 bis 10 Prozent parasitiert (Szelényi 1949). Ein einziges *Psychophagus*-Weibchen tötet unter Laboratoriumsverhältnissen im Durchschnitt 13,7 *Hyphantria*-Puppen, und aus je einer Puppe entwickeln sich 20 Imagines (Nagy 1952). Ferner wurden als Puppenparasiten die Zehrwespen *Monodontomerus aereus* Walk. und *M. virens* Thoms., *Dibrachys cavus* Walk. und die Schlupfwespen *Pimpla instigator* Fabr., *P. examiner* F. und *Tharionia atalantae* Poda gezogen, teilweise als primäre, teilweise (einige Chalcididen) als sekundäre Parasiten (Szelényi 1949). Als Eiparasit ist nur *Trichogramma evanescens* Westw. bekannt, doch ist ihre Rolle unbedeutend. Raupen werden von den Raupenfliegern *Tachina larvarum* L., *T. fallax* Meig., *Pales pavida* Meig., *Compsilura concinnata* Meig., und von einer weiteren *Tachina* sp. parasitiert. Der Befall durch *Tachina larvarum* erreicht manchmal sogar 62 Prozent (Jermy 1952). Von Raubinsekten wurden an Raupen bis jetzt eine Schildwanze, *Asopidae*: *Arma custos* Fabr., Larve, *Chrysopa vulgaris* Schneid. und eine andere *Chrysopa*-Art, ferner *Polistes gallica* beobachtet (Reichart 1951). Die Raupen werden von folgenden Vögeln angenommen: *Passer domesticus*, *P. montanus*, *Parus major*, *Cuculus canorus*, *Lanius minor* und *Oriolus oriolus*. In einem Falle — im Laboratorium — wurden an Puppen saugend die Milbe *Pediculoides* sp. beobachtet; ihre Rolle ist ungeklärt.

Im Untersuchungsmaterial von 1952 wurden noch weitere Parasiten gefunden. Ihre Bearbeitung ist im Gange. Von Pilzkrankheiten wurden *Beauveria* und *Aspergillus* gefunden. Die Anwendung des sporenbildenden Bakteriums, *Bacillus thuringiensis* Berl. zur künstlichen Hervorrufung von Seuchen, dürfte auch möglich sein (Klement 1952).

Die mechanische Bekämpfung besteht im Entfernen der Raupennester und ist namentlich zur



Zeit der ersten Generation sehr wirksam. Eine neue Methode ist das Anbringen von Strohbindeln am Baumstamm, mit deren Hilfe eine größere Anzahl von Puppen eingesammelt werden kann. Diese Maßnahmen ergänzen die zur Zeit angewendete chemische Bekämpfung, die durch Spritzen mit einer 0,8- bis einprozentigen DDT-Ölemulsion („Holló 10“) durchgeführt wird. Infolge der planmäßigen Bekämpfungsmaßnahmen, welche als Staatsaufgabe erklärt wurden, ist der Schädling in Ungarn während des Jahres 1952 stark zurückgegangen, an einigen Orten wurden die Schäden der ersten Generation fast vollkommen aufgehoben. Der Schutz und die Förderung der Vermehrung von einheimischen Parasiten führen zur Bereicherung des Parasitenbestandes, ein Umstand, der für die Bekämpfung eine wertvolle Hilfe bedeutet. Erwünscht wäre eine Bereicherung der Parasiten-

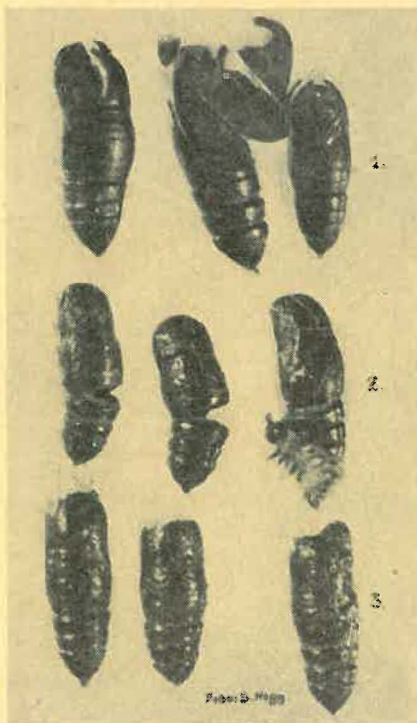


Abb. 8.  
Puppen von  
*Hyphantria*,  
aus welchen  
Schmetterlinge  
(1), Tachinen-  
Larve (2) und  
Imagines von  
*Pimpla exami-*  
*nator* schlüpfen  
Foto: B. Nagy

fauna durch Einführen von Parasiten aus dem Ausland, die mit den einheimischen Parasiten vereint, ein nicht unbeträchtliches Hindernis für das Entstehen von Gradationen bedeuten würden. Es muß hervorgehoben werden, daß bei Aufforstungen und beim Anlegen von Schutzstreifen ein Anpflanzen von primären Nährpflanzen (z. B. des eschenblättrigen Ahorns) zu vermeiden ist. Die erfolgreiche Bekämpfung hängt von einem gut funktionierenden Beobachtungs- und Meldedienst ab, um gleichzeitig mit dem Erscheinen der ersten Raupenester die Bekämpfungsmaßnahmen unverzüglich einzuleiten.

