

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

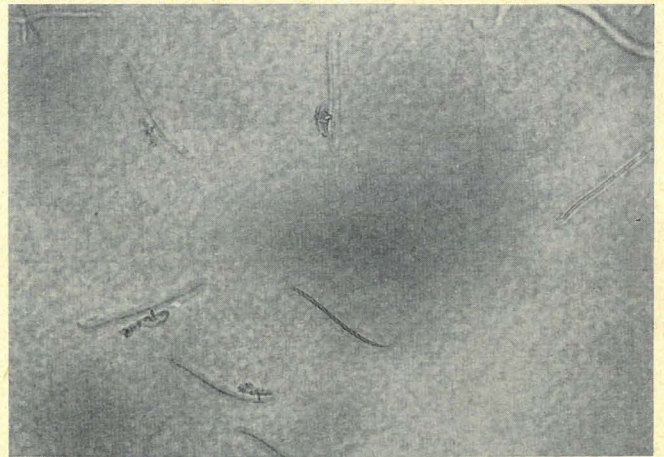


Abb. 1. Charakteristische Keimstörungen der *Lophodermium*-Sporen in der Zeit von Ende April bis Ende Juli.

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.



## 2. Keimungsverlauf

Die in einem Apothezium ausgebildeten *Lophodermium*-Sporen verlassen den Fruchtkörper nicht gleichzeitig, sondern nach und nach. Wir konnten beobachten, daß noch 14 Tage nach dem Beginn der Exposition Sporen abgeworfen wurden.

Für die Durchführung künstlicher Infektionen ist es wichtig zu wissen, ob bei gleichbleibenden optimalen Abwurfbedingungen zwischen den zu verschiedenen Zeiten entlassenen Sporen Unterschiede in der Keimkraft auftreten. Wir haben deswegen den Keimverlauf der zu verschiedenen Zeitpunkten abgeworfenen Sporen unter Betonung und Registrierung der beiden Fixpunkte Keimbeginn und Stagnation des Keimschlauchwachstums verfolgt und bedienen uns dazu folgender Methode:

Stark mit Apothezien besetzte Nadelproben wurden in Petrischalen gelegt (feuchte Kammer bei etwa 20°C und 100% rel. Feuchte). 1—2 mm darüber brachten wir einen Objektträger an, auf dessen Unterseite die abgeschleuderten Sporen haften blieben. Alle 12 Stunden wurden die Objektträger erneuert. Die mit Sporen besetzten Objektträger kamen wiederum in feuchte Kammern, aus denen sie alle 12 Stunden zu mikroskopischen Beobachtungen des Keimzustandes herausgenommen wurden. Auf diese Weise war es möglich, den Keimverlauf der zu verschiedenen Zeiten abgeworfenen Sporen getrennt zu verfolgen. Die Versuchsreihen dauerten 6 Tage.

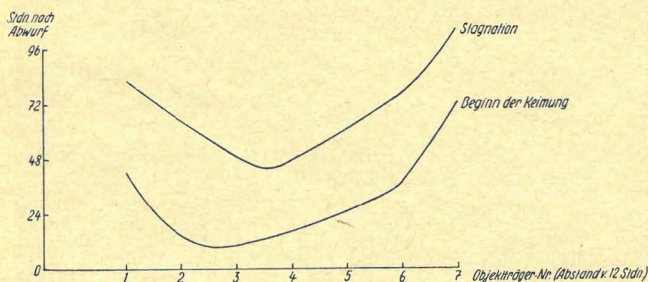


Abb. 2. Einsetzen der Keimung und Beendigung des Keimschlauchwachstums von *Lophodermium*-Sporen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Abwurfs.

(Objektträger 1 enthält alle zwischen 0 und 12 Stdn. nach dem Exponieren abgeworfenen Sporen, Objektträger 2 alle zwischen 12 und 24 Stdn. abgeworfenen usw.).

Aus der graphischen Darstellung des allgemeinen Keimverlaufs (Abb. 2) geht hervor, daß die Keimung bei den zwischen 24 und 48 Stunden nach dem Exponieren abgeworfenen Sporen (Objektträger 2 bis 4) am frühesten einsetzte. Da auch die Keimschläuche dementsprechend früher die unter den gebotenen Bedingungen mögliche maximale Länge (etwas mehr als Sporenlänge) erreicht hatten, machten die in dieser Zeit entlassenen Sporen eine schnellere Entwicklung durch als die früher und später abgeworfenen. Unterstellt man, daß die größere Keimschnelligkeit einer größeren Vitalität und einer höheren Infektionsfähigkeit gleichkommt, so wäre es ratsam, Sporenaufschwemmungen für Infektionszwecke zwischen 36 und 48 Stunden nach dem Ansetzen zu gewinnen.

