

schutzforschung sowie auf die Ausbildung der Pflanzenpathologen und Pflanzenärzte maßgebenden Einfluß. Für die hohe Wertschätzung, die er in wissenschaftlichen Kreisen genießt, zeugen auch seine Ernennungen zum korrespondierenden Mitglied der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin und der Deutschen Akademie der Naturforscher (Leopoldina) in Halle.

Die Biologische Bundesanstalt und der Deutsche Pflan-

zenschutzdienst bringen ihre Freude darüber zum Ausdruck, daß zu den Ehrungen, die Prof. R a d e m a c h e r zuteil wurden, nunmehr noch eine weitere tritt, und verbinden damit die Hoffnung auf ein fortgesetzt erfolgreiches Wirken zum Wohle der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes.

Die Aushändigung der Denkmünze nebst Urkunde wird im Oktober d. J. anlässlich der 33. Deutschen Pflanzenschutztagung in Freiburg i. Br. erfolgen.

DK 632.95.024.4

## Zur Ermittlung der Phytotoxizität von Pflanzenschutzmitteln

Von Heinrich Johannes und Walter Heinrich Fuchs

### I. Ein Test an Primärblättern getopfter Phaseolus-Pflanzen

Von Heinrich Johannes, Biologische Bundesanstalt, Laboratorium für Botanische Mittelprüfung, Braunschweig

Bei der Bewertung von Pflanzenschutzmitteln ist es oft notwendig, sich ein Bild davon zu verschaffen, innerhalb welcher Grenzen ein Präparat keine phytotoxischen Schäden hervorruft. Beim praktischen Einsatz von Mitteln wird die obere Grenze dann offenbar, wenn sichtbare Verbrennungen verschiedenen Grades auftreten. Es ist aber zu erwarten, daß einzelne Präparate (oder ganze Präparategruppen), die unter bestimmten Bedingungen zu Verbrennungen neigen, bereits unterhalb eines Schwellenwertes phytotoxisch wirken, ohne daß sichtbare — und damit erfassbare — Schäden auftreten. Sie werden sich dann in der Regel als „Hemmungen“ auswirken, ohne erkennen zu lassen, in welchem Teil des Wachstumsprozesses ein Eingriff erfolgt. Eine besondere Bedeutung kommt dieser Feststellung dann zu, wenn man Kombinationen zwischen Wirkstoffen herstellt, die einerseits zu Verbrennungen neigen (z. B. Kupferoxychlorid) und auf der anderen Seite unter praktischem Einsatz keine Schäden zeigen (z. B. Zineb). Die Methode müßte dann aus der Mischung beider Wirkstoffe in verschiedenen Verhältnissen die Auslese eines Kombinationsproduktes mit der geringsten Phytotoxizität ermöglichen. Daß mit derartigen Untersuchungen auch die Prüfung auf die fungizide Wirkung parallel gehen muß, sei nur am Rande erwähnt.

Solche Untersuchungen lassen sich an den ganzen Pflanzen von *Phaseolus vulgaris* durchführen. Die Bestimmung des Frisch- und Trockengewichtes und das Messen der Trieblänge sowie die Feststellung der Zahl der Blätter und Blüten innerhalb bestimmter Zeiträume geben oft ein anschauliches Bild von dem Einfluß einzelner Mittelgruppen auf das Gesamtwachstum.

Als besonders empfindlich haben sich aber die Primärblätter von *Phaseolus vulgaris* erwiesen. Aus ihnen lassen sich recht feine Unterschiede — selbst Formulierungsdifferenzen — aufzeigen. Versuche an Primärblättern besitzen den weiteren Vorteil einer kurzen Versuchsdauer.

#### Methodik

Buschbohnen der Sorte „Sexa“ werden mit 3 g eines TMTD-haltigen Beizmittels je kg trocken gebeizt und in Kästen mit gedämpfter Komposterde vorgekeimt. Nach etwa 8 Tagen können gleich große Keimpflanzen ausgewählt und zu je 5 Stück in Töpfe (14 cm) mit Komposterde gesetzt werden. Sobald sich die Primärblätter eben entfaltet haben, wird ihr Umriß auf weißem Papier nachgezeichnet.

