



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

Die Stolburkrankheit der Solanaceen

Von Iv. Chr. KOVACHEWSKY

Pflanzenschutzinstitut, Sofia, Bulgarien

Die Stolburkrankheit ist eine sehr verbreitete und verheerend auftretende Viruskrankheit in Südosteuropa. Sie ist vor mehr als 20 Jahren in der UdSSR an Tomaten und Tabak beschrieben worden. Aber besonders ausführlich wurde sie in den letzten 8 Jahren von Suchow und Wovk erforscht, die ihren Überträger und Bekämpfungsmaßnahmen feststellten und darauf hinwiesen, daß auch die Kartoffel-, Paprika- und Eierpflanze schwer unter dieser Erkrankung leiden. Heute ist die Stolburkrankheit als überall in Südosteuropa verbreitet anzunehmen, wo sie eine der wichtigsten Krankheiten aller kultivierten Nachtschattengewächsen mit Ausnahme des Tabaks, für den sich die Krankheit nicht so nachteilig auswirkt, darstellt.

Beschreibung der Krankheit an verschiedenen Wirtspflanzen

Kartoffel (*Solanum tuberosum*). In Bulgarien sind die ersten Anzeichen der Stolburkrankheit, je nach der Witterung, im Laufe des Monats Juli wahrzunehmen. Bei der Kartoffelpflanze sind die Frühsymptome des Stoburs merkwürdig der Blattrollkrankheit ähnlich (Abb. 1). Die Spitzenblätter rollen sich nach oben ein und sehen chlorotisch aus, oft mit violetten oder rötlichen Rändern. Einige Tage später fangen die betroffenen Pflanzen an zu welken (Abb. 2) und vertrocknen schließlich. In dieser Phase täuschen die Kartoffelpflanzen das Vorhandensein der Schwarzbeinigkeit vor. Wenn man aber solche Pflanzen ausreißt, dann sieht man die Wurzeln in Fäulnis begriffen. Die Fäule schreitet von den Wurzelspitzen nach der Stengelbasis fort und ergreift zuerst die tieferen und dann die flacheren Wurzeln. Zuletzt greift die Trockenfäule auch auf den unterirdischen Stengelfuß über, wo sie vorwiegend die Rindenschicht und das Mark einnimmt. Die vermorschten Teile sind von verschiedenen Bodenpilzen besiedelt, vor allem von Fusarien, die den faulen Geweben eine rötliche oder amethystfarbene Tönung geben, und auch von *Sclerotium bataticolum* und *Colletotrichum atramentarium*, die reichlich kleine schwarze Körper, Sclerotien und sclerotienähnliche Acervuli, bilden.

Der Ertrag der stolburkranken Kartoffelpflanzen ist stark vermindert; in vielen Fällen erhält man von denselben fast keinen Knollenertrag. Außerdem sind viele von den davon erhaltenen Knollen gummiartig weich, was zweifellos damit zusammenhängt, daß die stolburkranken Pflanzen, die eines großen Teiles ihrer Wurzel beraubt sind, von den Knollen Wasser beziehen, um weiter transpirieren zu können. Solche Knollen, sowie viele der nicht erweichten Knollen

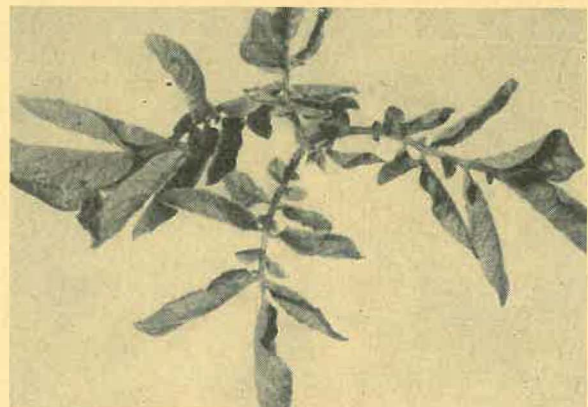


Abb. 1

Anfangssymptome der Stolburkrankheit der Kartoffelpflanze

stolburkranker Pflanzen, weisen im Frühjahr typische Fadenkeimigkeit auf. Aus den in UdSSR und Bulgarien gewonnenen Erfahrungen ist einwandfrei zu schließen, daß die Stolburkrankheit die Hauptursache, wenn auch nicht die einzige Ursache, der Fadenkeimigkeit ist. In manchen Jahren sind mehr als 50 Prozent der in verschiedenen Gebieten Bulgariens erzeugten Kartoffelknollen fadenkeimig. Besonders ist hervorzuheben, daß Pflanzen, die aus solchen Knollen hervorgegangen sind, zwar dünne und schwache Stengel besitzen, aber sonst ganz frei von dem Stolburvirus sind, was durch zahlreiche Fropfungen von Scheitelteilen solcher Pflanzen auf Tomaten bewiesen wurde. Die Fadenkeimigkeit, sowie die oben beschriebene Wurzelfäule, scheint also

nicht eine direkte Folge des Stolburvirus selbst, sondern Ergebnis der aus der Zusammenwirkung zwischen Virus und Wirtspflanze entstehenden Toxinen ist.

Paprika (*Capsicum annuum*). Die Krankheit äußert sich hier in einer besonders starken und auffälligen Chlorose des Laubes, die zuerst an den Scheitelblättern und später an den unteren Blättern erscheint (Abb. 3). Die blaßgelben Blätter rollen sich einwärts, so daß kahn-, rinnen- und löffelartige Formen entstehen. Auf der Unterseite treten die Adern blauviolett hervor und das Zwischenaderngewebe ist leicht gewellt. Die kranken Pflanzen stellen ihr Wachstum ein; später fangen sie an zu welken, da ihre Wurzeln in der bei den Kartoffeln beschriebenen Weise verfaulen. Endlich vertrocknen die stolburkranken Paprikapflanzen vollständig. Bei späterem Auftreten der Krankheit vertrocknen die betroffenen Paprikapflanzen häufig nicht, aber die Ernte derselben ist klein und die Früchte sind minderwertig.

Eierpflanze (*Solanum melongena*). Die Krankheit beginnt hier wie bei der Paprikapflanze mit einer starken Chlorose, manchmal Vergilbung der ganzen Blätter, die sich von den Scheitelteilen abwärts ausdehnt. Später vertrocknen die Pflanzen. Spät im Sommer infizierte Eierpflanzen vertrocknen nicht, sondern zeigen nur Blüten mit monströs gewachsenen Kelchblättern. Die Unterscheidung der Stolburwelke der Paprika- und Eierpflanzen von der in Bulgarien sehr oft vorkommenden *Verticillium*-welke derselben ist nicht schwierig, da bei der letzten Krankheit keine Chlorose und Wurzelfäule auftreten.

Tomate (*Lycopersicon esculentum*). Abweichend von den Kartoffel-, Paprika- und Eier-

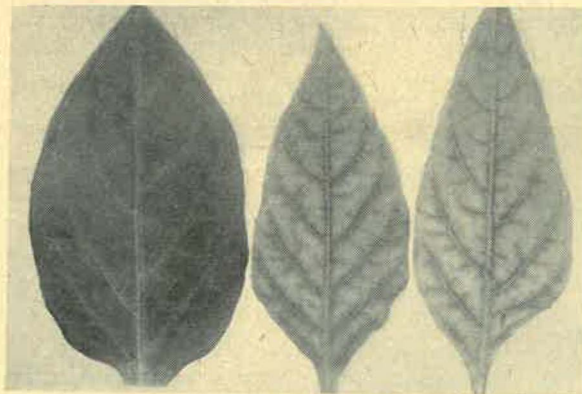


Abb. 3
Chlorotische Blätter einer stolburkranken Paprikapflanze
Links: Ein gesundes Blatt



Abb. 2
Links: Vorgerücktes Stadium der Stolburwelke bei Kartoffel. Rechts: Zwei an der Kartoffelwelke vertrocknete Kartoffelstengel in Vergleich mit gesunden

pflanzen vertrocknen die stolburkranken Tomatenpflanzen nie, weil hier das Stolburvirus keine Wurzelfäule bewirkt, sondern nur die Stauden angreift. Die Sproßspitzen sind steil emporgerichtet, die Fiederblättchen sind sehr klein und schmal, manchmal schuppenförmig reduziert (Abb. 4 u. 5). Auf ihrer Unterseite treten blaue oder violette Adern hervor. Die Gipfelteile der kranken Pflanzen haben ein chlorotisches Aussehen. Noch stärker deformieren sich die Blüten (Abb. 5 u. 6). Die Kelchblätter sind monströs gewachsen, mehrmals größer als die der gesunden Pflanzen, während die anderen Blütenteile stark reduziert sind und schnell vertrocknen. Von solchen Blüten erhält man keinen Fruchtansatz. Die schon früher angesetzten Früchte färben sich fleckenartig, das Fruchtfleisch derselben wird wässrig, während die stark ausgewachsene Pflanze hart und holzig bleibt. Solche Früchte sind ziemlich geschmacklos und minderwertig.

Tabak (*Nicotiana tabacum*). Von allen kultivierten Solanaceen leidet die Tabakpflanze am wenigsten an der Stolburkrankheit. Die kranken Pflanzen sind durch ihre chlorotischen Blätter und stark veränderten Blüten mit stark ausgewachsenem Kelch und reduzierter Krone leicht erkenntlich. Solche Blüten bleiben steril.

Tollkirsche (*Atropa belladonna*). Diese Pflanze wird als Arzneikultur angebaut und ist für Stolbur sehr anfällig. Auch hier treten Chlorose der Blätter und Deformation der Blüten auf. Als eine perennierende Pflanze kann *Atropa belladonna* für die Überwinterung des Virus dienen.

Besondere Bedeutung als Winterherberge des Stolburvirus kommt aber der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) zu, eine überall verbreitete perennierende Unkrautpflanze, an deren Wurzelstöcken die Zikade *Hyalesthes obsoletus*, der Überträger der Krankheit, überwintert. Dieselbe Rolle nach SUCHOW und WÖWK können auch *Lepidium draba* und viel seltener

Cichorium intybus und *Cirsium oleraceum* spielen.

Der Erreger

Das Stolburvirus ist durch Einreibung mit Preßsaft kranker Pflanzen nicht übertragbar, aber sehr leicht durch gelungene Pfropfungen. Die Inkubationszeit dauert etwa 1 Monat, gelegentlich aber auch viel länger. Wie die Infektion in der Natur zustande kommt, war lange Zeit unbekannt. Erst im Jahre 1946 gelang es SUCHOW und WOWK einwandfrei zu beweisen, daß die Zikade (*Hyaletthes obsoletus* Sign.) das Virus überträgt. Die Infektionsversuche der genannten Autoren mit 16 anderen Zikadenarten, sowie mit anderen saugenden Insekten (Blattläusen, Thripsarten) sind negativ ausgefallen. *H. obsoletus* kommt auch in Bulgarien, obgleich ziemlich selten, vor.* Die Insekten legen ihre Eier im Sommer auf den Boden in der Nähe der Winterwirt. Die ausgeschlüpften Larven kriechen



Abb. 4
Scheitelteil einer stolburkranken Tomatenpflanze in Vergleich mit Blatt einer gesunden Pflanze

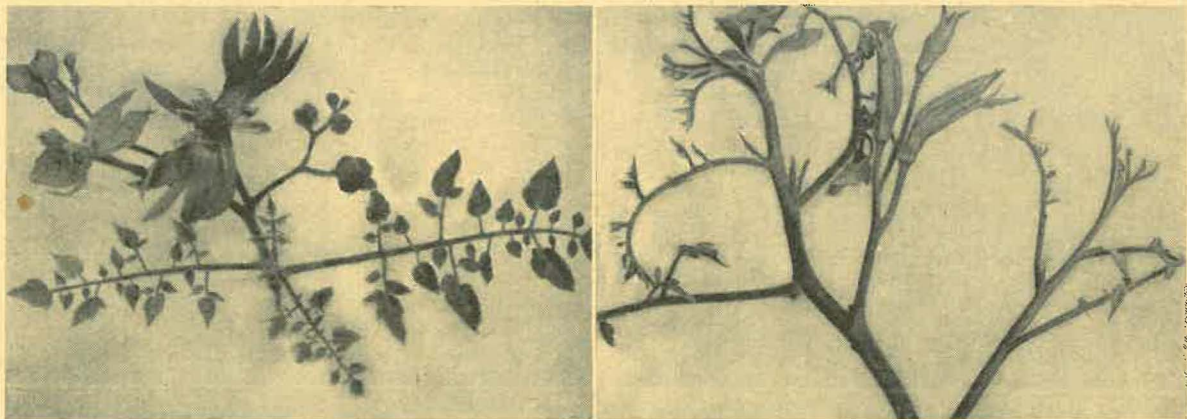


Abb. 5 Scheitelteile künstlich infizierter Tomatenpflanzen mit monstros gewachsenen Kelchblättern

durch die Bodenrisse auf die Wurzelstöcke der Ackerwinde, wo sie als Larven im IV. Stadium überwintern. Im Frühjahr setzen sie ihre Entwicklung bis zum Sommeranfang fort. Die zur Bodenoberfläche kriechenden Imagines siedeln auf viele Wild- und Kulturpflanzen über. In der Regel fliegen die Zikaden nicht weit von ihren Winterwirten. Nach SUCHOW und WOWK müssen die Zikaden wenigstens 2 Tage auf den kranken Pflanzen bleiben, um das Virus übertragen zu können. Es ist noch experimentell zu klären, ob die Nachkommenschaft der infizierten Zikaden auch infektiös bleibt, wie es schon bei *Thamnottix argentata*, Überträger einer ganz ähnlichen Viruskrankheit in Australien (6), bei der Zwergzikade (1) u. a. bewiesen ist. Die Lebensdauer der einzelnen Imagines von *H. obsoletus* ist nicht länger als 30—40 Tage, aber in der Natur findet man die Zikaden während einer viel längeren Periode, was auf ihre ungleichmäßige Entwicklung zurückzuführen ist.

Die geschilderte Lebensentwicklung und Gewohnheiten des *H. obsoletus* erklären die Eigentümlichkeiten in dem Auftreten der Stolburkrankheit. Ihr Ausmaß nimmt ständig ab, je später die betroffene Kultur ausgepflanzt wurde. So zählte ich 1950 in einem ungefähr 10 ha großen Paprikagarten in

* Festgestellt 1951 von D. ARABDJIEFF, Entomologe der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Pawlikeni.

Sgalewo (Kreis Plewen) über 50 Prozent stolburkranke Pflanzen in den Beeten, die Ende April gepflanzt waren, 30 bis 36 Prozent in den Mitte Mai ausgepflanzten Beeten und nur 4,7 bis 8,6 Prozent in den Beeten, die in der ersten Hälfte des Juni ausgepflanzt wurden. 1951 waren in einem anderen Paprikagarten (Michaltzi, Kreis Pawlikeni) die Stauden in den am frühesten (Ende April und Anfang Mai) ausgepflanzten Beeten durchschnittlich 46 Prozent krank, während in den am spätesten (Anfang Juli) ausgepflanzten Beeten der Hundertsatz kranker Pflanzen nur 1,9 Prozent betrug. Dieselbe Abhängigkeit des Krankheitsausmaßes von der Pflanzzeit ist auch bei den Kartoffeln festzustellen. Die im Sommer (nach dem 10. Juli) gepflanzten Kartoffeln bleiben immer stolburfrei, während die in der Nähe angebauten Frühpflanzungen derselben Sorte wegen Stolbur über 80 Prozent vertrocknen können. Die obige Abhängigkeit betrifft allerdings nicht die ausgesprochenen Fröhsorten von Kartoffel, Tomaten und Paprika, welche um Ende Juni oder Anfang Juli schon erntebereit sind und dadurch den Schäden des Stolburs entgehen.