Das Schriftenverzeichnis enthält nur die wichtigeren ungarischen Arbeiten. Ein ausführliches Verzeichnis der in- und ausländischen Literatur ist in der Arbeit von Nagy — Reichart — Ubrizsy: Amerikanischer weißer Schwärmer, *Hyphantria cunea* Drury, in Ungarn, 70 S. XXXI Taf. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1953,

nachzusehen. Diese Abhandlung stellt eine mehr oder weniger kurze Zusammenfassung der oben genannten Arbeit dar.

#### Literatur:

- Issekutz, L. (1946), Uj lepkefaj a magyar faunában. A fehér medveszövőlepke: *Hyphantria textor* Harr. Neue Schmetterlingsart in der Fauna von Ungarn: Der Weiße Bärenspinner *Hyphantria textor* Harr. Fol. Ent. Hung. I. 86—87. Mit engl. Zusammenfass.
- Jermly, T. (1949), Vegyi védekezés az amerikai fehér szövőlepke ellen. Chemische Bekämpfung des amerikanischen weißen Bärenspinners. Kert és Szőlő, I. No. 13, 11—12, Budapest. Nur ungarisch.
- Jermly, T. (1952), Az amerikai fehér szövőlepke *Hyphantria cunea* Drury, néhány fürkészlégy, Tachinidae élősködőjéről. Über einige Tachiniden Parasiten von *Hyphantria cunea* Drury. Annal. Inst. Prot. Plant. V. (1950, 123—131, Budapest). Mit russ. u. deutsch. Zusammenfass.
- Kadocsa, Gy. (1948), Der amerikanische weiße Bärenspinner in Ungarn. Schweiz. Ztschr. f. Obst- u. Weinbau, LVII. 154—157, 165—167. Wädenswill.
- Klement, Z. (1951), Kísérletek baktériumok felhasználására az amerikai fehér szövőlepke elleni biológiai védekezésben. Expériences relatives à l'utilisation des bactéries dans la lutte biologique contre la Nonne américaine *Hyphantria cunea* Drury. A Mezőgazd. Kisérl. Központ Évk., III. 118—127. Budapest. Mit russ. u. franz. Zusammenfass.
- Nagy, B. (1952), Az amerikai fehér szövőlepke *Hyphantria cunea* Drury, hernyójának táplálékfogyasztása konstans körülmények között. Feeding of the fall webworm (*H. c. Dr.*) under constant conditions. Annal. Inst. Prot. Plant., V. (1950), 175—178. Budapest. Mit russ. u. engl. Zusammenfass.
- Nagy, B. (1953), Laboratóriumi megfigyelések a *Hyphantria* bábán élősködő *Psychophagus omnivorus* Walk. fémfürkészen. Laboratory observations on *Psychophagus omnivorus* Walk. a Chalcid-fly parasiting in the pupae of *Hyphantria cunea* Drury. Annal. Inst. Prot. Plant. I. (1951). Budapest. Im Erscheinen mit russ. u. engl. Zusammenfass.
- Nagy, B. — Reichart, G. — Ubrizsy, G. (1953), Amerikanischer weißer Schwärmer *Hyphantria cunea* Drury in Ungarn. 70 S. XXXI Taf. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Reichart, G. — Szabó, K. (1951), Az amerikai fehér szövőlepke elleni védekezés kérdése Magyarországon. Control of the „fall webworm“ *Hyphantria cunea* Drury in Hungary. A Mezőg. Kisérl. Közp. Évk., III. 98—117. Budapest. Mit russ. u. engl. Zusammenfass.
- Surányi, P. (1946), A fehér medveszövőlepke és életmódja. Der weiße Webebär und seine Lebensweise. Fol. Ent. Hung. I. 87—90. Budapest. Mit engl. Zusammenfass.
- Surányi, P. (1947), Uj kártevő, a *Hyphantria cunea* Drury. The American „fall webworm“ in Hungary. Agrártud. Szemle, I. 226—238, Budapest. Mit engl. Zusammenfass.
- Surányi, P. (1948), Ein neuer Schädling in Europa. *Hyphantria cunea* Drury. Pflanzenschutzber., II. 33—42. Wien.
- Szelényi, G. (1949), Az amerikai fehér szövőlepke *Hyphantria cunea* Drury élősködői Magyarországon. Die Parasiten von *Hyphantria cunea* Drury in Ungarn. Az Agrártud. Egyet. Kert és Szőlőgazd. Tud. Kar. Köz. XIII. 159—181, Budapest.



# Pflanzenschutzmeldedienst

## Das Auftreten der wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen im Bereich der DDR im Juli 1953

**Witterung:** Auch der Juli war, wie der Vormonat, im allgemeinen zu warm und, trotz öfterer Regenfälle, noch zu trocken.

Erhebliche Nässeschäden an fast allen Kulturpflanzen wurden aus dem Bezirk Schwerin und vereinzelt aus den Bezirken Neubrandenburg, Frankfurt, Magdeburg, Halle und Leipzig gemeldet.

Starke Hagelschäden traten in den Bezirken Rostock, Halle (örtlich deckten die Hagelkörner bis 30 cm hoch die Felder) und Dresden auf.