Unmittelbar danach erfolgt die Behandlung der Pflanzen auf einem Drehtisch. Die Spritzmittel werden mit einer Spritzpistole (Düsenöffnung: 0,4 mm; Druck: 1 atü) aus etwa 50 cm Entfernung schräg von oben aufgebracht.

Je Topf (5 Pflanzen) sind 5 ccm der Spritzmenge erforderlich, sie entsprechen etwa der Aufwandmenge von 200 l/ha bei einer Flächenbehandlung. Je Versuchsnummer sollte die Zahl der behandelten Töpfe mindestens 5 betragen, so daß 25 Pflanzen = 50 Primärblätter zur Auswertung zur Verfügung stehen.

Die behandelten Töpfe werden wieder unter üblichen Gewächshausbedingungen, die keinen zu extremen Schwankungen unterliegen, aufgestellt. Etwa 1 Woche nach der Behandlung haben die Primärblätter ihr Flächenwachstum beendet. Sie werden von den Pflanzen getrennt und ihr Umriß wieder auf weißem Papier festgehalten.

#### Auswertung

Die Methode verlangt zur Auswertung ein Ausplanimetrieren der Flächen der Primärblätter

- (1) vor der Behandlung und
- (2) nach Abschluß der Versuche.

Aus der Differenz von (1) und (2) ergibt sich der Flächenzuwachs unter Einfluß der Spritzmittel. Eine gleichgroße Kontrollserie (unbehandelt oder mit Leitungswasser gespritzt) muß ebenso als Bezugsgröße für den Zuwachs ausgemessen werden. Die Einzelmessungen innerhalb der Versuchsnummern werden gemittelt. Es genügt im allgemeinen, das arithmetische Mittel zu bestimmen, nur in Ausnahmefällen empfiehlt es sich, das gewogene Mittel zu errechnen. Die Mittelwerte des Flächenzuwachses werden dann als Relativwerte zu Unbehandelt (= 100) festgehalten:

$$\frac{\text{Mittel Flächenzuwachs behandelt} \times 100}{\text{Mittel Flächenzuwachs unbehandelt}} = \text{relativer Zuwachs}$$

Bei der Anwendung dieser Methode empfiehlt es sich, auch Beobachtungen über aufgetretene sichtbare Nekrosen festzuhalten.

#### Ergebnisse

An einem Beispiel sollen die Ergebnisse eines Versuches aus größeren Versuchsreihen erläutert werden:

Die Ergebnisse des Versuches Nr. 1 zeigen einen mittleren Flächenzuwachs bei der unbehandelten Kontrolle von 3,91 qcm. Ein Kupferoxychlorid-Präparat des Handels mit einem Cu-Gehalt von 50% bewirkt eine Hemmung des Flächenzuwachses von rund 80%, ohne daß sichtbare Nekrosen irgendwelcher Art auftraten. Bei Zusatz von 0,2% eines Zineb-Präparates nimmt die Hemmwirkung um etwa 10% ab. Eine Verringerung der Cu-Konzentration auf die Hälfte läßt im Zusammenwirken mit dem Zineb-Präparat (0,2%) eine weitere Abnahme der Hemmung auf etwa 45% erkennen. Das Zineb-Präparat allein (0,2%) erreicht zwar einen relativen Flächenzuwachs von etwa 83% der Kontrolle, bleibt aber noch im Bereich der Hemmungen, allerdings in einer Stärke, die man bei einer oberflächlichen Betrachtung der Pflanzen nicht hätte feststellen können.

Nr.	Präparat	Konz.	Versuch Nr. 1		Mittel aus zwei Versuchen 2 u. 3
			durchschnittlicher Flächenzuwachs qcm	relativer Flächenzuwachs	
1	Unbehandelt	—	3,91	100	100
2	Kupferoxychlorid-Präparat (50% Cu)	1 ‰	0,76	19,4	24,1
3	Kupferoxychlorid-Präparat (50% Cu) + Zineb-Präparat	1 ‰	1,15	29,4	30,0
4	Kupferoxychlorid-Präparat (50% Cu) + Zineb-Präparat	0,2 ‰ 0,5 ‰	2,16	55,0	66,1
5	Zineb-Präparat	0,2 ‰ 0,2 ‰	3,27	83	80,6

Ein Vergleich dieser Ergebnisse eines Einzelversuches mit den Messungen aus zwei weiteren Versuchen ergibt eine gute Übereinstimmung in der Abstufung des Einflusses der Spritzmittel auf den Flächenzuwachs.