Durch die geschilderte Überwinterungs- und Migrationsweise von *Hyaletthes obsoletus* ist auch zu erklären, warum die Stolburkrankheit am stärksten in Beständen vorkommt, die an ungepflügte Örtlichkeiten (Brachfelder, Weiden, Feldraine) angrenzen, während Pflanzungen, die mit Obst- und Wald-

bäumen umkreist sind, viel schwächer befallen werden. So zählte ich in einem Paprikagarten, der sich zwischen Stoppelfeld und Obstgarten befand, in den an die Stoppel angrenzenden Randteilen etwa 30 Prozent stolburkranke Pflanzen, während an der Gegenseite, etwa 80 m weit der Anteil kranker Pflanzen kaum 1 Prozent betrug. Darauf begründet sich auch die empfohlene Bekämpfungsmaßnahme, an den Rändern stolburanfälliger Kulturen einige Reihen Mais, Besenhirse oder andere Kulturen, die als Barrieren dienen, anzubauen. Der die Entwicklung der Zikaden fördernde Einfluß der Sommerhitze erklärt, warum in trockenheißen Jahren die Stolburkrankheit große Ausmaße einnimmt, während in Jahren mit kaltem und regnerischem Sommer das Ausmaß derselben stark abnimmt. Mit steigender Meeresspiegelhöhe und geographischer Breite nimmt das Ausmaß der Krankheit auch ständig ab.

Von den bisher bekannten Viruskrankheiten der Pflanzen steht dem Stolbur am nächsten die zuerst in Australien und später in USA unter dem Namen *tomato big bud* oder *tomato virescense* beschriebene Krankheit (2, 4, 5). Das sie hervorrufende Virus wird als *Solanum virus 5* oder *Chlorogenus australiensis* Holmes bezeichnet. Nach SUCHOW und WOWK (11) aber darf man die australische Krankheit nicht als mit dem Stolbur identisch annehmen, da die erste symptomatisch etwas verschieden ist, keine Wurzelfäule und Welke bei Kartoffel-, Paprika- und Eierpflanze hervorruft und einen ganz anderen Überträger, *Thamnotetix argentata* Evans, hat. Viel ähnlicher der australischen Krankheit soll das sogenannte nördliche Stolbur sein, das in der geographischen Breite von Moskau vorkommt und sich von dem südlichen Stolbur sowohl symptomatisch, als auch durch seinen Überträger *Macrosteles quadripunctulatus* Kbm. unterscheiden soll. Meiner Meinung nach können die unzweifelhaft bestehenden Unterschiede zwischen der europäischen und der australisch-amerikanischen Krankheit keine Artverschiedenheit bedingen, sondern nur eine Varietätsverschiedenheit bedingen. Deshalb schlage ich für das Stolburvirus die Bezeichnung *Chlorogenus australiensis var. stolbur* vor.

Verbreitungsgebiet

Nach den vorliegenden Literaturangaben kommt die Stolburkrankheit in vielen südlichen Gebieten des europäischen Teiles der UdSSR vor, wo sie seit 1920 bekannt ist. In Bulgarien ist das Hauptareal des Stolburs Nordbulgarien, d.h. der Anteil zwischen Donau und Balkengebirge. Südlich vom Balkengebirge tritt die Krankheit ganz selten auf. In Jugoslawien ist das Stolbur nach PANJAN (8) weitverbreitet, besonders in trockenen Jahren. Nach mündlicher Mitteilung von Dr. J. ZAKOPAL ist die Stolburkrankheit neuerdings in beträchtlichem Ausmaß in der Slowakei festgestellt und sogar in Praha auf einzelnen Tomatenpflanzen gefunden worden. Nach den angegebenen Abbildungen und Beschreibungen zu schließen, handelt es sich um Stolbur auch im Falle der von SCHUSSIG (10) untersuchten Tomatenkrankheit, von der der Verfasser schreibt, daß sie seit mehr als 10 Jahren in manchen Gebieten Südmährens und der Slowakei sehr heftig zum Auftritt kommt. Der Verfasser beschreibt zwar außer den stolburähnlichen Symptomen auch eine Gelbfärbung und Verhärtung des Stielendes der Früchte, die wahr-

scheinlich physiologischer Natur sind und mit dem Stolbur nicht zusammenhängen. Das ergibt sich auch aus der Angabe SCHUSSIGs, daß 1940, in einem ungewöhnlich kühlen Sommer, typische Stolbursymptome nur auf einer einzigen Tomatenpflanze zum Vorschein kamen, während die genannte Fruchtgelbfärbung auch damals sehr verbreitet war. SCHUSSIG gibt zwar an, daß es ihm gelang, die Krankheit durch *Thrips tabaci* zu übertragen, aber seine Versuche in dieser Hinsicht sind durchaus nicht einwandfrei. Auch seine Behauptung, daß die von ihm untersuchte Krankheit MILBRATHs *tip blight* ähnlich sei, kann nicht zutreffen, da für die letztgenannte Krankheit vor allem eine sehr starke Nekrose kennzeichnend ist.

In Deutschland, Österreich, Ungarn und Rumänien ist die Stolburkrankheit nicht angezeigt, aber trotzdem halte ich deren Vorkommen in diesen Ländern für möglich. Am 22. Juli 1952 sah ich im Versuchsfeld des phytopathologischen Institutes in Naumburg eine welkende Kartoffelpflanze, die vollständig so aussah, wie tausende stolburkranke Kartoffelpflanzen, die ich in Bulgarien durchgemustert habe. Eine Knolle dieser Pflanze, die ich mir mitgenommen habe, war nächstes Jahr teilweise fadenkeimig.

Von besonderem Interesse ist das Verhältnis zwischen dem Stolburvirus und der verheerend in Österreich und Ungarn auftretenden Kartoffelwelke. Nach WENZL erscheint diese Krankheit regelmäßig in den niederschlagsarmen Gebieten des östlichen Österreich, Burgenland, Marchfeld (Wiener Becken) und den angrenzenden tschechoslowakischen Ländern (Südmähren, Slowakei), wo sie in Jahren mit trockenheißen Sommer viele Kartoffelbestände ergreift. Der Anteil kranker Pflanzen in denselben konnte sogar 90 Prozent erreichen. In Ungarn zeigt HUSZ (7) als Verbreitungsgebiet der Kartoffelwelke viele Kreise von Transdanubien an. HENNIGER (3) berichtete ganz kürzlich, daß er 1952 solche welkende Kartoffelpflanzen in Mitteldeutschland (Mühlhausen) beobachtet hat, in manchen Kartoffelschlägen sogar bis zu einem Drittel des gesamten Bestandes. Die ausführliche Beschreibung der Kartoffelwelke, die WENZL, HUSZ und HENNIGER geben (Rollen und chlorotische Verfärbung der jungen Blätter, Welke und Vertrocknen der Stauden, Wurzelfäule, Fußvermorschung, gummiartig weiche Beschaffenheit und Fadenkeimigkeit der gewonnenen Knollen) entspricht vollständig dem Krankheitsbilde des Stolburs. Als Ursache der Kartoffelwelke nehmen WENZL und HUSZ *Colletotrichum atramentarium* an. Wie schon erwähnt, ist dieser Pilz auch in Bulgarien überall auf den Wurzeln und Stengelfußteilen stolburkranker Kartoffelpflanzen zu finden. Wie aber auch WENZL selbst hervorhebt ist die Pathogenität dieses Pilzes durchaus nicht bewiesen. Seine eigenen Infektionsversuche sind negativ ausgefallen. So nimmt er an, daß *C. atramentarium* ein Schwächeparasit ist, der die Kartoffelpflanzen nur bei ungünstigen Verhältnissen (hohe Temperatur, Bodentrockenheit) zu befallen vermag. 1951 habe auch ich die Pathogenität dieses Pilzes geprüft, indem ich Kartoffeln in 10 Töpfen, mit reinen Kulturen von *C. atramentarium* reichlich geimpft, pflanzte. Obwohl diese Pflanzen im Gewächshaus Temperaturen über 40° C zu ertragen hatten, erkrankte keine von ihnen an Wurzelfäule. Andererseits trugen alle Kartoffelpflanzen daneben, nachdem ihre Vegetation beendet war, sowie die Pflanzen, die durch Pfropfung

mit Stolburreisern sich die Welke zugezogen hatten, auf ihren unterirdischen Teilen die zahlreichen sklerotienähnlichen Gebilde von *C. atramentarium*.

Das Kausalverhältnis zwischen der Kartoffelwelke und dem Stolburvirus ist auch aus den folgenden Versuchen ersichtlich:

a) In den Jahren 1949 bis 1951 pflanzte ich Scheitelteile von Kartoffelpflanzen, die sich in verschiedenen Welkephasen befanden, auf junge Tomatenpflanzen. Bei 40 von 61 gelungenen Pflanzungen zeigten die gepflanzten Tomaten nach Verlauf der Inkubationszeit typische Stolbursymptome.

b) Durch Pflanzung von Scheitelteilen stolburkranker Tomatenpflanzen auf getopfte Kartoffelpflanzen wurden die meisten derselben (23 von 42 gelungenen Pflanzungen) zu Welke und Vertrocknen gebracht).

c) Durch Bestäuben der Kartoffelpflanzen im Sommer mit DDT- und HCH-Mitteln kann man den Anteil der von der Welke betroffenen Pflanzen und die Fadenkeimigkeit der gewonnenen Knollen stark vermindern. Bei den Bestäubungsversuchen von ST. MARTINOFF (Phytopathologe an dem Pflanzenschutzinstitut Sofia), die in Kotel und Tolbuchin durchgeführt waren (je zwei Stäubungen wöchentlich von Mitte Mai bis Ende August), war die Fadenkeimigkeit der gesamten Knollenproben wie folgt:

Ort	Jahr	% Fadenkeimigkeit	
		gestäubt	ungestäubt
Kotel	1949	0,3	53
	1950	0,6	36
Tolbuchin	1950	28	61
	1951	1	90

Bei den 1950 in Pavlikeni durchgeführten Bekämpfungsversuchen keimten die von den ungestäubten Kontrollparzellen gewonnenen Knollen zu 71,6 Prozent fähig, und jene von den siebenmal gestäubten Parzellen nur 11,6 Prozent.

1951 war die Fadenkeimigkeit bei den Kontrollen 6,1 Prozent gegen 40,1 Prozent bei den fünfmal gestäubten Parzellen.

Aus den obigen Angaben fühlt man sich berechtigt zu schließen, daß die Kartoffelwelke in Österreich, Ungarn, Tschechoslowakei und Mitteldeutschland sowie in Bulgarien, keine Pilzkrankheit, sondern nur eine Äußerung der Stolburkrankheit in diesen Ländern ist.

Bekämpfungsmaßnahmen

Die sicherste Bekämpfungsmaßnahme des Kartoffelstolburs stellt in Bulgarien die Sommerpflanzung dar. Zahlreiche Versuche in UdSSR und Bulgarien haben unzweifelhaft gezeigt, daß die nach dem 10. Juli gepflanzten Kartoffelbestände fast unversehrt von Stolbur bleiben. Leider ist bei Tomaten, Paprika und Eierpflanzen ein so spätes Auspflanzen nicht anwendbar. In der sowjetischen Literatur werden auch die folgenden agrotechnischen Bekämpfungsmaßnahmen empfohlen: Dichteres Auspflanzen, Umkreisung der mit Solanaceen bebauten Flächen mit einigen Reihen hoher Pflanzen, Mais, Hirse u. a. und regelmäßige Bekämpfung der Unkräuter, besonders der Ackerwinde.

Besonders aussichtsvoll scheint die chemische Bekämpfung durch Stäuben der Pflanzen mit DDT- und

HCH-Mitteln zu sein. Nach SUCHOW und WOWK (11, 12) reichen vier Stäubungen aus, je 40 kg Stäubemittel je ha im Zeitraum zwischen 20. Juni und 5. Juli, um den Anteil der auftretenden stolburkranken Pflanzen um das drei- bis fünffache zu weilen sogar um das zehnfache zu vermindern und dadurch die Erträge der gestäubten Bestände um das vierfache zu erhöhen. Über gute Ergebnisse durch zwei und drei Stäubungen mit DDT-Mitteln berichtet auch PANJAN (8) aus Jugoslawien. Derartige Versuche sind in den letzten Jahren auch in Bulgarien durchgeführt worden und zeigten, daß die chemische Bekämpfung der Stolburkrankheit durchaus möglich ist, vorausgesetzt, daß die Zeit der ersten Stäubung je nach dem Migrationsbeginn des Überträgers bestimmt wird.

Zusammenfassung

Der Stolbur ist eine sehr verbreitete Viruskrankheit aller Solanaceen in Südosteuropa. Besonders schädlich tritt sie bei der Kartoffel-, Paprika-, Eier- und Tomatenpflanze auf, indem sie bei den drei erstgenannten Kulturen nicht nur Vergilbungserscheinungen, sondern auch Wurzelfäule und Vertrocknen der Pflanzen hervorruft. Die Fadenkeimigkeit der Kartoffelknollen ist auch eine Folge der Stolburkrankheit. Der Verfasser schlägt für das die Stolburkrankheit hervorruftende Virus die Bezeichnung *Chlorogenus australiensis* var. *stolbur* vor. Überträger desselben ist die Zikade *Hyalesthes obsoletus* Sign., deren Larven auf den Wurzelstöcken der Ackerwinde überwintern.

Auf Grund zahlreicher Pflanzungen zwischen stolburkranken und gesunden Tomaten- und Kartoffelpflanzen und von Bestäubungsversuchen mit DDT- und HCH-Mitteln hält sich der Verfasser berechtigt anzunehmen, daß die Welkekrankheit der Kartoffeln, die massenhaft in trockenheißen Jahren Österreich, Ungarn, Tschechoslowakei und sogar in Mitteldeutschland vorkommt und als von *Colletotrichum atramentarium* verursacht angesehen wird, in Wirklichkeit nur eine Äußerung der Stolburkrankheit in diesen Ländern ist.

Die Stolburkrankheit ist bei den Kartoffeln am sichersten durch Sommerpflanzung (später als 10. Juli) zu bekämpfen. Gute Ergebnisse sind in der UdSSR, Jugoslawien und Bulgarien durch mehrmaliges Stäuben der Pflanzen mit DDT- und HCH-Mitteln während der Migrationszeit von *H. obsoletus* erzielt.

Literatur:

1. BLACK, L. M. (1953), Occasional transmission of some plant viruses through the eggs of their insect vectors. *Phytopathology*, 43, 9/10. (Ref. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflzschutzd. n. F. 7, 9, 1953).
2. DANA, B. F. (1940), Occurrence of big bud of tomatoes in the pacific north-west. *Phytopathology*, 30, 866.
3. HENNIGER, H. (1953), Untersuchungen zum Auftreten der *Colletotrichum*-Welke der Kartoffeln in Mitteldeutschland. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflzschutzd. n. F.*, 7, 203/204.
4. HILL, A. V. (1940), Host range and distribution of tomato big bud. *J. Aust. Inst. Agr. Sci.*, 6, 199/200. (Ref. RAM, 20, 182, 1941).

5. HILL, A. V. (1943), Insect transmission and host plants of virescence (big bud of tomato). J. Counc. Sci. industr. res. Austr., 16, 85—90. (Ref. RAM, 22, 457, 1943).
6. HILL, A. V. (1950), Yellow-dwarf of tobacco in Australia. IV. Some host plants of the virus. Austr. J. Agr. Res., 1, 141—143. (Ref. RAE, 41, 405, 1953).
7. HUSC, B. (1953), Über die Colletotrichum-Welkekrankheit der Kartoffel in Ungarn. Acta agronomica, 3, 1/2, 57—70.
8. PANJAN, M. (1950), Ispitivanje stolbura Solanacea i način suzbijanja. Plant Prot., 2, 49—58. (Ref. RAM, 30, 438, 1951).
9. SAMUEL, G., BALD, J. G. and EARDLEY, C. M. (1933), „Big bud“, a virus disease of tomato. Phytopathology, 23, 641.
10. SCHUSSIG, B. (1943), Eine neue Viruskrankheit der Tomatenpflanzen. Forschungsdienst, 16, 62 bis 84.
11. SUCHOW, K. S. und WOWK, A. M. (1949), Stolburkrankheit der Solanaceen. Verlag: Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau.
12. SUCHOW, K. S., WOWK, A. M. und MUSCHNIKOWA, K. S. (1952), Praktische Prüfung der DDT-Stäubemittel zur Bekämpfung des Tomatenstolbur. Berichte d. Akad. d. Landwirtschaftswissenschaften, Name Lenin, H. 8, 24—27.
13. WENZL, H. Untersuchungen über die Colletotrichum-Welkekrankheit der Kartoffel. I. Pflanzenschutzberichte, 5, 305—344, 1950; II. Pflanzenschutzberichte, 6, 33—57, 1951; III. Pflanzenschutzberichte, 6, 97—112, 1951.