Große Schäden durch Überschwemmung entstanden im Bezirk Neubrandenburg.

Stellenweise starke Rauchsäden an Obst, Kartoffeln und Gemüse wurden in den Bezirken Halle und Gera beobachtet.

Sehr starke Schäden an Lupine durch Kalkmangel meldete der Bezirk Magdeburg.

Über eine starke Verunkrautung durch Hederich (*Raphanus raphanistrum*) und Ackersenf (*Sinapis arvensis*) wurde nur aus den Bezirken Neubrandenburg, Frankfurt und Gera geklagt.

Engerlinge (*Melolontha*-Larven) schädigten vereinzelt stark an Hackfrüchten in den Bezirken Rostock, Halle, Magdeburg, Dresden und Leipzig.

Erdflöhe (*Halticinae*-Arten) traten stellenweise stark auf an Lein und Gemüse im Bezirk Karl-Marx-Stadt.

Sperlinge (*Passer domesticus* und *P. montanus*) schädigten fast überall, vor allem in den Bezirken Rostock, Cottbus, Halle und Magdeburg. In den drei Bezirken Thüringens wurden im Berichtsmonat insgesamt über 40 000 Spatzen vernichtet.

Starke Krähenschäden (*Corvus sp.*) wurden nur vereinzelt festgestellt.

Stare (*Sturnus vulgaris*) schädigten vereinzelt stark an Kirschen im Bezirk Rostock.

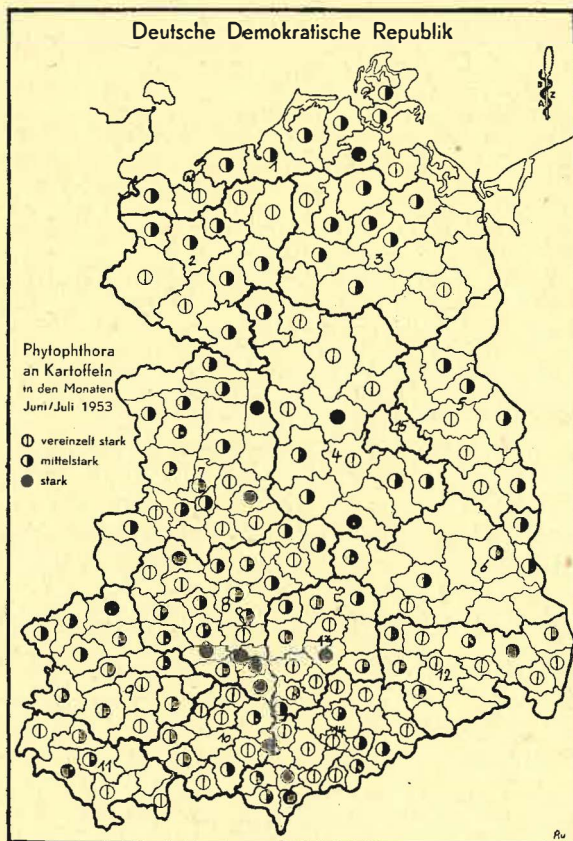
Über erhebliche Schäden durch Schwarzwild (*Sus scrofa*) wurde fast aus allen Teilen der DDR dauernd geklagt.

Rotwild (*Cervus elaphus*) schädigte vereinzelt sehr stark im Bezirk Suhl.

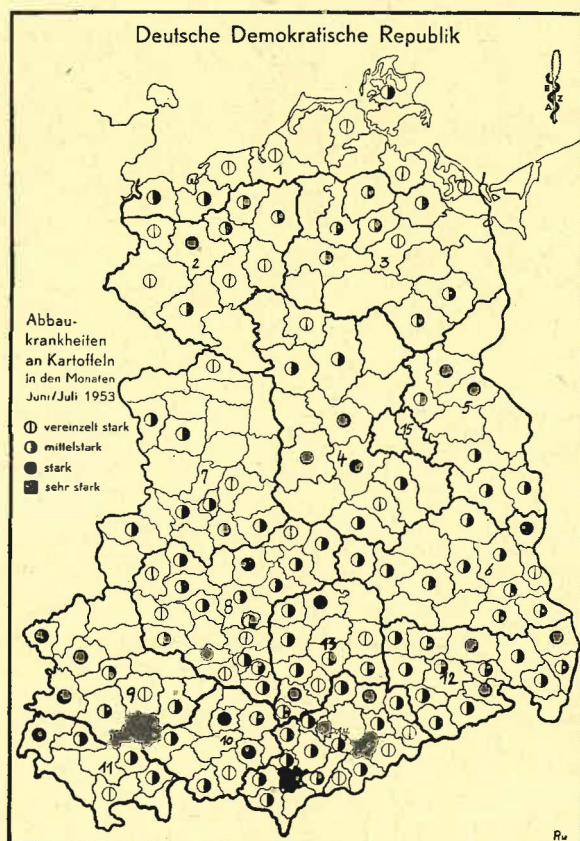
Stellenweise starke Schäden durch Hamster (*Cricetus cricetus*) wurden aus den Bezirken Magdeburg und Halle gemeldet.

Weizensteinbrand (*Tilletia tritici*) vereinzelt stark im Bezirk Halle.