Die Methode scheint somit geeignet, die nicht sichtbaren Schädigungen von Pflanzenschutzmitteln — soweit sie das Flächenwachstum beeinflussen — relativ zu Vergleichspräparaten zu erfassen. Die absoluten Größen des Flächenwachstums hängen wesentlich von der Versuchsdauer und den klimatischen Versuchsbedingungen ab. Es empfiehlt sich deshalb, Ergebnisse aus Einzelversuchen, Versuchen mit geringer Pflanzenzahl oder Versuchen unter extremen Bedingungen nicht zu verallgemeinern.

Eingegangen am 23. September 1959

## II. Ein Test an abgeschnittenen Primärblättern der Bohne

Von Walter Heinrich Fuchs und Johannes Vogel, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität Göttingen

Im Zuge von Untersuchungen über die Regenbeständigkeit von Kupfermitteln wurde zufällig beobachtet, daß abgeschnittene Primärblätter von *Phaseolus vulgaris*, welche mit dem Blattstiel über Nacht in Wasser eingestell worden waren, je nach Art der verwendeten Präparate unterschiedliche Schädigungen nach 24 Stunden zeigten. Da diese Beobachtungen der aus anderen Versuchen bekannten Phytotoxizität der verwendeten Präparate parallel liefen, wurden die Versuche wiederholt und erwiesen sich als in hinreichenden Grenzen reproduzierbar, um eine schnelle orientierende Aussage über die potentielle Phytotoxizität zu erlauben.

### Methodik

Buschbohnen (Sorte „Saxa“, gebeizt mit 2‰ Ceresan-Trockenbeize) werden in gedämpfter Erde vorgekeimt. Nach 8 Tagen werden gleich große Keimlinge ausgelesen, in Komposterde gepflanzt und im Gewächshaus herangezogen. Nach weiteren 5—9 Tagen, d. h. zu einem Zeitpunkt, an dem die Primärblätter ihre Entfaltung noch nicht völlig abgeschlossen haben, wird der Trieb etwas unter dem Ansatz der Kotyledonen mit einem scharfen Skalpell abgeschnitten (Abb. 1a), gespritzt (s. u.) und sofort mit dem Stengelteil am besten in 5 cm hohe mit Leitungswasser gefüllte Gläschen ( $\phi$  12 mm) eingestellt (Abb. 1b), welche bei Serienuntersuchungen nebeneinander in entsprechende Bohrungen eines Brettchens fixiert werden (vgl. Abb. 2). Es empfiehlt sich, jeweils nur so viel Sprosse abzuschneiden, als unmittelbar zur Spritzung mit einem Präparat verwendet werden, um die Zwischenzeit zwischen Abschneiden und Einstellen in Wasser möglichst kurz zu halten.

Die Sprosse werden gleichmäßig auf einen Drehtisch ( $\phi$  110 cm) darant aufgelegt, daß jeweils die Stengelteile durch die Blattfläche des nächsten Blattes abgedeckt werden (vgl. Abb. 1c). Hierdurch wird vermieden, daß auf dem Stengel haftende Präparattröpfchen in die Einstellröhrchen gelangen, mit dem Wasser von den Sprossen eingesaugt werden und die Ergebnisse durch innere Kupferwirkung verfälschen. Aus 60 cm Höhe wird mit der Düse Borchers P 4 bei 0,3 atü während 4 Umdrehungen

des Drehtisches gespritzt. Die Einstellung der Düse wird so gewählt, daß bei Verwendung einprozentiger Brühen 3,11 mg Mittel je 100 cm<sup>2</sup> Blattfläche, bei 50-prozentigen Kupferpräparaten also 1,55 mg Cu entsprechend einer Aufwandmenge von 1,55 kg Cu je ha appliziert werden. Je größer die Zahl der je Versuchsmuster verwendeten Blätter ist,