Die Bedeutung von Massenaustausch und Wind für die Verbreitung von Pflanzenkrankheiten Ein Beitrag zur Epidemiologie

Von H. Schrödter

(Aus der Agrarmeteorologischen Forschungsstation Aschersleben des Meteorologischen und Hydrologischen Dienstes der DDR)

Es ist wohl unbestritten, daß der Wind als Faktor bei der Verbreitung von Pflanzenkrankheiten, insbesondere von pflanzlichen Schaderregern, eine große Rolle spielt. Obwohl die Literatur, die sich mit dieser Frage beschäftigt, bei weitem nicht so zahlreich ist wie diejenigen Arbeiten, in denen z. B. der Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit behandelt wird, deutet doch alles darauf hin, daß der Wind epidemiologisch gesehen eine der wesentlichsten Komponenten ist. Wenn man schon vor Jahren in Rumänien zur Verminderung der Schäden durch Getreiderost die Anlage von Windschutzstreifen zur Vermeidung von Sporenübertragungen empfahl, da das wechselnd starke Auftreten der Getreiderostepidemien von der vorherrschenden Windrichtung bestimmt wird, so zeigt dies, welche große Bedeutung man dem Faktor Wind beizumessen hat. Auch andere Untersuchungen, von denen einige hier genannt seien, zeigen dies. So breitet sich z. B. die Infektion der Erbsen durch *Mycosphaerella pinodes* nach KERLING (6) in Richtung der vorherrschenden Winde aus; nach NEWHALL (8) können die Konidien des Zwiebelmehltaus durch den Wind weit verbreitet werden; OORT (9) berichtet über die Verbreitung der Sporen des Weizenflugbrandes durch den Wind, und STEPANOV (17) stellte experimentelle Untersuchungen über die Flugweite verschiedener Dauerformen von *Monilia*, *Fusarium*, *Ustilago*, *Phytophthora* usw. im konstanten Luftstrom an. In seinen sehr eingehenden Studien über die Epidemiologie des Maisrostes konnte ZOGG (19) gelegentlich einer Maisrostepidemie in einem Teilstück des Rheintales von etwa 100 km Länge feststellen, daß die durch die morphologische Struktur des Tales bedingten besonderen lokalen Windverhältnisse von außerordentlicher Bedeutung für die Verbreitung der

Epidemie waren. Der Ermittlung der „Streuweite“ ist ein wesentlicher Teil seiner Arbeit gewidmet. Auch bei der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten spielt u. U. der Wind eine nicht unerhebliche Rolle, wie z. B. die Untersuchung von HOPKINS, GYRISCO und NORTON (5) über die Wirkung von Sonnenschein, Regen und Wind auf DDT-Staubbeläge zeigen, wonach der Wind eine starke Verringerung des nach der Bestäubung vorhandenen Belages verursachen kann. Ähnliche Probleme liegen ja auch bei der Bekämpfung von Forstschädlingen mittels Stäubung vom Flugzeug aus vor, wie schon vor mehr als 20 Jahren von GEIGER (3) am Beispiel einer Kieferneulenbekämpfung gezeigt wurde.

Bei dem Begriff „Wind“ denkt man meist nur an die horizontale Luftbewegung. Es ist jedoch klar, daß — mag die horizontale Windgeschwindigkeit auch noch so groß sein — durch sie allein beispielsweise eine Pilzspore niemals höher fliegen könnte als ihre Abflugstelle liegt. Die Praxis zeigt uns aber eine solche Überwindung von Höhenunterschieden. Es müssen also neben den horizontalen auch vertikale Transportkräfte wirksam sein. Nun ist jede Luftströmung praktisch kaum jemals „laminar“, sondern immer mehr oder weniger „turbulent“, selbst dann noch, wenn für unser Empfinden scheinbar Luftruhe herrscht. Schon die Bewegungen des Zigarettenrauches im geschlossenen Zimmer zeigen, daß sich die Luft in ständiger Bewegung befindet, wobei unaufhörlich Luftpartikelchen auf- und absteigen. In sehr viel stärkerem Maße ist das natürlich im Freien der Fall. Die Turbulenz der Luftbewegung sorgt für eine stete Durchmischung der Luft. Aber auch das Aufsteigen am Boden erwärmter Luftmassen bringt eine vertikale Komponente in die Luftbewegung, von deren Größenordnung in der so-

genannten „Thermik“ jeder Segelflieger einen Begriff hat.

Mit der ständigen Durchmischung der Luftmassen, mit dem steten vertikalen Austausch von kleineren und größeren Luftkörpern erfolgt natürlich auch ein Austausch aller ihrer Eigenschaften, sei es nun der Gehalt an Wärme, Wasserdampf, Kohlensäure oder Staub. Es ist das große Verdienst von W. SCHMIDT (13), die theoretischen Grundlagen dieses Begriffes des „Massenaustausches“ gelegt zu haben. Später hat LETTAU (7) das Problem der atmosphärischen Turbulenz in umfassender Weise behandelt. Es soll hier im einzelnen auf die Gesetze der turbulenten Bewegung und des Massenaustausches sowie auf dessen mathematische Ableitung nicht eingegangen werden. Wir wollen jedoch das für die hier angeschnittene Frage wichtige Ergebnis festhalten, und zwar die Tatsache, daß der Massenaustausch, der mittels des Austauschkoefizienten A (gemessen in $\text{gr/cm} \cdot \text{sec}$) den Zustand der ungeordneten Bewegung in der Luft kennzeichnet und mit Hilfe dessen der „Fluß“ einer Masse mit einer bestimmten Eigenschaft ermittelt werden kann, von dieser Eigenschaft selbst unabhängig ist, gleichgültig, ob es sich nun um Wärme, Staubteilchen, Pollen oder Sporen handelt. Wir haben also mit dem Koeffizienten des Massenaustausches eine Größe in der Hand, die von unschätzbbarer Bedeutung für die Untersuchung der Ausbreitung nicht nur von Pflanzensamen, sondern auch von Verbreitungsorganen pflanzlicher Schaderreger und damit von überragendem Wert für die Epidemiologie hinsichtlich der Frage der Verbreitung von Pflanzenkrankheiten durch den Wind ist. Der Zahlenwert des Austauschkoefizienten liegt größenordnungsmäßig zwischen 0,001 und 100. Er nimmt mit der Höhe zu. In der bodennahen Luftschicht sind Werte zwischen 1 und 10 am häufigsten.

Bereits W. SCHMIDT (13) hat — worauf auch ZOGG (19) in seiner oben schon zitierten Arbeit zurückgreift — das Problem der Verbreitung von Pflanzensamen durch turbulente Luftströmungen mit Hilfe des Massenaustausches behandelt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in jüngster Zeit von ROMBAKIS (12) in mehrfacher Hinsicht wesentlich verbessert und die Frage der Verbreitung in eleganter und praktischer Weise durch die Einführung des Begriffes der „wahrscheinlichen Flugbahn“ gelöst worden. W. SCHMIDT (13) ging seinerzeit nicht von der vollständigen Differentialgleichung, in welcher die Sinkgeschwindigkeit der transportierten Teilchen enthalten sein muß, aus, sondern brachte den Sinkeffekt erst nachträglich an. Er definierte ferner als „mittlere Ausbreitung“ diejenige Grenze, bis zu welcher 99% aller gestreuten Samen die Erdoberfläche wieder erreicht haben. ROMBAKIS (12) weist jedoch nach, daß die so definierte „mittlere Ausbreitung“ sehr stark veränderlich ist gegenüber einem anderen, ebenso willkürlich gewählten Prozentsatz. Er eliminiert diese Mängel, indem er von der vollständigen Differentialgleichung, mit welcher die Ausbreitung der Samen beschrieben werden kann, ausgeht, d. h. von der Gleichung

$$(I) \quad \frac{\partial s}{\partial t} = \frac{A}{\rho} \cdot \frac{\partial^2 s}{\partial z^2} + c \cdot \frac{\partial s}{\partial z},$$

worin s die Dichte der gestreuten Samen, A den Austauschkoefizienten, ρ die Luftdichte und c die Sinkgeschwindigkeit der Samen in ruhender Luft be-

deuten. Die Größen A ($\text{gr/cm} \cdot \text{sec}$), U (cm/sec) und c (cm/sec) bilden also die wesentlichste Berechnungsgrundlage. ROMBAKIS (12) definiert nun die „wahrscheinliche Flugbahn“ durch die Festsetzung, daß ein Punkt P in der Höhe z zur Zeit t dann als Punkt der wahrscheinlichen Flugbahn gelten soll, wenn es statistisch gleich wahrscheinlich ist, daß sich ein Samen oberhalb wie unterhalb von P befindet. Der Abstand (vom Ursprungsort) desjenigen Punktes, an welchem diese Flugbahn die Erdoberfläche oder eine Parallele hierzu durch den Ursprungsort, wenn dieser über der Erdoberfläche liegt, wieder schneidet, wird als „wahrscheinliche Flugweite“ bezeichnet. Bis zu diesem Punkt sind also definitionsgemäß erst 50% aller ausgestreuten Samen wieder zur Erdoberfläche gelangt. Dies ist nun aber im Gegensatz zur Definition von W. SCHMIDT (13) kein angenommener willkürlicher Prozentsatz, sondern die Bedingung für die Gleichheit zweier Wahrscheinlichkeiten. Die „wahrscheinliche Flugbahn“ gibt uns also an, daß sich 50% der Samen unterhalb, 50% oberhalb dieser Kurve bewegen und stellt damit gewissermaßen die Bewegung des Schwerpunktes der Samenmasse dar. Wenn wir eine Kurve zeichnen, die überall oberhalb dieser wahrscheinlichen Flugbahn liegt, so wissen wir genau, daß sich außerhalb dieser zweiten Kurve weniger als die Hälfte aller Samen ausbreiten.

Die Gleichung der wahrscheinlichen Flugbahn ist nach der Ableitung von ROMBAKIS (12) gegeben durch

$$(II) \quad z = 0,4769 \cdot \sqrt{\frac{A \cdot A \cdot x}{\rho \cdot U}} - \frac{c}{U} \cdot x,$$

worin A den Austauschkoefizienten, ρ die Luftdichte, U die horizontale Windgeschwindigkeit und c die Sinkgeschwindigkeit des transportierten Teilchens bedeuten. Aus der obigen Definition der Flugweite ergibt sich mit Gleichung (II) für $z = 0$ die Bestimmungsgleichung für die Flugweite und damit als Gleichung der wahrscheinlichen Flugweite

$$(III) \quad X = 0,91 \frac{A \cdot U}{\rho \cdot c^2}.$$

Aus der hier nicht wiedergegebenen Ableitung der Gleichung (II) oder aus Gleichung (III) durch Division mit U läßt sich dann auch noch die Gleichung der wahrscheinlichen Flugdauer ermitteln, die gegeben ist durch

$$(IV) \quad \tau = 0,91 \frac{A}{\rho \cdot c^2}.$$

Darüber hinaus erhält man auf entsprechende Weise aus der Bedingung $\frac{dz}{dt} = 0$ die Gleichung der maximalen wahrscheinlichen Flughöhe

$$(V) \quad Z_{\max} = 0,227 \cdot \frac{A}{\rho \cdot c}.$$

Aus Gleichung (IV) und (V) geht hervor, daß diese maximale Flughöhe in der Zeit $t = \frac{\tau}{4}$ erreicht wird.

Es geht aus diesen beiden Gleichungen aber weiter hervor, daß sowohl die Flughöhe, als auch die Flugdauer von der horizontalen Windgeschwindigkeit unabhängig sind, beide Größen also in der Hauptsache

von der Sinkgeschwindigkeit, als der Eigenschaft des transportierten Teilchens, und dem Austausch, als dem Ausdruck der turbulenten Durchmischung der Luft, bestimmt werden.

So wie ROMBAKIS (12) mit Hilfe der von ihm entwickelten Gleichungen Flugbahn, Flugweite, Flughöhe und Flugdauer der Samen verschiedener Blütenpflanzen ermittelt hat, läßt sich nun auch die Ausbreitung der Sporen pflanzlicher Schaderreger in Abhängigkeit von Wind und Massenaustausch als Grundlage für die Epidemiologie studieren. Zunächst gilt es, die Sinkgeschwindigkeit c der Pilzsporen zu bestimmen. Hierüber liegen bereits seit mehr als 25 Jahren ausführliche Untersuchungen von FALCK (1) vor, denen daher hier im wesentlichen gefolgt werden soll.

Auf eine mit der Geschwindigkeit v bewegte Kugel vom Radius r wirkt in einem Gase von der Viskosität η nach dem STOKESschen Gesetz der Widerstand

$$(VI) \quad k = 6 \pi \cdot \eta \cdot v \cdot r \text{ [dyn]},$$

wenn der Durchmesser der Kugel groß ist gegenüber der mittleren freien Weglänge im Gase. Da die mittlere freie Weglänge in Luft $0,1 \mu$ beträgt, ist für Pilzsporen diese Bedingung hinreichend erfüllt. Wirkt nun auf das Teilchen die Schwerkraft, so ergibt dies ein Anwachsen der Geschwindigkeit, also eine Beschleunigung, damit aber auch ein Anwachsen des Reibungswiderstandes, bis sich sehr schnell ein Gleichgewichtszustand herstellt, wo (unter Vernachlässigung des Auftriebes in Luft) das Gewicht k' des Teilchens durch den Reibungswiderstand k kompensiert wird, so daß dieses nun mit konstanter Geschwindigkeit weiterfällt. Aus dieser Gleichgewichtsbedingung $k = k'$ läßt sich die Fallgeschwindigkeit v berechnen, da das Gewicht gegeben ist durch

$$(VII) \quad k' = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot s \cdot g,$$

(s = spez. Gewicht), so daß Gleichgewicht herrscht, wenn

$$(VIII) \quad \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot s \cdot g = 6 \pi \cdot \eta \cdot v \cdot r,$$

woraus sich die Fallgeschwindigkeit v der Pilzsporen berechnen läßt zu

$$(IX) \quad v = \frac{2s \cdot g}{9 \eta} \cdot r^2.$$

Da wir es aber bei den meisten Sporen ja nicht mit kugeligen Teilchen, sondern mit solchen von mehr ellipsoider Form zu tun haben, hat FALCK (1) durch zahlreiche Experimente das Verhältnis der Fallgeschwindigkeit kugeligere Teilchen bestimmten Volumens zu derjenigen ellipsoider Teilchen gleichen Volumens zu bestimmen versucht und dabei gefunden, daß

$$(X) \quad v_e = \frac{v_k}{\sqrt[3]{\frac{a}{b}}},$$

wobei v_e die Fallgeschwindigkeit ellipsoider Teilchen, v_k die Fallgeschwindigkeit kugeligere Teilchen gleichen Volumens und a und b die Ellipsenachsen bedeuten. Die Fallgeschwindigkeit ellipsoider Pilzsporen ist also im wesentlichen von der Größe der beiden Achsen, welche das Ellipsoid bestimmen, abhängig.

Die von FALCK (1) angegebenen Fallgeschwindigkeiten sollen nun in folgendem benutzt werden, um die Ausbreitungsmöglichkeit von Pilzsporen nach dem Vorgang von ROMBAKIS (12) in Abhängigkeit von Massenaustausch und Wind zu studieren. Die von FALCK (1) mitgeteilten Sporengrößen und Fallgeschwindigkeiten wurden zu Mittelwerten für eine dem hier verfolgten Zweck genügende, grobe Einteilung in „kleinste“ Sporen, „kleine“ Sporen, „mittlere“ Sporen, „große“ Sporen und „größte“ Sporen zusammengefaßt, wobei die letztgenannte Gruppe der Sporengrößen jedoch nur den von FALCK (1) angegebenen Einzelwert (für *Asco bolus immer sus*) enthält.