Flugbrand der Gerste (*Ustilago hordei*) und des Weizens (*Ustilago tritici*) und Mutterkorn



Karte 1



Karte 2

1 Rostock  
2 Schwerin  
3 Neubrandenburg  
4 Potsdam

5 Frankfurt  
6 Cottbus  
7 Magdeburg  
8 Halle

Bezirke  
9 Erfurt  
10 Gera  
11 Suhl  
12 Dresden

13 Leipzig  
14 Karl-Marx-Stadt  
15 Berlin (dem. Sektor)



(*Claviceps purpurea*) traten im Bezirk Halle bedeutend stärker auf als in den Vorjahren.

Hafernematoden (*Heterodera avenae*) schädigten stark im Bezirk Magdeburg.

Starke Schäden an Weizen durch Blasenfüße o. n. A. (*Thrips*-Arten) wurden vereinzelt aus dem Bezirk Magdeburg gemeldet, an Lein im Bezirk Karl-Marx-Stadt.

Weizengallmücke (*Contarinia tritici*) trat vereinzelt stark in den Bezirken Potsdam und Magdeburg auf.

Schwarzbeinigkeit der Kartoffel (*Bacterium phytophthorum*) war verbreitet, starker Befall nur vereinzelt in den Bezirken Magdeburg, Karl-Marx-Stadt, Dresden und Erfurt.

Das Auftreten der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) an Kartoffeln in den Monaten Juni und Juli d. J. zeigt die Karte 1.

Die Verbreitung der Abbaukrankheiten der Kartoffel ist aus der Karte 2 zu ersehen.

Starker Befall durch Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis*) wurde stellenweise aus den Bezirken Neubrandenburg, Cottbus, Potsdam, Leipzig und Karl-Marx-Stadt gemeldet.

Rübenschilckäfer (*Cassida*-Arten) schädigten vereinzelt stark in den Bezirken Cottbus, Frankfurt und Potsdam (z. T. sehr starkes Auftreten).

Rübenwanze (*Piesma quadratum*) vereinzelt stark in den Bezirken Potsdam und Dresden.

Luzerneblattnager (*Phytonomus variabilis*) schädigte vereinzelt sehr stark in den Bezirken Dresden und Erfurt.

Brennfleckenkrankheit der Bohne (*Colletotrichum lindemuthianum*) trat in der DDR nur vereinzelt stark auf.

Blattfleckenkrankheit der Freigurken (*Macrosporium cucumerinum*) trat vereinzelt sehr stark im Bezirk Potsdam auf.

Kohlhernie (*Plasmiodiophora brassicae*) stellenweise stark in den Bezirken Rostock, Potsdam, Magdeburg, Karl-Marx-Stadt, Dresden und Leipzig.

Fruchtfäule an Tomaten (*Phytophthora infestans*) war verbreitet, starker Befall in den Bezirken Rostock und Erfurt.

Starke Kohleuleschäden (*Barathra brassicae*) an Gemüse wurden aus dem Bezirk Halle gemeldet.

Kohlweißlingsraupen (*Pieris*-Arten) richteten starke Schäden an in den Bezirken Schwerin, Neubrandenburg, Potsdam, Magdeburg, Leipzig und Karl-Marx-Stadt.

Drehherzmücke (*Contarinia nasturtii*) trat nur vereinzelt stark in der DDR auf.

Mohnstengelgallwespe (*Timaspis papaveris*) und Mohn gallmücke (*Perrisia papaveris*) vereinzelt stark im Bezirk Magdeburg.

Schorf an Kernobst (*Fusicladium*-Arten) war verbreitet, starker Befall wurde nur aus den Bezirken Frankfurt und Karl-Marx-Stadt gemeldet.

Monilia an Steinobst (*Sclerotinia cinerea*) trat in der DDR nur vereinzelt stark auf.

Gespinstmotten o. n. A. (*Hyponomeuta*-Arten) schädigten stellenweise stark im Bezirk Halle.

Apfelwickler (*Laspeyresia pomonella*) trat fast überall in der DDR bedeutend stärker als in den Vorjahren auf.

Stellenweise starker Laubfraß durch Goldafterraupen (*Nygmia phaeorrhoea*) wurde in den Bezirken Cottbus und Leipzig beobachtet.

Stachelbeerblattwespe (*Pteronus ribesii*) schädigte in einzelnen Fällen sehr stark im Bezirk Potsdam.

#### Forstgehölze

Folgende Schädlinge und Krankheiten traten an Forstgehölzen in den Bezirken der DDR stark auf:

Frostschütte in Cottbus.

Kiefern schütte (*Lophodermium pinastri*) in Potsdam und Dresden.

Eichenmehltau (*Microsphaera quercina*) in Halle und Erfurt.

Hallimasch (*Armillaria mellea*) in Dresden.

Douglasienwollaus (*Gilletteella cooleyi*) in Schwerin, Frankfurt, Halle, Magdeburg.

Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*) in Schwerin.

Kiefertriebwickler (*Grapholitha duplana*) in Halle.

Kiefernspanner (*Bupalus piniarius*) in Schwerin, Potsdam und Magdeburg.

Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*) in Schwerin.

Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) in Magdeburg.

Buchenrotschwanz (*Dasychira pudibunda*) in Erfurt und Suhl.