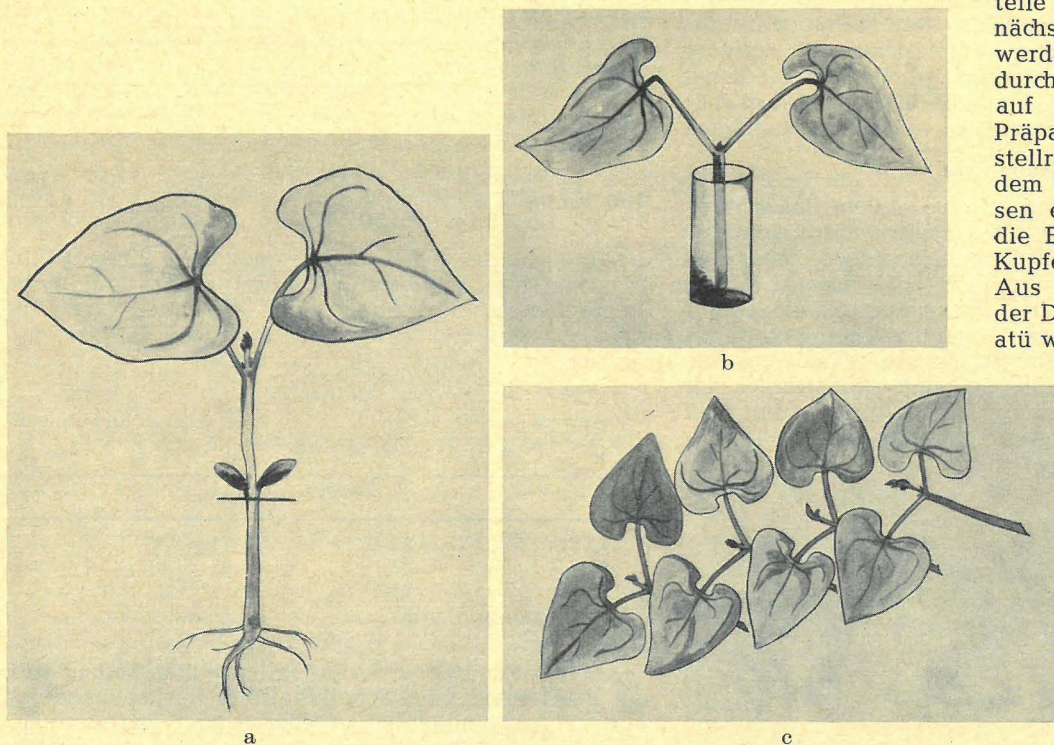


Abb. 1. Vorbereitung der Pflanzen (del. L. Rapp).  
a) Schnittführung, b) Aufstellung, c) Lage auf dem Spritzteller.

um so feinere Unterschiede der Wirkung können erfaßt werden. In den meisten Fällen genügen 24—50 Blätter je Muster.

Unmittelbar nach der Behandlung zeigen die Blätter meist leichtere Welkeerscheinungen, welche sich, falls keine schädlichen Mitteleinwirkungen erfolgen, vor der Beurteilung aber völlig ausgleichen. Kontrollblätter sind nach 12 bis 24 Stunden voll turgeszent, nach Anwendung mancher Mittel sogar übermäßig straff. Nach 12 bis 15 Stunden treten dagegen an den durch die verwendeten Präparate geschädigten Blättern charakteristische Symptome auf, nämlich von der Spitze oder dem Blatttrand ausgehende, mehr oder minder großflächige Welkeerscheinungen, die bis zum Zusammenfall der Blattspreite und schließlich zu deren Vertrocknung führen können. Nur in Extremfällen werden alle Blätter eines Musters in gleicher Weise geschädigt; meist ist eine mehr oder minder starke Variationsbreite des Schädigungsgrades zu beobachten, welche eine gesonderte Beurteilung der Einzelblätter erforderlich macht. Diese erfolgt nach 24 und 48 Stunden, wobei sich folgendes Beurteilungsschema bewährt hat:

- 0 = Blätter ohne erkennbare Symptome
- 1 = schwache Welkesymptome (an Blattspitze oder Blatttrand)
- 2 = stärkere Welkesymptome und beginnende Vertrocknung zuvor verwelkter Blattpartien
- 3 = 50% der Blattfläche verwelkt bzw. z. T. vertrocknet
- 4 = 80% der Blattfläche verwelkt bzw. z. T. vertrocknet
- 5 = 100% der Blattfläche vertrocknet.