In den Tabellen 1 bis 5 wurden für verschiedene Austauschkoefizienten von 0,1 bis 50 gr/cm · sec die Flughöhe und die Flugdauer der verschiedenen Sporengrößen sowie ihre Flugweite in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeiten zwischen 2 und 10 m/sec be-

Tabelle 1
Ausbreitung verschiedener Sporengrößen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit bei einem Massenaustausch von $A = 0,1$ (gr/cm · sec)

Sporenart	Sporengröße Länge/ Breite μ	Sinkgeschwindigkeit cm/sec	Flugweite (km) bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten (m/sec)					Maximale Flughöhe m	Flugdauer
			2	4	6	8	10		
Kleinste Sporen	4/1	0,006	4 200	8 400	12 600	16 900	21 100	31,50	24 Tage
Kleine Sporen	5/3	0,035	124	247	371	495	618	5,41	17 Std.
Mittlere Sporen	14/6	0,138	8	16	24	32	40	1,37	1 Std.
Große Sporen	22/16	0,975	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,19	1 min
Größte Sporen	70/40	6,900	0,003	0,006	0,010	0,013	0,016	0,03	2 sec

Tabelle 2
Ausbreitung verschiedener Sporengrößen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit bei einem Massenaustausch von $A = 1$ (gr/cm · sec)

Sporenart	Sporengröße Länge/ Breite μ	Sinkgeschwindigkeit cm/sec	Flugweite (km) bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten (m/sec)					Maximale Flughöhe m	Flugdauer
			2	4	6	8	10		
Kleinste Sporen	4/1	0,006	42 000	84 000	126 000	169 000	211 000	315,0	244 Tage
Kleine Sporen	5/3	0,035	1 240	2 470	3 710	4 950	6 180	54,1	7 Tage
Mittlere Sporen	14/6	0,138	80	160	240	320	400	13,7	11 Std.
Große Sporen	22/16	0,975	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	1,9	13 min
Größte Sporen	70/40	6,900	0,03	0,06	0,10	0,13	0,16	0,3	16 sec

Tabelle 3
Ausbreitung verschiedener Sporengrößen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit bei einem Massenaustausch
A = 10 (gr/cm · sec)

Sporenart	Sporen- größe Länge/ Breite μ	Sink- ge- schwindig- keit cm/sec	Flugweite (km)					Maximale Flughöhe m	Flug- dauer
			bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten (m/sec)						
			2	4	6	8	10		
Kleinste Sporen	4/1	0,006	420 000	840 000	1 260 000	1 690 000	2 110 000	3 150	6,7 Jahre
Kleine Sporen	5/3	0,035	12 400	24 700	37 100	49 500	61 800	541	72 Tage
Mittlere Sporen	14/6	0,138	800	1 600	2 400	3 200	4 000	137	4,6 Tage
Große Sporen	22/16	0,975	16	32	48	64	80	19	2,2 Std.
Größte Sporen	70/40	6,900	0,3	0,6	1,0	1,3	1,6	3	2,7 min

Tabelle 4
Ausbreitung verschiedener Sporengrößen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit bei einem Massenaustausch
A = 20 (gr/cm · sec)

Sporenart	Sporen- größe Länge/ Breite μ	Sink- ge- schwindig- keit cm/sec	Flugweite (km)					Maximale Flughöhe m	Flug- dauer
			bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten (m/sec)						
			2	4	6	8	10		
Kleinste Sporen	4/1	0,006	840 000	1 680 000	2 520 000	3 380 000	4 220 000	6 300	13,5 Jahre
Kleine Sporen	5/3	0,035	24 800	49 400	74 200	99 000	123 600	1 082	144 Tage
Mittlere Sporen	14/6	0,138	1 600	3 200	4 800	6 400	8 000	274	9,2 Tage
Große Sporen	22/16	0,975	32	64	96	128	160	38	4,4 Std.
Größte Sporen	70/40	6,900	0,6	1,2	2,0	2,6	3,2	6	5,4 min

Tabelle 5
Ausbreitung verschiedener Sporengrößen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit bei einem Massenaustausch
von A = 50 (gr/cm · sec)

Sporenart	Sporen- größe Länge/ Breite μ	Sink- ge- schwindig- keit cm/sec	Flugweite (km)					Maximale Flughöhe m	Flug- dauer
			bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten (m/sec)						
			2	4	6	8	10		
Kleinste Sporen	4/1	0,006	2 100 000	4 200 000	6 300 000	8 450 000	10 550 000	15 750	33,5 Jahre
Kleine Sporen	5/3	0,035	62 000	123 500	185 500	247 500	309 000	2 705	1 Jahr
Mittlere Sporen	14/6	0,138	4 000	8 000	12 000	16 000	20 000	685	23 Tage
Große Sporen	22/16	0,975	80	160	240	320	400	95	11 Std.
Größte Sporen	70/40	6,900	1,5	3,0	5,0	6,5	8,0	15	13,5 min

rechnet. Die Mittelwerte für Sporengröße und Sinkgeschwindigkeit sind gleichfalls angegeben. Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß selbst bei sehr schwacher Turbulenz ($A = 0,1 \text{ gr/cm} \cdot \text{sec}$) und geringer Windgeschwindigkeit von den kleinsten Sporen, wie wir sie in dieser Größenordnung beispielsweise bei den Actinomyceten finden, gewaltige Entfernungen zurückgelegt werden können, wie z. B. bei einer Windgeschwindigkeit von nur 2 m/sec eine Flugweite von 4200 km, wobei die Sporen 24 Tage in der Luft bleiben. Ein Anwachsen der Turbulenz und der Windgeschwindigkeit auf höhere, aber durchaus noch normaler Weise zu beobachtende Werte läßt Flugweite, Flughöhe und Flugdauer auf fast unvorstellbar hohe Werte steigen. Bei einem Austauschwert von $20 \text{ gr/cm} \cdot \text{sec}$ — ein Turbulenzgrad, der für die Verhältnisse in der freien Atmosphäre noch als niedrig anzusehen ist — ergeben sich schon bei geringen Windgeschwindigkeiten Entfernungen von 1 Million Kilometern bei einer Flugdauer von $13\frac{1}{2}$ Jahren und einer Flughöhe von über 6000 m. Es ist wohl daher auch aus diesem Grunde nicht verwunderlich, daß die Actinomyceten zu denjenigen Mikroorganismen gehören, die von geradezu kosmopolitischer Natur sind, und daß — wie WAKSMAN (18) schreibt — Spezies, die irgendwo in der Welt isoliert werden konnten, bald auch in einem ganz anderen Teil der Welt gefunden wurden. Ebenso wird es auch verständlich, daß PROCTOR (10) und PROCTOR und PARKER (11) bei Flugzeugaufstiegen noch in 6000 m Höhe Bakterien und andere Mikroorganismen gefunden haben, wobei sie feststellen konnten, daß die bei der Vertikalverteilung der Mikroorganismen beobachtete Schichtung in Zusammenhang mit

dem Vertikalaufbau der Luftkörper steht. Aber auch bei großen Sporen ergeben sich bei hohen Windgeschwindigkeiten und höheren Turbulenzgraden immerhin noch Entfernungen von einigen 100 km, wobei ja entsprechend der oben gegebenen Definition der Flugweite immer zu berücksichtigen ist, daß 50 Prozent der Sporen noch eine größere Strecke zurückzulegen vermögen.

Wie stark sich aber eine an sich gering erscheinende Zunahme der Sporengröße auf die Ausbreitungsmöglichkeit auswirkt, zeigt der Vergleich zwischen „kleinsten“ und „kleinen“ Sporen. In Tabelle 1 beispielsweise nimmt bei $A = 0,1 \text{ gr/cm} \cdot \text{sec}$ und $U = 2 \text{ m/sec}$ die Flugweite von 4200 auf 124 km ab. Besonders deutlich wird dies, wenn man die wahrscheinliche Flugbahn berechnet und darstellt, wie dies in Abb. 1 für diese beiden Sporengruppen bei $A = 0,1 \text{ gr/cm} \cdot \text{sec}$ und $U = 1 \text{ m/sec}$ (schwacher Luftzug!) geschehen ist. Die Flugparabel für kleine Sporen verschwindet fast gegenüber der für kleinste Sporen. Die Zunahme des Turbulenzgrades von $A = 0,1$ auf $A = 1$ aber läßt, wie die Abb. 1 ebenfalls zeigt, den aufsteigenden Ast der Flugparabel für kleinste Sporen bereits während der ersten 100 km über die obere Grenze der Abbildung hinauschießen.

Ähnliche Verhältnisse liegen natürlich auch zwischen den anderen Sporengrößen vor, wie die Abb. 2 zeigt, die gewissermaßen einen ganz winzigen Ausschnitt aus der Abb. 1 in 1000facher Vergrößerung (bezogen auf die Abszissenrichtung) wiedergibt, wiederum für $A = 0,1 \text{ gr/cm} \cdot \text{sec}$ und $U = 1 \text{ m/sec}$. Danach legen z. B. mittelgroße Sporen bei Verhältnissen, die wir für unser Empfinden fast schon als Luftruhe bezeichnen würden, Entfernungen von

mehr als 3 km zurück, während die großen Sporen noch rund 100 m erreichen.

Es ist nun interessant, einmal über diese grobe Einteilung in Sporengrößen hinaus die Verhältnisse für ein praktisch gegebenes Beispiel durchzurechnen. Wir wählen hierzu die Frage der Ausbreitungsmöglichkeit der Konidien von *Phytophthora infestans*.

Über die Möglichkeit der Verbreitung der Konidien von *Phytophthora infestans* durch den Wind sind bereits von mehreren Autoren eine Reihe von Beobachtungen angestellt und verschiedene Vermutungen geäußert worden. In neuerer Zeit hat HÄNNI (4) in seinen umfassenden Untersuchungen über die Bekämpfung der *Phytophthora* in der Schweiz zu diesem Problem Stellung genommen und zahlreiche Beobachtungen auf Kartoffelfeldern der verschiedensten Lagen angestellt. Er führt auch eine Reihe diesbezüglicher Arbeiten anderer Autoren an, die hier nach seinem Bericht, soweit in diesem Zusammenhang notwendig, wiedergegeben werden. Interessant ist, daß nach HÄNNI (4) bereits ein im Jahre 1846 erschienenes „Wochenblatt für Landwirtschaft und Gartenbau“ über den Erreger der „Erdäpfelseuche“ schreibt:

„Diese Keimkörner sind so klein und leicht, daß sie, einmal in die Luft geworfen, darin herumgeführt werden (wie Distel- und Säukrautsamen) und auf die gesunden Pflanzen mit den Tautropfen und auf tausend anderen Wegen niederfallen, in denselben sofort Wurzel fassen und sie rasch verzehren.“

HÄNNI (4) ist zwar der Meinung, daß sie wohl nicht so leicht wie Samen von *Taraxacum officinale* durch die Luft getragen werden, es wird aber noch zu zeigen sein, daß diese Auffassung nicht ganz richtig ist. HÄNNI (4) nennt noch eine Reihe anderer Autoren, die die Möglichkeit einer Konidienverbreitung durch den Wind zumindest gelten lassen. STAKMAN, HENRY, CURRAN und WARREN (16) führten schon 1923 umfangreiche Untersuchungen mit Flugzeugen, die mit Sporenfallen ausgerüstet waren, in verschiedenen Höhen durch, konnten aber keine Konidien von *Phytophthora infestans* finden. Auch hierauf werden wir nochmals zurückkommen. Bemerkenswert ist hier aber ein anderer Bericht von STAKMAN und CHRISTENSEN (15) aus jüngerer Zeit, wonach die

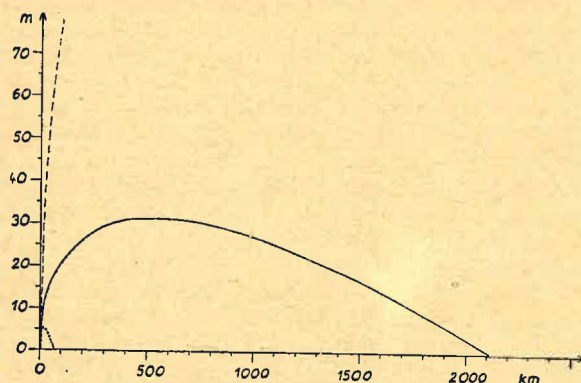


Abb. 1

Die „wahrscheinliche Flugbahn“ für „kleinste“ Sporen (—) und „kleine“ Sporen (.....) bei einem Massenaustausch $A = 0,1 \text{ gr/cm} \cdot \text{sec}$ und einer Windgeschwindigkeit $U = 1 \text{ m/sec}$ sowie für „kleine“ Sporen bei $A = 1 \text{ gr/cm} \cdot \text{sec}$ und $U = 1 \text{ m/sec}$ (---)

Phytophthora sporen mit dem Wind nach und nach von den südöstlichen Staaten der USA bis in die nordöstlichen Staaten getragen werden können, wenn die Windrichtung während Regenperioden günstig ist, wobei jedoch die Meinung vertreten wird, daß sie vom Wind direkt nur über relativ kurze Strecken verschleppt werden können. Auch HÄNNI (4) selbst nimmt an, daß die Strecken, die innerhalb eines Tages zurückgelegt werden können, nicht allzu groß sind. Jedoch auch seine eigenen Beobachtungen weisen darauf hin, daß insgesamt die *Phytophthora* konidien mit dem Wind, wenn auch vielleicht erst nach und nach, über beträchtliche Strecken und Höhenunterschiede getragen werden.

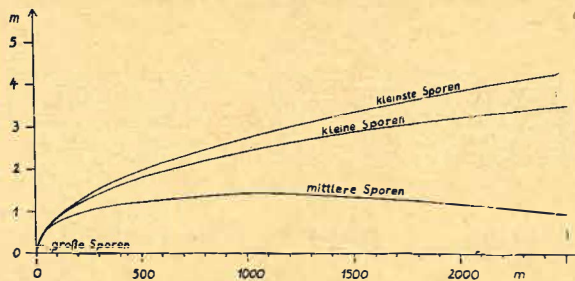


Abb. 2

Die „wahrscheinliche Flugbahn“ für verschiedene Sporengrößen bei einem Massenaustausch $A = 0,1 \text{ gr/cm} \cdot \text{sec}$ und einer Windgeschwindigkeit $U = 1 \text{ m/sec}$

Die Konidien von *Phytophthora infestans* sind nach SORAUER (14) von zitronenförmiger Gestalt mit einer Länge von $27-30 \mu$ und einer Breite von $15-20 \mu$, also von einer Form, die wir näherungsweise als Ellipsoid bezeichnen dürfen, so daß wir bei Annahme einer Durchschnittsgröße von 28μ Länge und 18μ Breite auf die oben angegebene Weise die Sinkgeschwindigkeit berechnen können. Diese beträgt $1,3 \text{ cm/sec}$. Die *Phytophthora* konidien fallen also erheblich langsamer als die Früchte von *Taraxacum officinale*, für die von ROMBAKIS (12) eine Sinkgeschwindigkeit von 10 cm/sec angegeben wird. Entsprechend sind natürlich auch die Verbreitungsmöglichkeiten ganz andere, wie in der Tab. 6 gezeigt wird, wo in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Turbulenz die Flugweite, Flughöhe und Flugdauer der Konidien angegeben ist (Flughöhe und Flugdauer nur in Abhängigkeit vom Massenaustausch, da — wie oben dargelegt — nicht von der horizontalen Luftbewegung abhängig). Aus der Tab. 6 geht ebenso wie aus den anderen Tabellen hervor, daß die Frage, ob die *Phytophthora* konidien über kurze oder über weite Strecken getragen werden können, nur dann beantwortet werden kann, wenn gleichzeitig Angaben nicht nur über die horizontale Windgeschwindigkeit, sondern vor allem auch über die Größe des Massenaustausches vorliegen. Die Strecken können ebensogut 90 m wie 225 km betragen. Daß STAKMAN, HENRY, CURRAN und WARREN (16) bei Flugzeugaufstiegen keine *Phytophthora* finden konnten, erklärt sich aus der relativ geringen Flughöhe der Konidien, die ja bei einem Turbulenzgrad, wie er den Verhältnissen in den bodennahen Atmosphärenschichten entspricht, nur knapp 15 m beträgt. Wenn aber andererseits HÄNNI (4) Beobachtungen schildert, die die Überbrückung von mehreren hundert Metern Höhenunterschied anzeigen, obwohl auch bei einem Austausch-