Goldafter (*Nygmia phaeorrhoea*) in Cottbus, Dresden und Leipzig.

Engerlinge (*Melolontha*-Larven) in Cottbus, Magdeburg, Leipzig und Dresden.

Erlenblattkäfer (*Agelastica alni*) in Neubrandenburg.

Großer brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) in Suhl.

Kiefergraurüßler (*Brachyderes incanus*) in Dresden.

Kleiner Waldgärtner (*Blastophagus piniperda*) in Dresden.

Großer Waldgärtner (*Blastophagus minor*) in Schwerin und Dresden.

Kleiner Buchdrucker (*Ips chalcographus*) in Frankfurt, Dresden, Erfurt und Suhl.

Großer Buchdrucker (*Ips typographus*) in Dresden.

Kleine Fichtenblattwespe (*Nematus abietinus*) in Cottbus und Leipzig.

Schwarzwild (*Sus scrofa*) in Frankfurt.

Rotwild (*Cervus elaphus*) und Damwild (*Cervus dama*) in Magdeburg.

Rehwild (*Capreolus capreolus*) in Magdeburg, Dresden und Karl-Marx-Stadt.

Muffelwild (*Ovis musimon*) in Dresden.

Hasen (*Lepus europaeus*) in Rostock, Schwerin (verbreitet starke Fraßschäden), Neubrandenburg, Frankfurt, Halle, Magdeburg, Dresden und Erfurt.

Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) in Schwerin, Magdeburg und Erfurt.

M. Klemm



## Kleine Mitteilungen

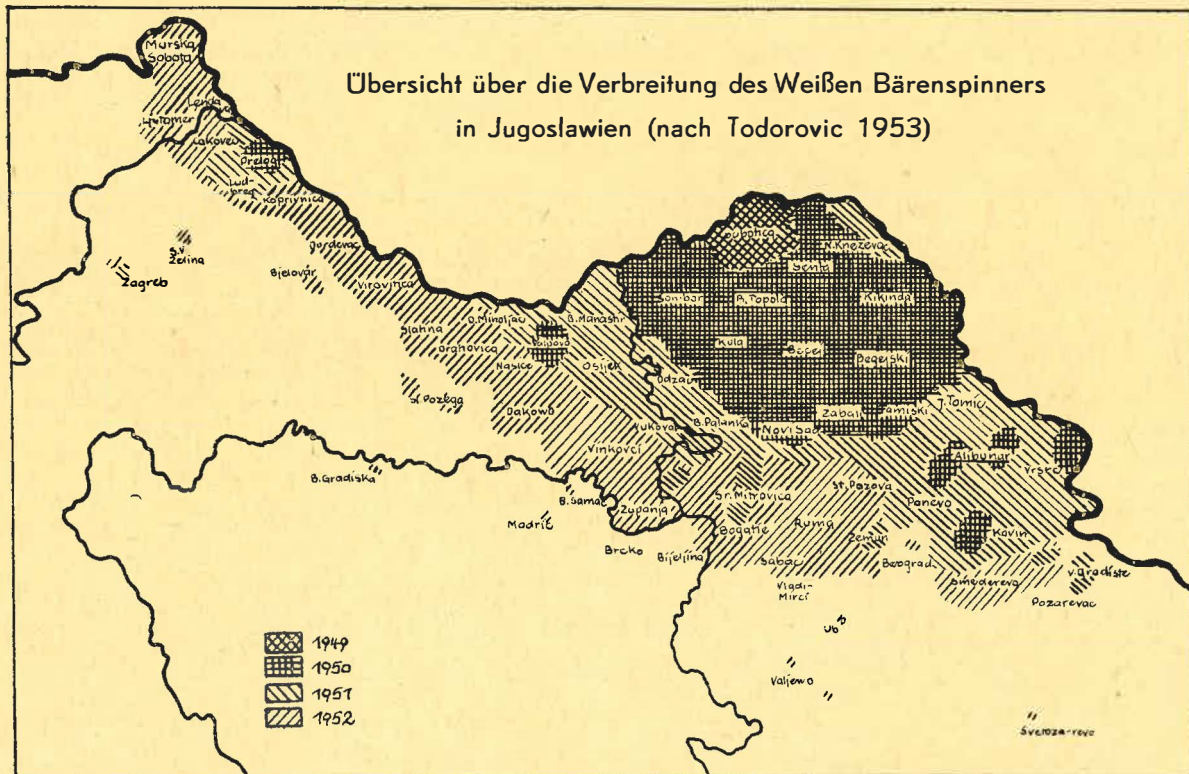
### Die Ausbreitung des Weißen Bärenspinners (*Hyphantria cunea* Drury) in Jugoslawien in den Jahren 1949 bis 1952

Der Weiße Bärenspinner (*Hyphantria cunea* Drury), in seinem Heimatlande Nordamerika „fall webworm“ benannt, wurde bekanntlich in Europa erstmalig im Jahre 1940 festgestellt, und zwar im Freihafen von Budapest. Von dieser Fundstelle aus hat sich der Falter sehr schnell über Südosteuropa ausgebreitet.