Aus den Benotungen der einzelnen Blätter wird der prozentuale Schädigungsgrad (S%) jedes Musters nach der Formel

$$S\% = \frac{(n_s \cdot s)}{5 \cdot n} \cdot 100$$

berechnet, in welcher  $n_s$  die Anzahl der Blätter je Schädigungsgrad,  $s$  den Schädigungsgrad und  $n$  die Gesamtzahl der geprüften Blätter angibt. Eine weitere Verrechnung, um etwa auftretende Schädigungen des Kontrollmusters zu berücksichtigen, erscheint in Anbetracht des orientierenden Charakters der Untersuchungen nicht notwendig. In vielen Fällen dürfte sogar die einfache Feststellung des prozentualen Anteils der höchsten Schädigungsklassen an den geprüften Mustern zur Unterstützung des augenscheinlichen Befundes genügen.

### Ergebnisse

Wenn sich verschiedene Präparate in ihrer Wirkung differenzieren, sind die Unterschiede augenfällig (Abb. 2), wenn auch die Zahl der betroffenen Blätter und der Grad der Einzelschädigung in erheblichen Grenzen schwanken kann, wie die Zusammenfassung zweier gleichzeitig durchgeführter Versuchsreihen von je 24 Blättern zeigt (Abb. 3). Die Ergebnisse beider Versuche mit den gleichen Präparaten stimmten hinsichtlich der Verteilung der Schädigungsgrade so gut überein, daß eine solche Zusammenfassung statthaft ist.

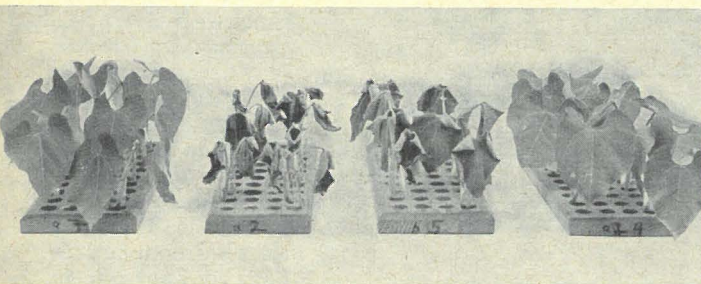


Abb. 2. Beurteilungsbild nach 48 Stunden. Äußere Reihen mit ungeschädigten, innere mit phytotoxischen Präparaten gespritzt.

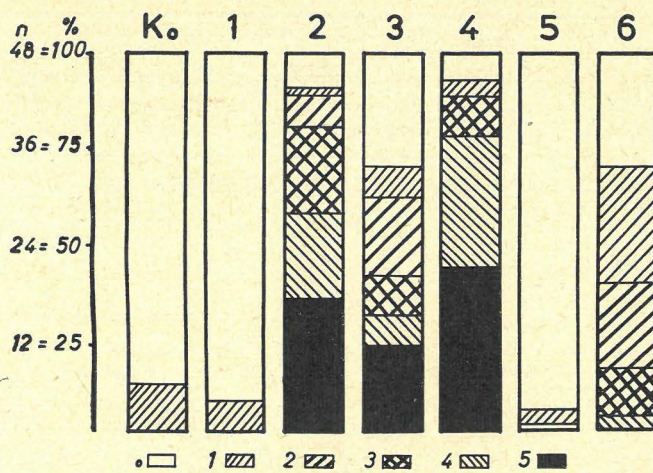


Abb. 3. Verteilung der Schädigungsgrade bei verschiedenen Kupferpräparaten (0—5).

Zu verschiedenen Zeiten gewonnene Ergebnisse lassen die Rangordnung der Präparate hinsichtlich der Blattschädigung eindeutig erkennen (Tab. 1), wenn auch die absoluten Werte des mittleren Schädigungsgrades in einigen Versuchen erheblich vom Mittel abweichen. Die Ursachen dieser Abweichungen lassen sich ohne genauere Kenntnis der Ursache der Schädigungen vorerst nicht im einzelnen aufzeigen. Z. T. dürften sie darauf beruhen, daß die Empfindlichkeit der Primärblätter mit Abschluß ihrer Entwicklung rasch abnimmt und so die individuelle Variabilität des Ausreifungsprozesses in die Versuchsergebnisse eingeht. Inwieweit noch andere Ursachen, etwa die im Rahmen eines normalen Gewächshausbetriebes unvermeidlichen Schwankungen der Umweltbedingungen, hier mitwirken, bedarf weiterer Untersuchungen. Für die praktische Auswertung innerhalb einer Versuchsreihe spielen sie jedoch nach unseren Erfahrungen keine übergeordnete Rolle.