Tabelle 6
 Ausbreitungsmöglichkeit der Konidien von *Phytophthora infestans* in Abhängigkeit von Massenaustausch und Windgeschwindigkeit. (Sinkgeschwindigkeit = 1,3 cm/sec)

Austausch (gr/cm · sec)	Flugweite (km) bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten (m/sec)					Maximale Flughöhe m	Flug- dauer
	2	4	6	8	10		
0,1	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,15	45 sec
1	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	1,45	7½ min
10	9	18	27	36	45	14,54	1¼ Std.
20	18	36	54	72	90	29,08	2½ Std.
50	45	90	135	180	225	72,70	6¼ Std.

wert von 50 gr/cm · sec erst eine maximale Flughöhe von 73 m erreicht wird, so liegt darin kein Widerspruch. Erstens gehen ja, wie oben gezeigt, definitionsgemäß 50 Prozent der Konidien über die maximale Flughöhe hinaus, zum anderen aber — und das ist hier das Entscheidende — handelt es sich bei HÄNNI (4) um Beobachtungen im Gebirge, wo hinsichtlich der Turbulenz ganz andere Verhältnisse herrschen und u. U. mit sehr viel höheren Austauschwerten gerechnet werden muß. So fanden ja auch FIRBAS und REMPE (2) bei Flugzeugaufstiegen in Höhen von 2000 m nur in der Nacht die theoretisch zu erwartende Auswahl von Pollen nach Größe und Sinkgeschwindigkeit, nicht aber am Tage, so daß sie zu der Auffassung kommen mußten, daß am Tage in den „Aufwindkaminen“ der Atmosphäre — wie sie sich dem Beobachter ja z. B. in den gewaltig aufgetürmten Cumuluswolken sichtbar machen — oft die Masse aller Pollen hochgerissen wird, so daß Höhen erreicht werden können, die weit über die zu errechnenden hinausgehen. Die Strecken, die von den *Phytophthora* konidien zurückgelegt werden können, sind jedoch recht erheblich, wie die Tab. 6 zeigt. Vom Standpunkt der Epidemiologie aus müssen wir wohl mit Flugweiten von 100 km und mehr in wenigen Stunden rechnen, denn gerade bei dem für die Ausbreitung einer *Phytophthora*-Epidemie als günstig angesehenen Wetter, nämlich windig und regnerisch, treten im allgemeinen hohe Windgeschwindigkeiten und hohe Austauschwerte auf.

Wie die Flugbahn der *Phytophthora* konidien verläuft, sei in Abb. 3 dargestellt, und zwar für verschiedene Windgeschwindigkeiten bei einem mittleren Wert des Austauschkoeffizienten von 10 gr/cm · sec. Die maximale Flughöhe beträgt, da sie ja von der Windgeschwindigkeit nicht abhängt, in jedem Falle

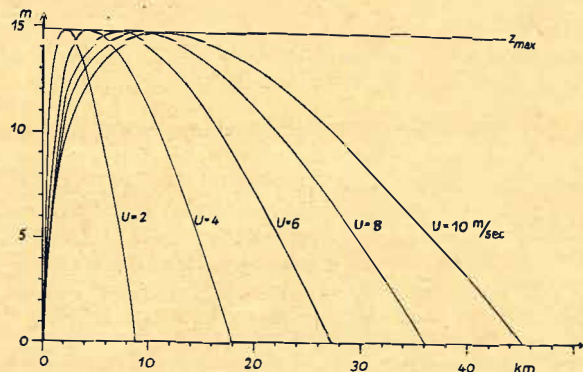


Abb. 3

Die „wahrscheinliche Flugbahn“ der Konidien von *Phytophthora infestans* bei einem Massenaustausch $A = 10$ gr/cm · sec und verschiedenen Windgeschwindigkeiten U (in m/sec)

rund 15 m, die Flugdauer 1¼ Stunden. Da auch die Flugdauer von der Windgeschwindigkeit unabhängig ist, ist auch der Zeitpunkt, zu welchem der höchste Punkt der Flugbahn erreicht wird (das ist nach rund 20 Minuten) in allen Fällen konstant, so daß das in Abb. 3 sichtbare Hintereinander der Höhepunkte und Endpunkte tatsächlich auch nur das räumliche ist, als welches es in der Abbildung gezeichnet ist, und dem nicht etwa auch noch ein zeitliches Nacheinander entspricht.

Aber auch bei Verhältnissen, wie sie bei wind-schwachem und heiterem Wetter herrschen, ist, wie die Tabelle 6 zeigt, noch eine beachtliche Verbreitung der *Phytophthora* konidien möglich, nämlich rund 100 m in weniger als 1 Minute. Es ist wohl nicht anzunehmen, daß ein so kurzer Aufenthalt in trockener Luft schon zu einem Verlust der Infektionsmöglichkeit führt. Trotzdem bleibt natürlich innerhalb dieses ganzen Problemkreises immer die Frage offen, wie lange die mit den turbulenten Luftströmungen verbreiteten Sporen lebensfähig sind und ob sie den Endpunkt der Flugbahn überhaupt in lebensfähigem Zustand erreichen können. Auf diese Frage einzugehen ist jedoch nicht Sache der vorliegenden Arbeit.

Zur Ergänzung der vorstehenden Ausführungen sei noch bemerkt, daß sich mit Hilfe des Massenaustausches sicher auch hinsichtlich verschiedener Fragen der Bekämpfung mittels Stäubemitteln wichtige Aufschlüsse geben lassen. Es ließe sich z. B. die Frage beantworten, bis zu welcher Entfernung vom Einsatzpunkt des Gerätes aus bei gegebenen meteorologischen Verhältnissen noch mit einem ausreichenden Staubbelaug zu rechnen ist, oder wie größen- und gewichtsmäßig die Teilchen des Stäubemittels beschaffen sein müssen, wenn unter gegebenen Grenzbedingungen noch eine bestimmte Wirkungsweite erzielt werden soll und anderes mehr, worin sich die Vielseitigkeit der praktischen Anwendungsmöglichkeit der Theorie des Massenaustausches auch im Pflanzenschutz zeigt.

Zusammenfassung:

Nach dem Vorgang von ROMBAKIS wird unter Benutzung der von FALCK angegebenen Größen und Fallgeschwindigkeiten von Pilzsporen die Verbreitungsmöglichkeit der Sporen parasitischer Pilze in Abhängigkeit von Massenaustausch und Wind untersucht. Kleinste Mikroorganismen, wie z. B. Actinomycetensporen, vermögen bereits bei mittleren Turbulenzgraden jahrelang in der Atmosphäre schwebend zu verbleiben, große Höhen zu erreichen und riesige Entfernungen zurückzulegen, was mit ein Grund für die bekannte kosmopolitische Natur dieser Organismen sein dürfte. Flughöhe und Flugdauer der Sporen sind vom Massenaustausch und

von der Sinkgeschwindigkeit abhängig, nicht aber von der horizontalen Windgeschwindigkeit, die nur Einfluß auf die Flugweite hat. Als praktisches Beispiel wird die Verbreitungsmöglichkeit der Konidien von *Phytophthora infestans* behandelt, wobei gewisse Beobachtungen anderer Autoren ihre Erklärung finden. Auf die Möglichkeit einer praktischen Anwendung der Theorie des Massenaustausches in Fragen der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten durch Stäubemittel wird hingewiesen.

Literaturangaben:

1. FALCK, R.: Über die Größen, Fallgeschwindigkeiten und Schwebewerte der Pilzsporen und ihre Gruppierung mit Bezug auf die zu ihrer Verbreitung nötigen Temperaturströmungsgeschwindigkeiten. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **45** (1927), 262—281.
2. FIRBAS, F. und REMPE, H.: Über die Bedeutung der Sinkgeschwindigkeit für die Verbreitung des Blütenstaubes durch den Wind. Biokl. Beibl. **3** (1936), 49—53.
3. GEIGER, R.: Meteorologische Beobachtungen bei der mittelfränkischen Kieferneulenbekämpfung mit Flugzeug und Motor im Frühjahr 1931. Zeitschr. angew. Entom. **19** (1932), 207—222.
4. HÄNNI, H.: Beitrag zur Biologie und Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel, verursacht durch *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. Phytoph. Zeitschr. **15** (1949), 209—332.
5. HOPKINS, L., GYRISCO, G. G., NORTON, L. B.: Effects of sun, wind and rain on DDT dust residues on forage crops. Journ. econ. Ent. **45** (1952), 629—633.
6. KERLING, L. C. P.: Attack of peas by *Mycosphaerella pinodes* (Berk. et Blox.) Stone. Tijdskr. Plantenziekten **55** (1949), 41—68.
7. LETTAU, H.: Atmosphärische Turbulenz. Leipzig 1939.
8. NEWHALL, A. G.: The spread of onion mildew by windborne conidia of *Peronospora destructor*. Phytopathology **28** (1938), 257—269.
9. OORT, A. J. P.: De verspreiding van de sporen van tarwestuifbrand (*Ustilago tritici*) door de lucht. Tijdskr. Plantenziekten **46** (1940), 1—18.
10. PROCTOR, B. E.: The Microbiology of the upper air. Proc. Amer. Acad. Sc. **69** (1934), 315—340.
11. PROCTOR, B. E., PARKER, B. W.: Microbiology of the upper air. Journ. Bact. **36** (1938), 175—185.
12. ROMBAKIS, S.: Über die Verbreitung von Pflanzensamen und Sporen durch turbulente Luftströmungen. Z. f. Met. **1** (1947), 359—363.
13. SCHMIDT, Wilh.: Der Massenaustausch in freier Luft und verwandte Erscheinungen. Hamburg 1925.
14. SORAUER, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1932.
15. STAKMAN, E. C., CHRISTENSEN, C. M.: Aerobiology in relation to plant disease. Botan. Rev. **12** (1946).
16. STAKMAN, E. C., HENRY, A. W., CURRAN, G. C., WARREN, N. C.: Spores in the upper air. Journ. agric. res. **24** (1923).
17. STEPANOV, K. M.: Dissemination of infective diseases of plants by air currents. Bull. Pl. Prot. Leningrad, Ser. **2** (1935), Nr. 8.
18. WAKSMAN, S. A.: The Actinomycetes. Waltham. 1950.
19. ZOGG, H.: Untersuchungen über die Epidemiologie des Maisrostes *Puccinia sorghi* Schw. Phytoph. Zeitschr. **15** (1949), 143—192.

Über das fluoreszenzoptische Verhalten vitaler und letaler Larven des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostodensis* Wollenw.) nach Akridinorange-Fluorochromierung

Von H. H. BUDZIER

Institut für Phytopathologie und Pflanzenschutz der Universität Rostock

Direktor: Prof. Dr. E. REINMUTH

I. Einleitung

Die von STRUGGER (1941 b) entwickelte fluoreszenzmikroskopische Methode zur Unterscheidung zwischen lebenden und toten Metaphytenzellen gab den Anstoß dazu, daß in den verschiedensten biologischen Disziplinen die noch immer nicht befriedigend gelöste Frage der einwandfreien Unterscheidungsmöglichkeit „lebend“ und „tot“, sei es beim Protoplasma, bei pflanzlichen oder tierischen Zellen oder bei ganzen Organismen, erneut aufgegriffen wurde.

Eine Reihe von Autoren (GÖSSNER 1950; HOMMEYER 1953 a, 1953 b; KÖLBEL 1947; SCHÜMMEL-

FEDER 1948; STAUDENMEYER 1950; STRUGGER 1940, 1941 a, 1942 b; STRUGGER und HILBRICH 1942) erzielte an den verschiedensten Objekten nach einer Akridinorange-Fluorochromierung analoge Fluoreszenzergebnisse, also eine Grünfluoreszenz des vitalen und eine Rotfluoreszenz des letalen Plasmas. Die zunächst bestehende Hoffnung, eine in der Biologie allgemein anwendbare Methode der Vitalitätsanalyse gefunden zu haben, wurde jedoch bald durch nicht übereinstimmende Ergebnisse zunichte gemacht (BOGEN 1953; BUCHERER 1944; MAY 1947; SCHÜMMELFEDER 1948, 1950; STOCKINGER 1948; STRUGGER 1942 a).

Neben einer vielfach auftretenden spezifischen Reaktion von Zellen bzw. Geweben gegenüber der Akridinorange-Fluoreszenzmethode stellte es sich auch heraus, daß der von STRUGGER (1941 b) beschriebene Effekt der Konzentration des Fluorochroms Akridinorange am toten Plasma nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen aufzutreten vermag, wobei unter anderem auch die Todesursache für die Fluoreszenzerscheinung von Bedeutung ist.

Durch das volkswirtschaftlich bedrohliche Anwachsen der Verseuchung vieler Böden mit dem Kartoffelnematoden hat ein intensives Suchen nach brauchbaren Nematoziden eingesetzt. Da aber sowohl die älteren als auch die neueren Testverfahren zur Nematozidprüfung (GOFFART 1937; KÄMPFE 1954) mit den sehr zeitraubenden und für Serienuntersuchungen mehr oder weniger umständlichen Vegetationsversuchen arbeiten müssen, um zu sicheren Ergebnissen zu gelangen, erschien eine Prüfung der Anwendungsmöglichkeit der Akridinorange-Fluoreszenzmethode als Vitalitätsschnelltestverfahren dringend notwendig. Positive Ergebnisse hinsichtlich einer Vitalanalyse erzielte HOMEYER (1953 a, 1953 b) mit dem genannten Verfahren an nicht zystenbildenden Älchen, während derselbe Autor (HOMEYER 1953 c)¹⁾ keine Ergebnisse seiner Arbeiten mit zystenbildenden Nematoden veröffentlichte. Dieses ließ ein anderes Verhalten der letztgenannten Nematoden vermuten und bekräftigte um so mehr die Notwendigkeit einer umfassenderen Untersuchung am Kartoffelälchen hinsichtlich seines fluoreszenzoptischen Verhaltens nach Akridinorange-Fluorochromierung.

II. Zur Methodik

Zur Erzeugung des Erregerlichtes diente die große Lumineszenzeinrichtung von ZEISS (Zeiss). Bei der Verwendung von Blaulicht wurde eine 5prozentige CuSO₄-Lösung als Küvettenfüllung benutzt. Zur Fluorochromierung wurde eine Akridinorange-Phosphatpuffer-Lösung (1 : 5000) angewendet, pH 6,4—6,9, die in Anlehnung an die Angaben von STRUGGER (1937) hergestellt worden war. Als Waschpuffer dienten:

Puffer 4	pH 4,2 — 4,6
Puffer 6	pH 5,9 — 6,3
Puffer 7	pH 6,4 — 6,9
Puffer 9	pH 9,1 — 9,4
Puffer 10	pH 9,8 — 10,3

Positiv verlaufende Infektionsversuche an Kartoffelkeimlingen auf Nährbodenkulturen (MEYL 1951) bewiesen die relative Unschädlichkeit eines 48 Stunden währenden Farbstoff — bzw. Puffer 7 -bades. Auch zeigten vitale Älchen nach über 100stündiger Einwirkung der obengenannten Lösungen noch z. T. Eigenbewegung.

Als Ausgangsmaterial dienten Zysten, deren Inhalt nach dem Zerreißen der Zystenhaut an vitalen Larven mindestens einen Anteil von 15 Prozent aufwies. Es wurde bei allen Versuchen die Gesamtheit des natürlichen Zysteninhaltes verwendet, so daß also stets eine Mischpopulation von vitalen und letalen Älchen vorlag. Die Gewinnung der Larven bzw. die Trennung derselben von den einwirkenden Reagenzien erfolgte auf dem Wege des Abfiltrierens der

¹⁾ Herrn Dr. B. HOMEYER sei auch an dieser Stelle für seine Mitteilung besonders gedankt.

flüssigen Medien. Sollten gewisse Substanzen länger einwirken, so wurde der Trichterabfluß einfach verschlossen. Das Waschen behandelter Älchen, das nach jeder Vorbehandlung mit den entsprechenden Phosphatpuffern vorgenommen wurde, erfolgte derart, daß unter laufender Abspülung der Filterwandung im langsam fließenden Strom die Waschlösung zugegeben wurde. Die Gewinnung der Älchen vom Filter geschah durch vorsichtiges Abspülen derselben mit dem entsprechenden Medium. Die Behandlung der Larven mit den Reagenzien wie auch die zuletzt im Arbeitsgang erfolgende Anfärbung mit der Akridinorange-Phosphatpuffer-Lösung wurde in kleinen Blockschälchen durchgeführt. Die Farbbaddauer — es wurde stets Farbstoffüberschuß angeboten — währte in der Regel 30 Minuten. Die fluoreszenzmikroskopische Untersuchung erfolgte in allen Fällen in der Farbstofflösung als Einschlußmittel.