## 3. Inkubationszeit

Entgegen der in der Praxis verbreiteten Anschauung, daß die ersten Befallssymptome frühestens im Spätherbst — also 3 bis 4 Monate nach der Infektion — sichtbar werden, sprechen eigene Freilandbeobachtungen und Versuchsergebnisse für eine wesentlich kürzere Inkubationszeit des Pilzes.

So beobachteten wir im niedersächsischen Forstamt Oerrel an einjährigen Kiefernnadeln bereits in den ersten Tagen des September gut ausgeprägte, durch

Schütte hervorgerufene Nadelflecke. Nach der bei Langner (1933) beschriebenen Methode übertrugen wir äußerlich sterilisierte Nadelteile dieses Materials auf Malzagar-Nährböden und konnten nach einigen Tagen feststellen, daß typisches Schüttemyzel aus den Schnittstellen herauswuchs. Die offensichtlich recht heftige Infektion kann nach allen praktischen Erfahrungen, wie auch nach den Ausführungen in Abschnitt B 1, kaum vor dem 1. August stattgefunden haben. Das bedeutet jedoch, daß die Inkubationszeit höchstens 4 bis 6 Wochen gedauert haben kann.

Zu ähnlichen Resultaten gelangten wir bei der Auswertung künstlicher Infektionsversuche an einjährigen Kiefern. Hier war bei den von Mitte November bis Anfang Januar mehrfach mit Sporensuspensionen infizierten Sämlingen bereits am 8. Januar, d. h. nach gut 6 Wochen — ein deutlicher *Lophodermium*-Befall zu registrieren. Auch dieser Befund wurde mykologisch nachgewiesen.

## C. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Am Rande unserer Arbeiten zur Entwicklung einer Laboratoriumsinfektionsmethode mit *Lophodermium* gelangten wir zu einigen neuen oder bisher wenig bekannten Ergebnissen über die Biologie des Pilzes.

Während bei günstigen Bedingungen das ganze Jahr hindurch Sporen entlassen werden können, setzte die Keimfähigkeit der Sporen in den beiden Beobachtungsjahren 1957 und 1958 von Ende April bis Ende Juli aus. Dieses Ergebnis stimmt in gewisser Weise mit Hack (1911) überein, nach dessen Beobachtungen alte Apothezien zwar reichlich Sporen abwerfen können, diese jedoch gar nicht keimen oder nur kurze, verkümmerte Keimschläuche ausbilden. Es stimmt auch mit den Erfahrungen der forstlichen Praxis überein, die im allgemeinen nicht vor Ende Juli mit der chemischen Bekämpfung beginnt. Für bemerkenswert halten wir allerdings die Tatsache, daß von Ende Juli bis Ende April zahlreiche keimfähige Sporen abgeworfen werden können. Während der Wintermonate hat diese Tatsache gewiß nur theoretisches Interesse. Von Ende Februar bis Ende April hingegen dürfte es in jedem Jahre mehrere Tage geben, die hinsichtlich Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Befallsdisposition des Wirtes (geringer Turgor bei gefrorenem Boden und durch Sonneneinstrahlung gesteigerter Transpiration) für eine erfolgreiche Infektion geeignet sein könnten. Es wäre gewiß nicht nur von theoretisch-biologischem Interesse, wenn man an geeigneter Stelle die Möglichkeiten einer Frühjahrs-Schütteinfektion experimentell untersuchte\*).