Tabelle 1.

Vergleich verschiedenzeitiger Tests von 4 Präparaten (mittlerer Schädigungsgrad)

Präparat	Versuch	1	2	3	4	5
1		8	7	10	2	2
2		70	67	88	73	43
3		40	30	53	46	12
4		56	63	78	79	29
Kontrolle		0	0	13	3	2

Werden unter gleichen Bedingungen mehrere Mittel in abgestuften Anwendungskonzentrationen untersucht, so ergeben sich auch charakteristische Unterschiede, die für drei Mittel und drei Konzentrationen Tab. 2 zeigt.

Tabelle 2.

Vergleich dreier Spritzkonzentrationen von 3 Mitteln (Schädigungsgrad)

Präparat	1%	0,5%	0,25%
A	55	31	8
B	72	63	24
C	23	2	3
D (Vergleich)	2	—	—

An der Pflanze belassene Primär- und Folgeblätter der Buschbohne zeigen bei ähnlicher Spritzbehandlung nur in Ausnahmefällen Welke- und Vertrocknungserscheinungen. Diese lassen sich bei Präparaten, welche nach dem beschriebenen Verfahren als potentiell-phytotoxisch erkannt wurden, mit einiger Erfahrung auch da-

durch erkennen, daß auf den Blättern feine mosaikartige Aufhellungen auftreten, die dem geübten Blick erkennbar, protokollarisch aber schwer festzuhalten sind.

Die Verwendung besonders empfindlicher Blätter bedingt, daß in diesem Test bei normalem Mittelaufwand je Flächeneinheit stärkere Schädigungen auftreten, als unter Freilandbedingungen zu erwarten sind. Eine Übertragung der Befunde auf praktische Verhältnisse ist nach den vorliegenden Untersuchungen noch nicht möglich, hierzu sind weitere Versuche erforderlich. Zur Prüfung auf potentielle Phytotoxizität, die im Freiland unter Extrembedingungen zum Tragen kommen könnte, erscheint dieser Test jedoch gut geeignet.

DK (Oxford) 443.3 - - 012.4 *Lophodermium*

## Beobachtungen zur Biologie der Kiefernscütte

Von Peter Schütt<sup>1)</sup>. (Aus dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Schmalenbeck)

### A. Einleitung

Das wiederholte heftige Auftreten der Kiefernscütte (*Lophodermium pinastri* Schrad.) und die heute noch bestehenden Unsicherheiten der chemischen Bekämpfung veranlaßten uns im Jahre 1953, die Resistenzzüchtung gegen diesen Pilz einzuleiten (Langner 1952, Schütt 1957). Im Rahmen dieses Projektes wurde es notwendig, sich um die Entwicklung einer Laboratoriums-Infektionsmethode zu bemühen. Die Arbeiten daran sind noch nicht abgeschlossen.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die im folgenden mitgeteilten Ergebnisse nicht aus speziellen mykologischen Untersuchungen über die Biologie der Kiefernscütte hervorgegangen sind. Sie sind vielmehr als experimentelle Zwischenergebnisse und Beobachtungen von Infektionsversuchen zu werten und stehen deshalb ohne den verbindenden gedanklichen Zusammenhang der künstlichen Infektionen sehr isoliert nebeneinander. In Anbetracht der von Fischer (1957) eindringlich geschilderten Situation der heutigen Scüttekämpfung, wonach wir von einer ausreichenden Kenntnis der Biologie des Pilzes noch weit entfernt sind, halte ich es jedoch für gerechtfertigt, auch kleinere experimentelle Teilergebnisse zu publizieren. Eine erfolgreiche Bekämpfung dürfte nämlich nicht eher zu erwarten sein, bis die offenstehenden Fragen über die Entwicklung und Virulenz des Pilzes und über die Disposition und Resistenz des Wirtes beantwortet sind.