Um einen schädigenden Strahlungseinfluß während des Mikroskopierens zu vermeiden, wurde der Objektträger kontinuierlich derart verschoben, daß der gesamte Deckglasbereich durchgemustert werden konnte.

Unvorbehandelte, angefärbte und auf o. a. Weise lumineszenzmikroskopisch untersuchte Larven wurden ebenfalls auf ihre Infektionsfähigkeit an Kartoffelkulturen auf MEYLSchem Nährboden geprüft. Durch die an den Kartoffelwurzeln erfolgenden Zystenbildungen war bewiesen, daß die obige Behandlungsweise die Vitalität der Heterodera-Larven weitgehendst schonte.

III. Untersuchungsergebnisse

1. Bei unvorbehandelten, vitalen Larven fluoreszierte der Ösophagus und der periösophagale Raum gar nicht oder kaum wahrnehmbar bis sehr schwach. Der Darm, dessen Inhalt sich durch mehr oder weniger dunkle Granulation abhob, zeigte eine mittelstarke bis z. T. starke Fluoreszenz gelblichgrüner Farbe. Beim Stockälchen (*Ditylenchus dipsaci* Kühn) beobachtete HOMEYER (1953 a) dagegen eine monochromatisch grüne Fluoreszenz des gesamten Älcheninhaltes, wobei jedoch Unterschiede hinsichtlich der Intensität auftraten. Keine Fluoreszenz zeigte dagegen die Kutikula, was auch obengenannter Autor für das Stockälchen feststellte. Wurde die Färbezeit auf 24 Stunden ausgedehnt, so zeigte der periösophagale Raum bei den agilen Larven eine kaum wahrnehmbare bis schwache gelblichgrüne, der Darm eine starke gelblichgrüne bis rötlichgrüne Fluoreszenzfarbe. Der Darminhalt wies dabei z. T. sehr stark rot fluoreszierende Granula auf.
2. Die Tabelle 1*) ergibt das Fluoreszenzbild von unter natürlichen Bedingungen abgestorbenen und angefärbten Larven, die schon auf Grund der normaloptisch erkennbaren Destruktion ihres Inhaltes als einwandfrei tot anzusprechen sind.

Zeichenerklärung für die Abkürzungen in den Tabellen:

M = Mundring; P = periösophagale Leibeshöhle; DI = Darminhalt; I = gesamter Älcheninhalt.
ggr = gelbgrün (grün mit einem Stich ins gelbe); rl = rötlich; r = rot (identisch mit Struggers „kupferrot“).
(+) = kaum wahrnehmbare; + = sehr schwache; ++ = schwache; +++ = mittelstarke; ++++ = starke; +++++ = sehr starke (gleißende) Fluoreszenz.

Tabelle 1

5% der Älchen	Alchen-Inhalt	ggr Fluoreszenz
90% " "	+++++	r)ggr "
5% " "	+++++	r "

Bei dem Auftreten von grüner und roter Fluoreszenz an ein und demselben Organismus zeigten die jeweiligen Übergangszonen intensive Mischfarben aller Zwischenstufen der beiden Extreme „rot“ und „grün“. Bei Ausdehnung des Farbbades auf eine Stunde nahm der Anteil der rein sehr stark rot fluoreszierenden Larven zu.

3. Wurden Heterodera-Larven mechanisch partiell geschädigt, so war vom Schädigungsort beginnend eine sich langsam über den gesamten Organismus ausdehnende gleißende Rotfluoreszenz zu beobachten. Die Übergangszonen zwischen bereits nekrotischem und noch nicht letalem Gewebe zeigten hier gleichfalls alle Zwischenstufen hinsichtlich der Fluoreszenzfarbe wie auch der Intensität.
4. Ein 100prozentiges Auftreten des sogenannten Strugger-Effektes, d. h. das Auftreten einer einwandfreien Rotfluoreszenz auf Grund der Konzentration des sich am letalen stärker als am vitalen Plasma anlagernden Akridinorange, konnte an durch kurzes Erhitzen im Wasserbad fixierten Älchen beobachtet werden. Daß keine Heterodera-Larven die Hitzebehandlung lebend überstanden, wurde durch Infektionsversuche demonstriert. Bei diesen konnte in keinem Fall eine Zystenbildung an Kartoffelwurzeln im Nährboden nach MEYL (1951) festgestellt werden. Die anschließend folgenden Behandlungsweisen mit verschiedenen Reagenzien wurden in bezug auf Konzentration und Einwirkungsdauer an Hand von Infektionsversuchsserien so gewählt, daß ebenfalls eine sichere Abtötung der Älchen durch die jeweilige Behandlung erfolgte. Die Kontrolle (natürlicher Zysteninhalt) ergab immer eine reiche Zystenbildung.
5. Der einer 5prozentigen Salzsäure (zweistündige Einwirkung) ausgesetzte Zysteninhalt wurde vor der Fluorochromierung zunächst einer Phosphatpufferbehandlung in nachstehender Reihenfolge unterworfen, um die für eine Anfärbung erforderlichen günstigen pH-Verhältnisse zu schaffen:

Puffer 4 — 30 Min., Puffer 6 — 30 Min., Puffer 7 — 30 Min., Puffer 9 — 60 Min. und Puffer 7 — 60 Min. Die Auszählung bei fluoreszenzmikroskopischer Beurachtung ergab:

Tabelle 2

22% der Älchen	Alchen-Inhalt	ggr Fluoreszenz
13% " "	(+) — ++	ggr "
8% " "	++ — +++++	ggr "
4% " "	+++++	rggr "
20% " "	+++++	r)ggr "
33% " "	+++++	r "

6. Anschließend an die 5 Minuten währende Behandlung mit 33prozentiger Kalilauge wurden nacheinander Puffer 10 — 30 Min., Puffer 9 — 30 Min., Puffer 7 — 30 Min., Puffer 6 — 60 Min. und Puffer 7 — 60 Min. angewendet. Die Tabelle 3 zeigt das beobachtete Fluoreszenzbild.

Tabelle 3

15% der Älchen	Alchen-Inhalt	ggr Fluoreszenz
7% " "	+++++	r)ggr "
78% " "	+++++	r "

7. Nach einer Fixierung mit 92prozentigem Alkohol (30 Min.) und folgender Phosphatpuffereinwirkung (Puffer 7 — 30 Min., Puffer 9 — 60 Min., Puffer 7 — 30 Min.) konnten die in der Tabelle 4 zusammengefaßten Fluoreszenzerscheinungen ermittelt werden.

Tabelle 4

15% der Älchen	Alchen-Inhalt	ggr Fluoreszenz
10% " "	+ — +++++	ggr "
15% " "	+++ — +++++	ggr)r "
30% " "	+++++	r)ggr "
30% " "	+++++	r "

Ohne Verwendung der genannten Phosphatpuffer war der Anteil der rein rotfluoreszierenden Heterodera-Larven erheblich geringer.

8. Die Abtötung mit einer 40prozentigen Formalin-Lösung (Pufferserie wie bei Alkoholfixation) rief folgenden Fluoreszenzeffekt hervor:

Tabelle 5

M	25% der Älchen	I
±	+++++ ggr + — + + + ggr	— Fluoreszenz
M	15% der Älchen	I
—	— + — + + + + ggr)r	Fluoreszenz
M	45% der Älchen	I
—	— + + + + + r)ggr	Fluoreszenz
M	10% der Älchen	I
—	— + + + + + rggr	Fluoreszenz
M	5% der Älchen	I
—	— + + + + + r	Fluoreszenz

9. Wurde der natürliche Zysteninhalt 44 Stunden einer 2prozentigen wässrigen Forbiatlösung (Carbaminsäure-Präparat) dann 60 Minuten dem Puffer 7 ausgesetzt, so wurde das in der Tabelle 6 wiedergegebene Ergebnis erzielt.

Tabelle 6

15% der Älchen	Alchen-Inhalt	Fluoreszenz
30% " "	+++ ggr	"
25% " "	+++++ ggr	"
15% " "	+++++ rlg—rlggr	"
15% " "	± +++++ r (Rest ggr)	"
15% " "	+++++ r	"

10. Die in der Tabelle 7 aufgezeigten Fluoreszenzerscheinungen wurden erhalten, wenn Kartoffelälchen durch eine 90 Minuten währende Einwirkung von konzentriertem Dichlorpropen oder Dichlorbuten abgetötet, 60 Minuten im Puffer 7 belassen und 1 Stunde lang angefärbt wurden.

Tabelle 7

5% der Älchen	Alchen-Inhalt	ggr Fluoreszenz
35% " "	++ — +++++	ggr "
5% " "	+++ — +++++	rggr "
10% " "	+++++	ggr)r "
20% " "	+++++	r)ggr "
25% " "	+++++	r "

In der Regel konnte die Feststellung gemacht werden, daß eine Verlängerung der Farbbad-dauer (bis zu 24 Stunden) zwar den Anteil der rotfluoreszierenden mehr oder weniger erhöht, aber selbst dann noch eine gewisse Anzahl von Larven des Kartoffelnematoden vorlag, deren Inhalt lediglich mittel bis sehr stark gelblichgrün fluoreszierte.

Vergleicht man die Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen miteinander, so fällt auf, daß in den meisten Versuchsserien annähernd der

gleiche Prozentsatz von mehr oder weniger schwach bis mittel gelbgrün fluoreszierenden Älchen zu beobachten war, der etwa dem Anteil der vitalen Älchen an der Gesamtheit des natürlichen Zysteninhalts entspricht. Dagegen ergab die Hitzefixation den maximalen Anteil der sehr stark rot fluoreszierenden Larven, während die unter natürlichen Bedingungen abgestorbenen Älchen den zweithöchsten Anteil an partiell bzw. total rot fluoreszierenden Tieren aufwiesen.

Da es den Anschein hat, daß der natürliche bzw. der Hitzetod die günstigste Plasmadestruktion für eine maximale Akridinorange-Adsorption bewirkt, wurden folgende Experimente vorgenommen: Einmal wurden die Älchen durch chemische Vorbehandlung abgetötet, den entsprechenden Pufferbädern unterworfen, anschließend kurz erhitzt (Aufkochen in H₂O) und dann fluorochromiert (Tab. 8). Zum anderen wurde zu-

nächst eine Hitzefixation durchgeführt und anschließend die Älchen analog mit Reagenzien behandelt (Tab. 9).

Tabelle 8

Chemische Vorbehandlung mit entsprechenden Puffer-serien (Fluoreszenzbilder siehe bei den jeweiligen Abschnitten!)		Hitzebehandlung durch Kochen (kurzes Aufwallen) nach der Vorbehandlung, dann angefärbt	
5% HCl	— 120 Min.	100% d. Ä.	+++++ r Fl.
92% Alkohol	— 30 Min.	100% d. Ä.	+++++ r Fl.
40% Formalin Konzent.	— 60 Min.	100% d. Ä.	+++++ r Fl.
Dichlorpropen	— 90 Min.	100% d. Ä.	+++++ r Fl.

Tabelle 9

Hitzefixation durch Kochen (kurzes Aufwallen), dann chemische Behandlung (einschließlich Puffer) wie folgt:			
5% HCl	— 120 Min.	100% d. Ä.	+++++ r Fl.
92% Alkohol	— 30 Min.	100% d. Ä.	+++++ r Fl.
40% Formalin Konzent.	— 60 Min.	100% d. Ä.	+++++ r Fl.
Dichlorpropen	— 90 Min.	100% d. Ä.	+++++ r Fl.

Schluß folgt in Heft 10

Das Auftreten der wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen im Bereich der DDR in den Monaten Mai und Juni 1954

Bemerkung: Unseren letzten Monatsberichten entsprechend wird die Befallsstärke bzw. die Stärke des Auftretens nach unseren Anleitungen durch Zahlen (2 = schwach, 3 = mittelstark, 4 = stark und 5 = sehr stark) und der Grad der Verbreitung durch Buchstaben (v = vereinzelt, s = stellenweise und a = allgemein) dargestellt. Vereinzelt starker Befall wird z. B. durch 4v und stellenweise mittelstarkes Auftreten durch 3s bezeichnet.

Eine große Anzahl der erhaltenen Meldungen, in denen das Auftreten der einzelnen Schäden nicht auseinandergelassen wurde, wie z. B. „Rot- und Schwarzwild“, „Krähen und Elstern“, „Vögelschäden o. n. A“, „Wildschaden o. n. A“, „Unkraut allgemein“, „Flugbrand an Getreide“ usw., sind für unsere Berichte nicht auswertbar und daher wertlos.

Witterung: Im Mai wurde trotz größerer Schwankungen eine fast normale mittlere Monatstemperatur festgestellt. Die monatliche Niederschlagsmenge war, mit einer Ausnahme (Görlitz), gering und erreichte in den meisten Gebieten der DDR nicht 50% der normalen.

Der Juni war im allgemeinen zu warm (0,5 bis 2,4° über dem durchschnittlichen Monatsmittel) und meist zu trocken. An 43 von 50 Wetterstationen der DDR wurde eine unternormale Niederschlagsmenge gemessen. Wie im Mai, lag sie stellenweise unter 50% der mehrjährigen monatlichen Niederschlagsmenge.

Die extrem trockene und warme Witterung förderte die starke Vermehrung von Blattläusen, deren große Schwärme auch in den Großstädten die Bevölkerung belästigte, ein starkes Auftreten des Schildkäfers an Rüben und ein stellenweise starker Fraß des Rainfarnblattkäfers an Kartoffeln. Dagegen gingen pilzliche Erkrankungen stark zurück.

Frostschäden im Mai an Obstbäumen in den Bez. Potsdam 3s, Dresden 5v.

Dürreschäden an Getreide, Rüben und Ge-

müse in den Bez. Rostock, Schwerin, Neubrandenburg und Cottbus 4s, in Halle 4v.

Hagelschäden in den Bez. Schwerin 4s, Potsdam 5v, Magdeburg, Halle und Karl-Marx-Stadt 4v.

Rauchschäden im Bez. Magdeburg 3v.

Hederich (*Raphanus raphanistrum*) und Ackersenf (*Sinapis arvensis*) in den Bez. Rostock 3s, Neubrandenburg und Leipzig 3a, Potsdam 4s.

Ackerdistel (*Cirsium arvense*) in den Bez. Neubrandenburg 3s, in Potsdam 4v.

Kornblume (*Centaurea cyanus*) im Bez. Neubrandenburg 3s.

Drahtwürmer (Elateriden - Larven) in den Bez. Rostock, Neubrandenburg, Halle, Dresden, Leipzig und Erfurt 3v, im Bez. Karl-Marx-Stadt 3a.

Engerlinge (*Melolontha* - Larven) in den Bez. Dresden und Leipzig 3s. In den anderen Bezirken der DDR 2v—3v.

Maikäfer (*Melolontha melolontha* und *M. hippocastani*) in den Bez. Magdeburg und Erfurt 4s, im Bez. Halle 3v—5s.

Erdföhe an Rüben (*Phyllotreta* sp.) im Bez. Halle 3s—5v, in anderen Teilen der DDR bis 3s; an Gemüse und Ölpflanzen in den Bez. Schwerin, Potsdam, Magdeburg, Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt, Erfurt und Gera 3a, in Cottbus und Frankfurt 3s.

Das Auftreten von Blattläusen (*Aphidae*) an Hackfrüchten und Obstbäumen zeigen die Karten 1 und 2.

Sperlinge (*Passer domesticus* und *P. montanus*) im Bez. Leipzig 3a, in den anderen Bezirken der DDR 2v—4v. In den Monaten Mai und Juni wurden in den Bezirken Erfurt, Gera und Suhl insgesamt etwa 63 000 Sperlinge vernichtet.