Die so überaus rasche Verbreitung des Weißen Bärenspinners in Europa wird durch drei Faktoren begünstigt:

1. Verhältnismäßig große Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse,
2. Fehlen von natürlichen Feinden in Europa,
3. gute Futterbedingungen durch Vorhandensein einer großen Zahl von Wirtspflanzen.

ger Windverhältnisse jährlich etwa 40 bis 50 km zurück (Nonveiller). In Ungarn, Jugoslawien und Österreich (seit 1951) hat er bereits Schädigungen größeren Ausmaßes verursacht. Aus der Tschechoslowakei (1948), Bulgarien und Rumänien (1949), wurde sein Auftreten gemeldet (Hase\*). Im Jahre 1948 erreichte er wahrscheinlich die ungarisch-jugoslawische Grenze bei Subotica. Im Zuge seines Vordringens in Jugoslawien, wo er Dudovac genannt wird, verursachte er bereits 1950 in den Obstanlagen der Voivodina beträchtliche Schäden. 1951 drang er bis Novi-Sad vor, wo er die Donau erreichte. Er besiedelte außerdem im gleichen Jahre Teile des Banates und Teile von Slowenien. Ein Befallsherd wurde auch schon bei Zagreb gefunden. Im Jahre 1952 konnte ein langsames Vordringen



In Amerika werden etwa 120, in Ungarn 39 (P. Suranyi), in Jugoslawien 76 (M. Bogava) und in Österreich 94 (Böhm-Pschorn-Walcher) Bäume und Sträucher gezählt, deren Blätter der Weiße Bärenspinner in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien als Futter annimmt. Er ist in erster Linie als Schädling der Obst- und Forstkulturen anzusprechen, in denen er durch ausgedehnten Kahlfraß beträchtliche Schäden verursachen kann.

In seinem Vordringen verfolgte der neue Großschädling zunächst die Richtung nach Südosten und legte dabei, obgleich sein eigenes Flugvermögen nicht besonders groß ist, unter Ausnutzung günsti-

des Schädlings beobachtet werden, so daß im Gegensatz zu den Vorjahren die Neubefallene Fläche nur eine Tiefe von 20 km zeigt. Nach Dierck haben in Jugoslawien nicht nur die ungünstigen Witterungsverhältnisse des Jahres 1952, wie starke Maifröste, geringe Luftfeuchtigkeit und später Jangandauernde trockene Hitze, die Entwicklung der Larven gehemmt, sondern es scheinen sich jetzt auch schon die praktischen Bekämpfungsmaßnahmen wie Ausschneiden der Raupennester und die

\*) In der Zeit vom 19. Juli bis 31. August 1953 fand in Sofia die Internationale Pflanzenschutzexkursion statt, auf der von bulgarischen Phytopathologen mitgeteilt wurde, daß der Weiße Bärenspinner bisher noch nicht in Bulgarien festgestellt worden ist.



Anwendung von Insektiziden auf die Befallsstärke wie auch auf die weitere Verbreitung des Schädling ungünstig auszuwirken. Die Bedeutung des Weißen Bärenspinners als Großschädling unserer Kulturpflanzen erhellt die Tatsache, daß in Jugoslawien im Mai 1952 ein eigenes Institut mit dem Sitz in Palic geschaffen wurde, dessen einzige Aufgabe es ist, alle den Weißen Bärenspinner betreffenden Probleme zu erforschen, um damit die Grundlagen zu schaffen, die seine wirksame Bekämpfung ermöglichen bzw. seine Einwanderung in noch befallsfreie Gebiete möglichst verhindern oder hinauszögern soll. Die beigegefügte Karte nach Todorovic zeigt den Umfang des Befallsgebietes in Jugoslawien und den Weg, den der Weiße Bärenspinner im Laufe der Jahre seit seinem ersten Auftreten in diesem Lande genommen hat.

#### Literatur:

1. Böhm, H. und Pschorn-Walcher, H., Biologie und Bekämpfung von *Hyphantria cunea* Drury. Pflanzenschutzber., Wien 1952, H. 7/10.
2. Diercks, R., Gemeinschaftsarbeit europäischer Pflanzenschutzwissenschaftler in Jugoslawien. Pflanzenschutz, München 1953, H. 2.
3. Ehrenhardt, H., Bachmann, F., Diercks, R., Vogel, W., Beiträge zur Biologie und Bekämpfung von *Hyphantria cunea* auf Grund von Beobachtungen und experimentellen Untersuchungen am internationalen Laboratorium zum Studium von *Hyphantria cunea* in Palic (Jugoslawien). Plant Protection, Beograd 1953, 16—17.
4. Hase, A., Über die Lebensweise des Bärenspinners *Hyphantria cunea* und über seine Einbürgerung und rasche Ausbreitung in Europa. Nachrichtenblatt des Dtsch. Pflanzenschutzd. Braunschweig 1952, H. 6.
5. Nonveiller, G., *Hyphantria cunea* Drury. Gesunde Pflanzen, Frankfurt/M. 1952, H. 5.
6. Schimitscheck, E., Der amerikanische Webewärmer, *Hyphantria cunea* Drury in Österreich. Anz. für Schädlingsk., Berlin und Hamburg, 1952, H. 4.
7. Suranyi, P., Ein neuer Schädling in Europa. Pflanzenschutzber. Wien 1948, H. 4.
8. Todorovic, S., Borba protiv Dudovca u Srbiji 1952 Godine (Der Kampf gegen den Bärenspinner in Serbien im Jahre 1952), Plant Protection, Beograd 1953, 16—17.