### B. Versuchsanstellungen und Ergebnisse

#### 1. Sporenflug und Keimung in Abhängigkeit von der Jahreszeit

Im Rahmen künstlicher Infektionsversuche prüften wir die jahreszeitlich bedingte Befallsdisposition der Kiefer. Dabei stellte sich heraus, daß es nicht zu jeder Jahreszeit möglich ist, genügende Mengen keimfähiger *Lophodermium*-Sporen zu erhalten. Im September/Okttober gesammelte, mit zahlreichen geschlossenen Apothezien besetzte Kiefernadeln warfen unter Laboratoriumsbedingungen während des gesamten Winters reichlich Sporen ab.

Wir benutzten zu diesen Untersuchungen Material aus mehreren Forstämtern Schleswig-Holsteins und Niedersachsens und wendeten die bei Haack (1911) beschriebene Methode des Sporenabschleuderns auf 1–2 mm über dem Apothezium angebrachte Objektträger an.

<sup>1)</sup> Die beschriebenen Untersuchungen wurden im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Forschungsauftrages zur Entwicklung einer Infektionsmethode mit *Lophodermium pinastri* durchgeführt.

### Summary

The potential phytotoxicity of a copper spray can be estimated in the following simple way: Seedlings of *Phaseolus* are cut just above the cotyledons, before primary leaves reached their full size. The leaves are sprayed under standard conditions and kept in the laboratory, the stem being immersed in tap water. 48 hours after spraying the leaves show different degrees of wilting or drying off, which are in the mean correlated with the potential phytotoxicity of the copper compound.

Den Herren M. Drottschmann und H. Boden-dörfel danken wir für die Mitwirkung bei den Untersuchungen.

Eingegangen am 1. September 1959

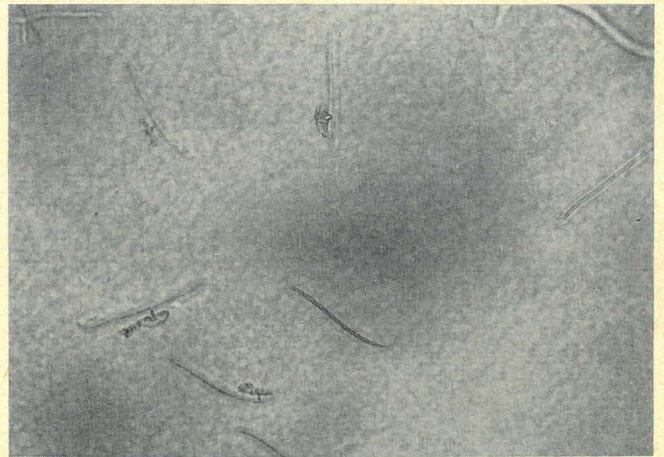


Abb. 1. Charakteristische Keimstörungen der *Lophodermium*-Sporen in der Zeit von Ende April bis Ende Juli.

Die Sporenkeimung verlief bis etwa Mitte April normal. Später traten bei regulärem Abwurf charakteristische Keimhemmungen auf (Abb. 1), oder die Keimung unterblieb ganz. Diese Störungen hielten von Ende April bis Ende Juli an. Der Anteil keimfähiger Sporen betrug während dieser Zeit nur etwa 0,05%.

Die beschriebenen Erscheinungen wiederholten sich auch im Jahre 1958. Sie kamen sowohl bei Nadeln vor, die im Herbst gesammelt und während des Winters in ungeheizten Räumen aufbewahrt worden waren, als auch bei solchen, die zu den jeweiligen Untersuchungsterminen direkt aus dem Freiland geholt wurden. In beiden Beobachtungsjahren setzte Anfang August die normale Keimung wieder ein. Nach den Ergebnissen weniger kleinerer Keimversuche besteht die Möglichkeit, daß hieran zu einem geringen Teil auch Sporen beteiligt waren, die aus Apothezien auf vorjährigen Nadeln stammten.

Den mitgeteilten Beobachtungen zufolge gab es somit 1957 und 1958 eine etwa 3 Monate andauernde von *Lophodermium*-Infektionen freie Periode (Mai bis Juli), die offenbar auf physiologische Eigenarten des Pilzes und nicht auf klimatische Ursachen zurückzuführen ist. Während der Wintermonate und während des März und April waren die Fruchtkörper in der Lage, unter entsprechenden ökologischen Bedingungen genügende Mengen keimfähiger Sporen zu entlassen. Auf die möglichen praktischen Auswirkungen dieser Erscheinung gehe ich im Abschnitt C ein.