Krähen (*Corvus* sp.) in den einzelnen Bezirken der DDR bis 3s.

Elstern (*Pica pica*) in den Bez. Halle, Dresden und Leipzig 3s.

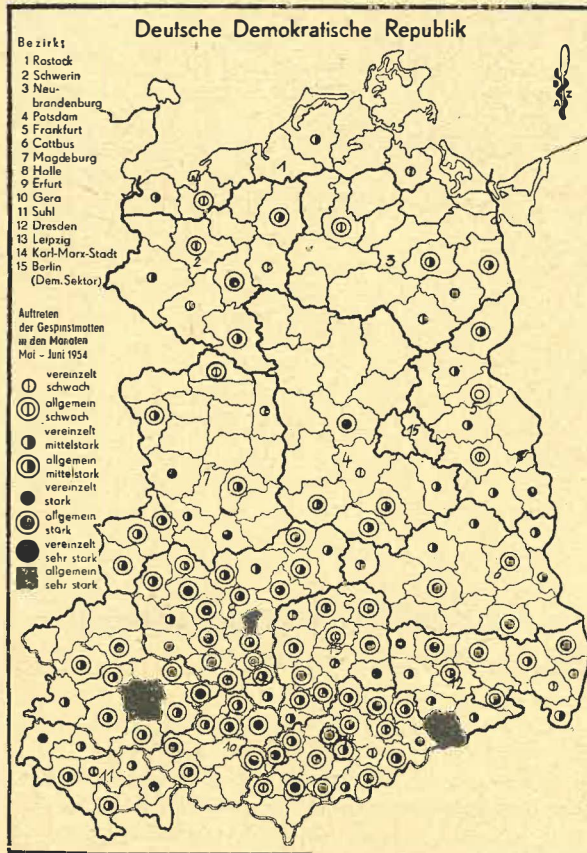


Abb. 1

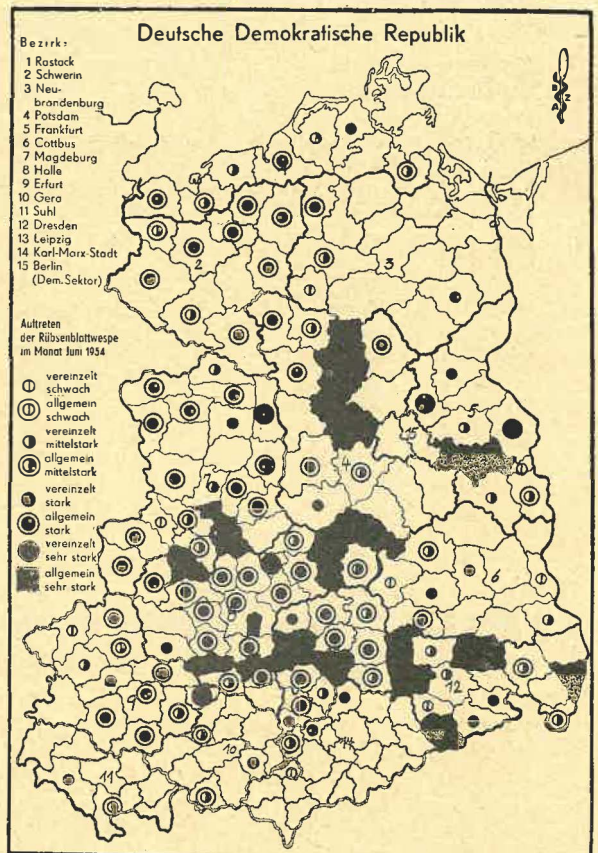


Abb. 2

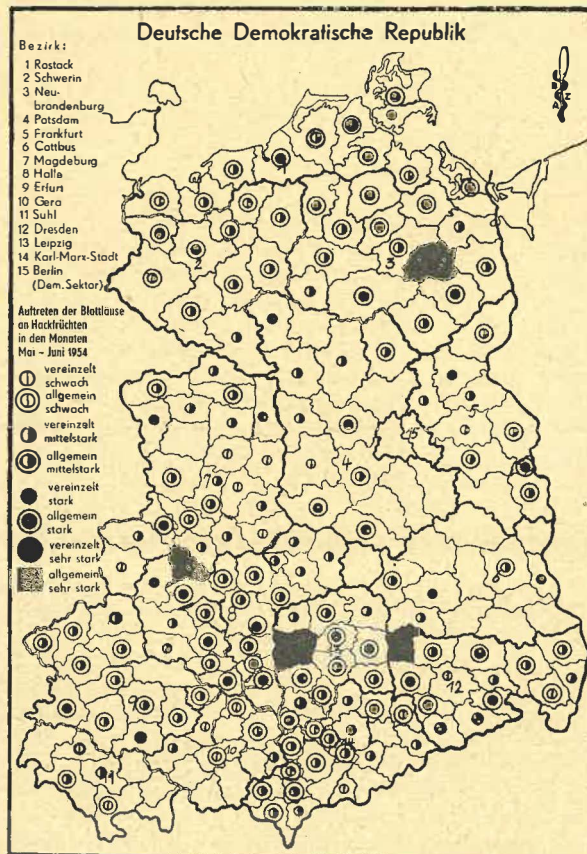


Abb. 3

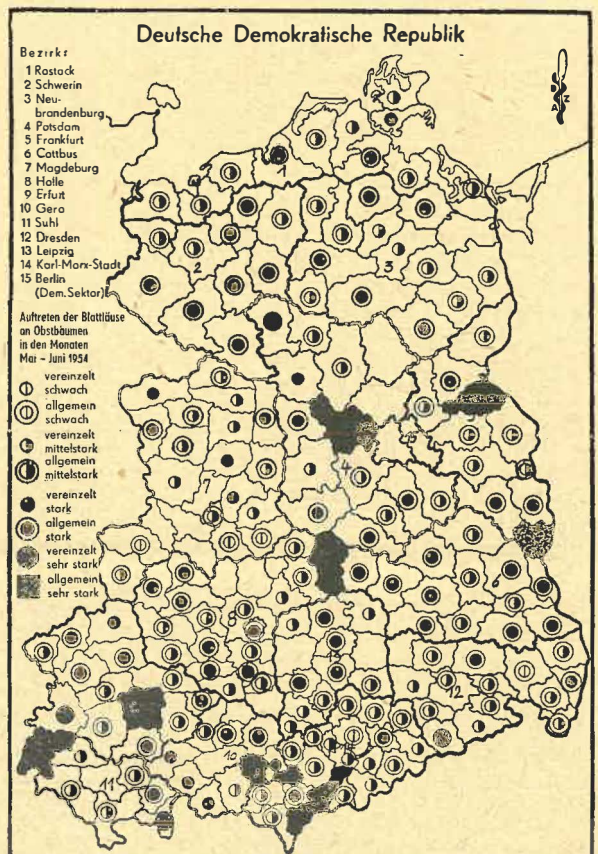


Abb. 4

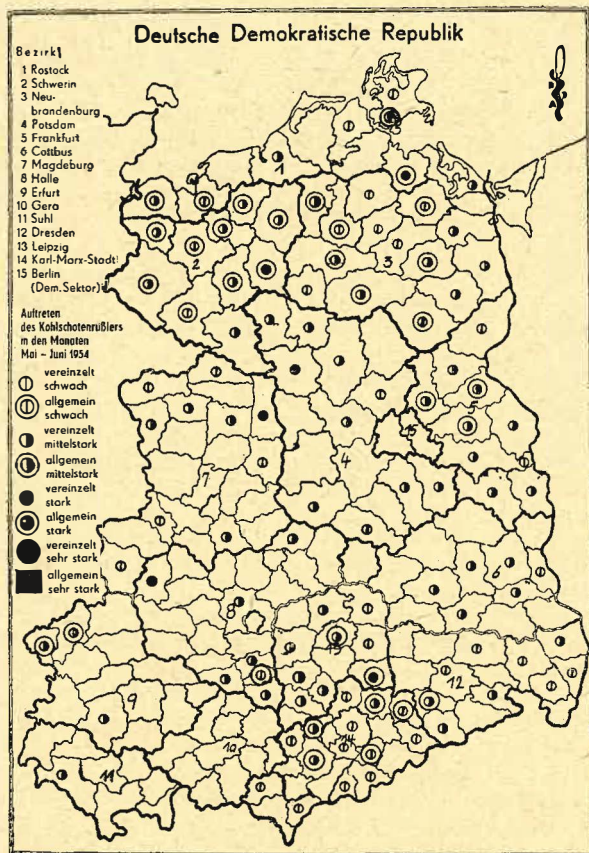


Abb. 5

Schwarzwild (*Sus scrofa*) in den Bezirken des ehemaligen Landes Mecklenburg 3s—4s, in den übrigen Bezirken 3v—4v.

Muffelwild (*Ovis musimon*) im Bez. Dresden (Kr. Pirna) an Getreide 5v.

Hasen (*Lepus europaeus*) im Bez. Halle 4v.

Hamster (*Cricetus cricetus*) in den Bez. Magdeburg und Halle 3s.

Wühlmaus (*Microtus terrestris*) im Bez. Gera 4v.

Feldmaus (*Microtus arvalis*) in fast allen Bezirken der DDR 2v—3v, Dresden und Leipzig bis 3s.

Weizensteinbrand (*Tilletia tritici*), Weizenflugbrand (*Ustilago tritici*), Haferflugbrand (*Ustilago avenae*), Gerstenhartbrand (*Ustilago hordei*) und Streifenkrankheit der Gerste (*Helminthosporium gramineum*) in den einzelnen Bezirken der DDR 2v—3v.

Gerstenflugbrand (*Ustilago nuda*) im Bez. Schwerin 5v, in Erfurt 4v und in den übrigen Bezirken 2v—3v.

Fritfliege (*Oscinis frät*) und Getreideblumenfliege (*Phorbia coarctata*) in den einzelnen Bezirken der DDR 2v—3v.

Getreidelaufkäfer (*Zabrus tenebrioides*) im Bez. Halle 3s.

Krautfäule (*Phytophthora infestans*) und Schwarzbeinigkeit der Kartoffel (*Bacterium phytophthorum*) fast überall in den Bezirken 2v—3v.

Wurzeltöter (*Rhizoctonia solani*) in den Bez. Dresden und Leipzig 4v.

Abbaukrankheiten der Kartoffeln in den Bez. Cottbus, Frankfurt, Karl-Marx-Stadt, Leipzig und Dresden 3s, in Halle 3v.

Kartoffelnematode (*Heterodera rostockiensis*) im Bez. Potsdam 4v.

Acarose (*Tetranychus urticae*) im Bez. Halle 3s.

Rainfarnblattkäfer (*Galeruca tanacetii*) vermehrte sich in den extrem trockenen Monaten Mai und Juni stellenweise sehr stark und verursachte 4v-Fraßschaden an Kartoffeln im Bez. Cottbus.

Rübenwurzelbrand (*Phythium de Baryanum*) in den Bez. Rostock 3s—4v, Schwerin und Potsdam 3s.

Rübenneematode (*Heterodera schachtii*) in den Bez. Halle und Magdeburg 4v.

Derbrüßler (*Bothynoderes punctiventris*) im Bez. Halle 3s—4v.

Spitzsteißiger Rübenrüßler (*Tanymecus palliatus*) im Bez. Magdeburg 3s.

Rübenaskäfer (*Blitophaga* sp.) in den Bez. Schwerin, Rostock, Neubrandenburg, Potsdam, Frankfurt, Magdeburg, Halle und Dresden 3s, Cottbus und Leipzig 4v.

Schildkäfer (*Cassida* sp.) in den Bez. Schwerin, Halle, Leipzig 3s, Neubrandenburg, Dresden, Cottbus 4v, Potsdam 4s—5v.

Rübenfliege (*Pegomya hyoscyami*) in den Bez. Schwerin, Frankfurt und Halle 3v.

Rübenwanze (*Piesma quadratum*) in den Bez. Cottbus, Frankfurt, Halle, Dresden, Leipzig 3s, Magdeburg 3v.

Moosknopfkäfer (*Atomaria linearis*) in den Bez. Frankfurt und Erfurt 4v, Magdeburg 3v.

Luzernerüßler (*Otiorrhynchus ligustici*) in den Bez. Halle und Leipzig 3s.

Luzerneblattnager (*Phytonomus variabilis*) in den Bez. Halle und Erfurt 3s, Leipzig und Gera 4v.

Blattrandkäfer (*Sitona* sp.) an Luzerne im Bez. Halle 3v, an Erbsen im Bez. Schwerin 4v.

Lieschgrasfliege (*Amaurosoma* sp.) im Bez. Karl-Marx-Stadt 3v.

Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) an Raps, Steckrüben und Kohl nur in einigen wenigen Bezirken 2v—3v.

Rapsknospelwecke im Bez. Halle 3s.

Leinwelke (*Fusarium lini*) im Bez. Cottbus 3s.

Blasenfuß (*Thrips* sp.) an Lein in den Bez. Cottbus, Halle, Dresden, Erfurt 3s, Karl-Marx-Stadt 2v—4a.

Erbsenwickler (*Laspeyresia* sp.) im Bez. Leipzig 3s.

Kohlweißlingsraupen (*Pieris brassicae*) in den Bez. Rostock und Leipzig 3s.

Zwiebelfliege (*Hylemyia antiqua*) in den Bez. Neubrandenburg und Potsdam 3a, Cottbus, Magdeburg, Halle und Dresden 3v.

Kohlfliege (*Hylemyia brassicae*) in den Bez. Potsdam, Cottbus, Magdeburg, Halle, Dresden und Leipzig 3v.

Kohldrehherzmücke (*Contarinia torquens*) in den Bez. Halle, Leipzig und Erfurt 3s.

Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) in allen Bezirken der DDR 3s—4v (vgl. auch Kt. 1, S. 137, H.7 dieses Blattes).

Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala*) in den Bez. Halle, Leipzig und Karl-Marx-Stadt 3s (vgl. auch Kt. 2, S. 137, H. 7 dieses Blattes).

Rapsstengelrüßler (*Ceuthorrhynchus napi*) in den Bez. Cottbus, Frankfurt, Magdeburg, Halle, Leipzig, Dresden, Karl-Marx-Stadt und Erfurt 3s—4v.

Kohl-gallenrüßler (*Ceuthorrhynchus pleurostigma*) in den Bez. Halle 4v, Dresden 3s.

Kohltriebrüßler (*Ceuthorrhynchus quadridens*) in den Bez. Cottbus 3v, Magdeburg, Halle, Leipzig und Erfurt 4v, Dresden 3s.

Das Auftreten des Kohlschotenrüßlers (*Ceuthorrhynchus assimilis*) ist aus der Karte 3 zu ersehen.

Kohlschotenmücke (*Perrissia brassicae*) in den Bez. Schwerin 3a, Rostock, Dresden und Karl-Marx-Stadt 3s.

Das Auftreten der Rübsenblattwespe (*Athalia colibri*) zeigt die Karte 4. Auch in Westdeutschland trat der Schädling stellenweise stark auf.

Mohnkapselrüßler (*Ceuthorrhynchus maculá-alba*) im Bez. Halle 3s.

Mohnwurzelrüßler (*Stenocarus fuliginosus*) in den Bez. Schwerin 5v, Halle 3s.

Möhrenblattsauger (*Trioza viridula*) in den Bez. Dresden 3v, Leipzig 3v.

Kohlerdfloh (*Phyllotreta* sp.) im Bez. Suhl 3s.

Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha*) in den Bez. Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt 3v, Erfurt 3s.

Schorf an Kernobst (*Fusicladium dendriticum*) in den Bez. Suhl 3s, Gera 3v, in den anderen Bezirken der DDR 2v—2s.

Monilia — Spitzendürre (*Sclerotinia cinerea*) an Steinobst in den Bez. Potsdam, Frankfurt und Dresden 3s, Cottbus 4s.

Rote Spinne (*Tetranychus* sp.) in den Bez. Halle 3s—4v, Dresden 3s, Leipzig und Karl-Marx-Stadt 3v.

Das Auftreten der Gespinstmotten (*Hypnometra* sp.) zeigt die Karte 5.

Apfelwickler (*Laspeyresia pomonella*) in fast allen Bezirken der DDR 3s—4v.