R. Schwartz

## Neuzeitliche Bekämpfung der Wildkaninchen und ihre Folgen

Bekanntlich sind die 1859 nach Australien gebrachten und sich dort katastrophal vermehrten Kaninchen die größten Schädlinge des Landes geworden. Der Nahrungsbedarf an Grünfutter von neun Kaninchen entspricht dem von zwei Schafen. Der durch die Wildkaninchen somit verursachte Schaden in der australischen Landwirtschaft übersteigt etwa 40 Mill. Pfund jährlich. Trotz großer Treibjagden, Begasung der Baue, vergifteter Tränken und 3000 km langen kostspieligen Maschendrahtzäunen war es bisher nicht möglich, diese Landplage zu beseitigen. In ständigem Suchen nach radikalen Bekämpfungsmitteln wurde der Vorschlag des brasilianischen Forschers Aragao (1928) geprüft, eine Kaninchenseuche, die sogenannte *Myxomatose*, zur Bekämpfung der Kaninchenplage zu verwenden. Der Erreger ist ein im Elektronenmikroskop sichtbarer, etwa 300 m  $\mu$  großer quaderförmiger Viruskörper. Die Seuche wird auf drei verschiedenen Wegen von kranken auf gesunde Tiere übertragen: 1. durch unmittelbare Berührung, 2. durch Harn und Losung der kranken Tiere und 3. durch Stich der blutsaugenden Insekten (Mückenarten). In drei bis fünf Tagen, selten bis zehn, nach der Infektion entzünden sich die Augenlider und Nüstern der Tiere, schwellen an und ihr Kopf bekommt eine löwenähnliche Form. Auch Ohrgrund, Lippen, Zunge, After, Harn- und Geschlechtsöffnungen, bei ♀♀ auch die Zitzen, schwellen stark an. Die Bewegungen werden unsicher, die Tiere torkeln herum, sie verlieren ihr Sehvermögen und das Gehör und nehmen nur noch etwa 10 bis 14 Tage lang Nahrung an. Die Tiere verenden außerhalb ihrer Baue. In den tiefen Haut- und Schleimhautschichten der toten Tiere findet man ein charakteristisches gelatinöses Gewebe und Geschwulste, die man als *Myxom* bezeichnet. Die künstliche Infektion geschieht durch Virus-Trockenpräparate, die in Laboratorien serienweise hergestellt wer-

den. Zur Herstellung dieser Präparate werden die virushaltigen inneren Organe der infizierten und getöteten Kaninchen entnommen, eingefroren, zerkleinert und mit Glycerinlösung zu 10 Prozent Suspensionen verarbeitet. Mit diesem Infektionsstoff werden die Ampullen gefüllt und unter Tiefentemperatur getrocknet. Das blaßrote Pulver einer Ampulle genügt zur Vernichtung von Hunderten von Kaninchen. Für die Infektion werden die gefangenen Tiere mit Injektionsspritzen des vorher im Wasser aufgelösten Virusstoffes geimpft oder man reibt in die Augen oder in andere, absichtlich verletzte Hautstellen mit einem Tupfer den von myxomatosekranken Kaninchen entnommenen Schleim ein. Die infizierten Tiere werden wieder in Freiheit gesetzt, nachdem ihnen einige Körperstellen abrasiert wurden, um den Mücken bessere Stechmöglichkeiten zu geben. Nach einem Stich bleibt die Mücke etwa 14 Tage infektiösfähig.

Die hemmungslose Verbreitung der Seuche erstreckte sich in kurzer Zeit auf größere Gebiete. Sie befällt auch die Hauskaninchen in ihren Ställen, bleibt jedoch für alle anderen Tiere, einschließlich Hasen, wirkungslos.

Das in den Jahren 1950/1951 und 1952 zur Bekämpfung der Kaninchenplage benutzte *Myxomatose*-Virus zeigte einen durchschlagenden Erfolg. Die Sterblichkeit der Tiere erreichte etwa 90 Prozent. Die großen Landgebiete wurden von den Schädlingen praktisch befreit, dadurch stiegen jedoch die Verluste an Haustieren und Hausgeflügel durch ausgehungerte Dingo, Füchse und andere Raubtiere gewaltig.

Im Mai 1952 hat sich ein Privatbesitzer eines mauerten Parks in Frankreich aus der Schweiz *Myxomatose*-Virus besorgt, um die in seinem Park stark vermehrten Kaninchen zu bekämpfen. Der Er-



folg war unerwartet. Nicht nur fast alle Kaninchen des Parks gingen ein, sondern die Seuche wurde durch die blutsaugenden Insekten auch jenseits der Mauer in weite Gebiete übertragen. Zur Zeit sind bereits 29 der französischen Departements von der Seuche befallen. Sie ist bereits auch in Belgien festgestellt.