Pflaumenwickler (*Laspeyresia funebrana*) in den Bez. Potsdam 3s, Magdeburg und Gera 3v.

Knospenwickler (o. n. A.) in den Bez. Magdeburg 3v, Halle und Karl-Marx-Stadt 3s.

Frostspanner (*Operophtera brumata*) in den Bez. Rostock 3v, Dresden, Leipzig und Karl-Marx-Stadt 3s, Erfurt 4v.

Ringelspinner (*Malacosoma neustria*) in den Bez. Schwerin, Rostock, Cottbus, Frankfurt, Leipzig, Karl-Marx-Stadt und Erfurt 3s, Gera 3v, Potsdam und Dresden 4v, Magdeburg 3a—4v.

Schwammspinner (*Lymantria dispar*) in den Bez. Potsdam, Halle, Dresden und Leipzig 3s, Magdeburg 3v.

Goldafter (*Nygmia phaeorrhoea*) hat in fast allen Bezirken der DDR, außer in Suhl und Gera, erheblich zugenommen, besonders im Norden

des Landes 3a—5s (vgl. auch Kt. 3, S. 138, H. 7 dieses Blattes).

Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cerasi*) in den Bez. Magdeburg 5v, Halle 4v.

Apfelblütenstecher (*Antonomus pomorum*) trotz langer Blütendauer des Obstes nur in wenigen Bezirken 3s—4v, meistens 2v—2a.

Kirschkernstecher (*Anthonomus rectirostris*) im Bez. Gera 4v.

Pflaumensägewespen (*Hoplocampa* sp.) in den Bez. Schwerin, Neubrandenburg, Potsdam, Frankfurt, Dresden, Leipzig und Suhl 3s, Cottbus 4v, Karl-Marx-Stadt 3a, Magdeburg und Halle 3v.

Apfelblattsauger (*Psyllia mali*) in den Bez. Schwerin, Potsdam und Karl-Marx-Stadt 3a, Dresden und Erfurt 3s.

Blutlaus (*Eriosoma lanigerum*) in den Bez. Potsdam 4v, Cottbus 3s, Frankfurt, Magdeburg, Halle, Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt und Erfurt 3v.

Schildläuse (*Coccidae*) in den Bez. Cottbus, Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt und Erfurt 3s, Magdeburg 4v.

Stachelbeerspanner (*Abraxas grossulariata*) im Bez. Karl-Marx-Stadt 3s—4v.

Stachelbeerblattwespe (*Pteronurus ribesii*) in den Bez. Schwerin, Neubrandenburg, Potsdam, Cottbus, Frankfurt, Magdeburg, Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt und Suhl 3s, Erfurt 4s.

Erdbeerblütenstecher (*Anthonomus rubi*) in den Bez. Dresden und Karl-Marx-Stadt 3s.

Kornkäfer (*Calandra granaria*) im Bez. Karl-Marx-Stadt 3s.

Forstgehölze

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

Kiefern-schütte (*Lophodermium pinastri*) in Cottbus, Magdeburg, Dresden und Gera.

Douglasienschütte (*Rhabdocline pseudotsugae*) in Schwerin.

Hallimasch (*Armillaria mellea*) in Dresden.

Rotfäule (*Trametes radiciperda*) in Rostock, Schwerin und Erfurt.

Kiefern-nadelblasenrost (*Peridermium pini*) in Suhl.

Buchenwollschildlaus (*Cryptococcus fagi*) in Schwerin, Neubrandenburg, Potsdam, Magdeburg, Halle, Karl-Marx-Stadt, Gera und Suhl.

Blattläuse o. n. A. (*Aphidae*) in Schwerin, Neubrandenburg, Cottbus und Karl-Marx-Stadt.

Douglasienwollaus (*Gilletteella coleyi*) in Neubrandenburg.

Weymouthskiefernwollaus (*Pineus strobi*) in Potsdam und Magdeburg.

Kiefernwollaus (*Pineus pini*) und Kiefern-rindenlaus (*Lachnus pini*) in Halle.

Fichtenwollaus (*Cnaphalodes strobilobius*) in Halle und Dresden.

Buchenblattgallmücke (*Hartigiola annulipes*) in Magdeburg.

Lärchen-miniermotte (*Coleophora laricella*) in Schwerin, Erfurt und Suhl.

Traubenkirsch-gespinstmotte (*Hypnometra evonymella*) in Suhl.

Eichenwickler (*Tortrix viridana*) in Magdeburg, Halle, Erfurt und Gera.

Kiefertriebwickler (*Evetria* sp.) in Leipzig.

Heidelbeerspanner (*Boarmia bistortata*) in Karl-Marx-Stadt.

Frostspanner (*Operophtera brumata*) in Rostock und Halle.

Kiefernspanner (*Bupalus piniarius*) in Neubrandenburg, Potsdam, Frankfurt, Magdeburg (in mehreren Kreisen), Halle und Suhl.

Kiefernsaateule (*Agrotis vestigialis*) in Neubrandenburg und Frankfurt.

Weidentriebspinner (*Earias chlostrana*) und Schwammspanner (*Lymantria dispar*) in Neubrandenburg.

Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) in Potsdam, auch Kiefernprozessionsspinner (*Cnethocampa pinivora*), Cottbus, Magdeburg und Halle.

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

Goldafter (*Nygmia phaerhoea*) in Potsdam, Cottbus, Magdeburg, Halle, Dresden und Leipzig. Der Befall war in den meisten Kreisen verbreitet und stark (vgl. auch Kt.3, S. 138, H. 7 dieser Zeitschrift).

Erlenblattkäfer (*Galeruca alni*) in Neubrandenburg und Halle.

Roter Pappelblattkäfer (*Melasoma populi*) in Rostock, Frankfurt, Dresden und Karl-Marx-Stadt.

Großer brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) in Schwerin, Cottbus, Dresden, Karl-Marx-Stadt, Erfurt und Suhl.

Kiefernadelrüsselkäfer (*Brachyderes incanus*) in Cottbus und Leipzig.

Kleiner bunter Eschenbastkäfer (*Hylesinus fraxini*) in Magdeburg und Halle.

Großer Waldgärtner (*Blastophagus piniperda*) in Schwerin, Neubrandenburg, Frankfurt, Dresden, Gera und Suhl.

Gem. Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum*) in Gera und Suhl.

Maikäfer (*Melolontha* sp.) in Rostock, Schwerin, Neubrandenburg, Potsdam, Frankfurt, Magdeburg.

Engerlinge (*Melolontha*-Larven) stark verbreitet in Halle, Dresden, Karl-Marx-Stadt, Erfurt, Gera und Suhl.

Kleine Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus abietinus*) in Dresden, Leipzig und Karl-Marx-Stadt.

Kiefernbuschhornblattwespen (*Diprion* sp.) in Magdeburg.

Fichtengespinstblattwespe (*Lyda abietis*) in Karl-Marx-Stadt, Erfurt und Suhl.

Kieferngespinstblattwespe (*Lyda erythrocephala*) in Suhl.

Eichengallwespen (*Diplolepis* sp.) in Rostock.

Pappelblattwespe (*Trichiocampus viminalis*) und Eichelhäher (*Garrulus glandarius*) in Halle.

Schwarzwild (*Sus scrofa*) in Frankfurt, Cottbus, Magdeburg, Halle, Karl-Marx-Stadt und Gera.

Rotwild (*Cervus elaphus*) in Frankfurt, Cottbus und Karl-Marx-Stadt.

Rehwild (*Capreolus capreolus*) in Rostock, Frankfurt und Halle.

Hasen (*Lepus europaeus*) in Rostock, Neubrandenburg, Cottbus, Dresden und Erfurt.

Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) und kurzschwänzige Mäuse (o. n. A.) in Erfurt. M. KLEMM

Besprechungen aus der Literatur

MÜLLER, K., **Die Lebermoose** (*Musci hepatici* Bd. VI. von Rabenhorsts Kryptogamen-Flora, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, 3. Auflage / 4. Lieferung, S. 481 bis 640, 62 Abb. Leipzig 1954, Broschüre.

Mit einem Abstand von zwei Jahren erschien nun die 4. Lieferung des VI. Bandes, behandelnd die Ordnung Jungermaniales, in dem vorliegenden Exemplar jedoch noch nicht abgeschlossen.

Die vorliegende Lieferung entspricht in der Bearbeitung und Ausgestaltung der bereits in den Jahren 1951 und 1952 erschienenen 1. bis 3. Lieferung. Der Verfasser hat uns mit diesem Werk ein äußerst wertvolles Bestimmungsbuch zur einwandfreien Klassifizierung der Lebermoose in die Hand gegeben. Der Aufbau des Werkes ist durch die Systematik festgelegt. In absteigender Reihe werden Ordnung — Familie — Gattung und Art in kurzer, prägnanter Form, mit Hinweisen auf Vorkommen und Verbreitung, unterstützt durch erklärende Zeichnungen im Text charakterisiert und die Identifizierung mit Hilfe eines Bestimmungsschlüssels erleichtert. Besonders hervorzuheben sei noch die Heranziehung der modernen Literatur sowie die reichhaltigen Literaturhinweise. W. KÜHNEL

MÜHLE, E., Prof. Dr., „Phytopathologisches Praktikum für Landwirte, Gärtner und Biologen“. Teil I S. Hirzel Verlag, Leipzig 1954, 106 Seiten, 105 Abb. Preis 8,20 DM.

Wie der Verfasser in dem Vorwort angibt, wird das Praktikum in drei Teilen erscheinen. Teil I: Zur Systematik, Morphologie und Anatomie der Schädlinge und Krankheitserreger; Teil II: Zur Symptomatik und Diagnostik der Schädigungen und Krankheitserscheinungen; Teil III: Zur Methodik und Technik in der Phytopathologie und im Pflanzenschutz. Teil I bringt systematische und morphologische Grundlagen und Grundbegriffe, soweit sie die einzelnen Gruppen der tierischen und pflanzlichen Schädiger an unseren Kulturpflanzen betreffen. Dabei werden als Beispiele die für den Acker- und Gartenbau wichtigeren Formen herausgegriffen. Die Zeichnungen können ganz allgemein als wertvoll bezeichnet werden, gerade sie werden dem Praktikum viele Freunde erwerben. Manchmal hätte man für den Druck einen kleineren Maßstab verwenden können. Als ein Mangel ist das Fehlen der Angaben über die natürliche Größe zu betrachten, der in einer zweiten Auflage leicht ausgemerzt werden kann. Die vom Verfasser genannten Aufgaben betreffen in fast

allen Fällen Zeichnungen, und sehr häufig solche, die bereits als Vorlage im Buch enthalten sind und zum Abzeichnen verleiten. Sollten nicht die Aufgaben vielmehr dazu dienen, daß der Schüler angeregt wird, über das im Buch Gebotene hinaus zu beobachten und seine Beobachtungen entweder in Form einer Zeichnung oder eines Protokolls niederzulegen? Der Verfasser selbst bringt Beispiele dieser Art auf Seite 30/Aufg. 3, auf Seite 35/Aufg. 2 und auf Seite 85/Aufg. b u. c. Das Buch wird in dem Kreis, für den es bestimmt ist, sicher viel Zustimmung finden, weil es gerade die Dinge bringt, die für das Erkennen der Schädiger notwendig sind. Diese Erkenntnisse fördern wiederum das Verständnis für die Lebensweise der Schädiger wie auch für die Art der Schadenswirkung, so daß die weiteren Teile auf diesem Grund weiterbauen können. Diesen noch folgenden Teilen wird man bestimmt mit Erwartung entgegensehen.

J. NOLL

RSHAWITIN, W. N. Theorie und Praxis der vegetativen Hybridisation von Pflanzen. Deutscher Bauernverlag Berlin, 1952, 1. Auflage, 108 S., broschiert 1,40 DM.

In der vorliegenden Schrift gibt der Verfasser, selbst ein Fachmann auf dem Gebiete der vegetativen Hybridisation, einen klaren Überblick über Theorie und Methodik der vegetativen Kreuzung. Im ersten Teil der Arbeit wird die Theorie der vegetativen Hybridisation dargestellt. Die Besprechung der historischen Entwicklung der Lehre über DARWIN, MITSCHURIN und der Experimente BURBANKS, WINKLERS und DANIELS bis zur Weiterentwicklung durch LYSENKO bilden die Einleitung. Es folgen Angaben über die Veränderung der Natur der Pflanzen durch Pfropfungen und über die übereinstimmenden Eigenschaften geschlechtlicher und vegetativer Hybriden. Bemerkenswert ist weiter die hier vertretene Auffassung der Mannigfaltigkeit

der Merkmale in der Nachkommenschaft. Nach sowjetischen Forschern (N. J. JERMOLAJEWA, S. P. CHATSCHATUROW u. a.) ergeben die Nachkommenschaften geschlechtlicher Hybriden nicht die bekannten Proportionen 3:1 oder 1:2:1, sondern das Zahlenverhältnis ist genauso mannigfaltig und unbeständig wie die Zahl der Merkmale selbst. Der zweite Teil hat die Methoden der Gewinnung vegetativer Hybriden zum Inhalt. Für holzbildende Pflanzen und für Gräser und Kräuter wurden die verschiedenen Pfropfverfahren getrennt behandelt. Im Anschluß daran erfolgt die Besprechung einzelner Pflanzen, bei denen besondere Methoden angewandt werden müssen (Kürbisgewächse, Getreide, Zwiebelgewächse). Die dem Text beigegebenen anschaulichen Zeichnungen sind hier besonders hervorzuheben. Ausführungen über die Assimilationstätigkeit der Pfropfkomponenten und damit der verschiedenen Beeinflussung von Unterlage oder Reis und Angaben über die Voraussetzungen der Gewinnung vegetativer Hybriden, bilden den Schluß dieses Kapitels. Die praktische Bedeutung der vegetativen Hybridisation wird im dritten Teil der Arbeit gewürdigt. Hier seien insbesondere die vegetative Hybridisation entfernter Arten und die vegetative Annäherung als Methode zur Steigerung des Wahlvermögens der Gameten für die geschlechtliche Kreuzung genannt. Die Bedeutung, die der vegetativen Hybridisation von den sowjetischen Züchtern beigemessen wird, bringen die folgenden Worte J. W. MITSCHURINS am besten zum Ausdruck: „In nächster Zukunft wird es dem Menschen höchstwahrscheinlich möglich sein, auf diesem Wege völlig neue Pflanzenarten zu schaffen, die seinen Lebensanforderungen besser entsprechen und die den unvermeidlichen Klimaveränderungen noch besser angepaßt sind.“ Den Züchtern, Gärtnern und allen anderen an Pfropfungen Interessierten kann die kleine Arbeit nur empfohlen werden.

A. RAMSON

Herausgeber: Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. — Verlag Deutscher Bauernverlag, Berlin C 2, Am Zeughaus 1/2; Fernsprecher: 20 04 41; Postscheckkonto: 439 20. — Schriftleitung: Prof. Dr. A. Hey, Kleinmachnow, Post Stahnsdorf bei Berlin, Stahnsdorfer Damm 81. — Erscheint monatlich einmal. — Bezugspreis: Einzelheft 2,— DM, Vierteljahresabonnement 6,— DM einschließlich Zustellgebühr. — In Postzeitungsliste eingetragen. — Bestellungen über die Postämter, den Buchhandel oder beim Verlag. — Anzeigenverwaltung: Deutscher Bauernverlag, Berlin C 2, Am Zeughaus 1/2; Fernsprecher: 20 04 41; Postscheckkonto: 443 44. — Veröffentlicht unter Lizenz-Nr. 1102 des Amtes für Literatur und Verlagswesen der DDR. — Druck: (13) Berliner Druckerei, Berlin C 2, Dresdener Straße 43. Nachdrucke, Vervielfältigungen, Verbreitungen und Übersetzungen in fremde Sprachen des Inhalts dieser Zeitschrift — auch auszugsweise mit Quellenangabe — bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Verlages.

Delicia

SCHÄDLINGSPRÄPARATE / BEWAHRT UND ANERKANNT

Auskunft in allen Fragen der Schädlingsbekämpfung erteilt

ERNST FREYBERG, CHEMISCHE FABRIK DELITIA IN DELITZSCH

Spezialunternehmen für Schädlingspräparate. / Seit 1817.