Die Erfolge waren auch für die nichtlandwirtschaftlichen Kreise des Landes überraschend. Bekanntlich gehört das Wildkaninchen zu den Hauptwildarten der französischen Jäger, die etwa 92 Prozent ihrer Munition für die Kaninchenjagden verbrauchen. Der Absatz der Jagdmunition stockte und eine große Munitionsfabrik mußte bereits über 700 Arbeitskräfte entlassen. In einem 8000 ha großen Jagdrevier, zu dessen Bestand etwa 50 000 Wildkaninchen gehörten, wurden nach kurzer Zeit über 20 000 Kadaver von Kaninchen vom Jagdpersonal gefunden. In der bekannten Repräsentationsjagd Frankreichs bei Rambouillet sind bereits alle Kaninchen eingegangen.

Nach von Bender exportierte Frankreich jährlich bis 8000 t rohe Kaninchenbälge im Werte von etwa zwei Milliarden Francs. Außerdem wurden 15 Mill. Kaninchenbälge im Lande zubereitet, ein Drittel davon im Werte von 500 Mill. Francs wurden exportiert. Die Hutfabrikation verbrauchte weitere etwa 5000 t Kaninchenbälge im Werte von 1500 Mill. Francs, ein Drittel davon wurde exportiert. „Rund gerechnet wurden also jährlich 100 Mill. Kaninchenbälge in Frankreich geworben. Hiervon fließen für Exporterlöse Devisen im Werte von drei Milliarden Francs der französischen Volkswirtschaft zu.“ In der Kaninchenfelle verarbeitenden Industrie sind einige 10 000 Arbeiter tätig, deren Lohnsummen einige Milliarden Francs betragen.

Die Gefahr der Verbreitung der Seuche ist in Frankreich höher als in Australien, weil die Mücken in dem französischen Klima ohne Trockengebiete und trockene Jahreszeiten fast das ganze Jahr über leben können. Es ist noch nicht sicher bekannt, ob auch andere Tiere als Zwischenträger der *Myxomatose* in Frage kommen.

Ogleich die Kaninchen in der französischen Landwirtschaft recht erhebliche Schäden verursachen, hat das Pasteur-Institut in Paris bereits einen Impfstoff auf den Markt gebracht, der gegen *Myxomatose* vorbeugend wirkt. Um die Restbestände der Kaninchen zu retten, wurden durch Treibjagden mit Netzen etwa 400 000 Tiere gefangen und geimpft. Ein Teil davon war jedoch schon infiziert, so daß ein voller Erfolg der Impfung nicht zu erwarten war. Ende Juni 1953 hat das französische Landwirtschaftsministerium eine Reihe von Verordnungen zur Bekämpfung der Seuche erlassen, die im wesentlichen auf die Beseitigung der Kadaver,

Meldepflicht, Kennzeichnen durch Warnschilder der *Myxomatose*-Gebiete und Verbot von Verkauf und Transport erkrankter Tiere bestehen. Zum Schutz der Hauskaninchen werden engmaschige Drahtkäfige, durch die keine Mücken fliegen können, empfohlen.

Die erst seit Mai 1952 in Frankreich beobachtete *Myxomatose*-Seuche hat sich bereits in einem Jahr auf einige Hunderte von Kilometern verbreitet. Infolge der äußerst schwierigen Bekämpfung ist ihr Auftreten auch in Deutschland in den nächsten Jahren möglich.

Nach Abschluß des Manuskriptes erhielten wir die neuen Unterlagen von Dr. Müller-Using, wonach die Seuche schon am 1. September d. J. im Stadtpark zu Mannheim, in dem bereits bis 4. September fast sämtliche Wildkaninchen gestorben sind, beobachtet wurde. Auch unter den Hauskaninchen wurden viele erkrankte Tiere festgestellt. Die Verbreitung der Seuche unter den Hauskaninchen hat selbstverständlich viel größere Bedeutung für die Volkswirtschaft als das Aussterben der Wildkaninchen. Nach Pressemeldungen soll die Seuche auch in den Nachbarkreisen Bergstraße und Heidelberg festgestellt worden sein. Laut Mitteilung der Forschungsstelle für Jagdkunde in Bonn wurde die Seuche bereits etwa 10 km nördlich von Köln (linksrheinisch) beobachtet. Der rascheren Verbreitung der Seuche könnte man durch sehr scharfen Abschluß der Wildkaninchen in den angrenzenden westlichen Gebieten Deutschlands wenigstens zum Teil entgegenwirken, was jedoch das Vorhandensein einer geregelten Jagdwirtschaft im Lande voraussetzt.

Bevor in der DDR die Verordnungen zum Schutz gegen Einschleppung der *Myxomatose* erlassen werden, wäre zu empfehlen, alle verdächtigen Erkrankungen der Wildkaninchen und Kadaverfunde an die zuständigen Tierärzte sofort zu melden.

Es ist jedoch zu bemerken, daß mit einem restlosen Verschwinden der Kaninchen durch *Myxomatose* auf dem Erdball nicht zu rechnen ist, weil im Laufe der Zeit einige myxomatosefeste Kaninchenstämme bereits in Australien beobachtet wurden.

#### Literatur:

- von Bender, Wild und Hund, 56, 231.  
von Boeselager, Wild und Hund, 56, 231.  
Hausmann, Umschau, 52, Frankfurt/Main 1952, 579.  
Müller-Using, Wild und Hund, 56, 253.  
Ohne Verfasser, Wildkaninchen-Seuche auch in Nordrhein. Wild und Hund, 56, 254.

M. Klemm