Ohne Zweifel geht das wiederholt beobachtete recht plötzliche Einsetzen der normalen Keimung zu Anfang August in der Hauptsache auf solche Apothezien zurück, die sich im Laufe des Sommers auf den im gleichen Jahre abgeworfenen Nadeln entwickelt haben. Einzelne Beobachtungen deuten allerdings darauf hin, daß auch die vorjährigen Nadeln unter günstigen Umständen nochmals Apothezien mit keimfähigen Sporen ausbilden können. Diese Beobachtung ist nicht neu, denn schon Hack (1911) wies darauf hin, daß sich *Lophodermium*-Myzel Jahre hindurch in den Nadeln im Ruhezustande befinden kann, um dann bei günstigen Bedingungen mit der Apothezienbildung zu beginnen. Wirtschaftlich bedeutungsvoll könnte diese Eigenschaft allenfalls nach einigen schütteamen oder schüttefreien Jahren werden. Dann stellen diese Nadeln wahrscheinlich den oft genannten „eisernen Bestand“ der Schütte dar, der bei

\*) Auch die mir nach der Drucklegung dieser Arbeit bekanntgewordenen Untersuchungsergebnisse von Jähnel und Jungmans (Wiss. Zeitschr. Techn. Hochschule Dresden 8, 1958/59, 165—169) lassen eine Frühjahrsinfektion wahrscheinlich werden.



günstigen klimatischen Voraussetzungen wieder den ersten erkennbaren Befall hervorruft. Falls sich die Befallsprognose in derartigen schütteamen Jahren nur auf den Zustand der Apothezien an frischen Nadeln stützt (Rack 1958), wären Fehler allerdings kaum zu vermeiden.

Die aus der Beobachtung des Keimverlaufs erzielten Resultate sind für die Praxis nicht von unmittelbarem Interesse. Für die Technik der Laboratoriumsinfektion ist es jedoch wichtig zu wissen, daß nicht die zuerst abgeworfen, sondern die zwischen 36 und 48 Stunden nach dem Exponieren entlassenen Sporen die schnellste Entwicklung durchlaufen und deswegen den größeren Infektionserfolg versprechen. Schließlich werden Fälle beschrieben, bei denen die Inkubationszeit des Pilzes nicht länger dauerte als 6 Wochen.

#### Summary

#### Observations on the biology of *Lophodermium pinastri*

Germination tests of *Lophodermium* spores led to the conclusion that the spores are flung off all the year round, but from the end of April to the end of July they fail to germinate and frequently show a typical form of disturbance. According to the favourable climatic infection conditions,

often occurring in March and April it is suggested to investigate the possibilities of a springtime *Lophodermium*-attack.

There are differences in the germination time and vigour between spores, flung off by the same fruiting-bodies in the course of 8—10 days. The spores leaving the apothecia between 36 and 48 hours after exposal are most vigorous.

Field observations and first results of inoculation experiments imply that the incubation period of *Lophodermium* occasionally does not last longer than 4—6 weeks.

#### Literatur

- Fischer, W.: Zur Föhrenschütte *Lophodermium pinastri*. Schweiz. Zeitschr. Forstwes. 108. 1957, 260—270.  
 Haack: Der Schüttepilz der Kiefer. Zeitschr. Forst- u. Jagdwes. 43. 1911, 329—357, 404—423, 481—505.  
 Langner, W.: Über die Schüttekrankheit der Kiefernadel (*Pinus silvestris* und *Pinus strobus*). Phytopath. Zeitschr. 5. 1933, 625—60.  
 Langner, W.: Reziprok unterschiedliches Verhalten von Lärchenbastarden gegen eine Nadelerkrankung. Zeitschr. Forstgenetik 1. 1952, 78—81.  
 Rack, K.: Wo und wann muß die Kiefernschütte bekämpft werden? Forstschutz-Merkbl. d. Niedersächs. Forstl. Versuchsanst. Nr. 8. 2. Aufl. 1958.  
 Schütt, P.: Über Aussichten und erste Maßnahmen einer züchterischen Bekämpfung der Kiefernschütte. Allgem. Forstzeitschr. 12. 1957, 13—15.

Eingegangen am 17. August 1959

DK 632.38.095 Tabak-Rattle + Spraing

## Die Viren des Kartoffel-Stengelbunt (Tabak-Rattle) und der Pfropfenbildung (Spraing).

### Eine Stellungnahme zur Frage ihrer Verwandtschaft

Von Erich Köhler, Braunschweig

Die in der Überschrift genannten Viren haben so vieles gemeinsam, daß die Vermutung ihrer nahen Verwandtschaft schon seit längerer Zeit besteht (s. insbesondere Noordam 1956). Durch Untersuchungen aus jüngster Zeit wird diese Vermutung noch bekräftigt (Brandenburg, Eißner und Tostmann 1959; Cadman 1959). Die Infektion geht bei beiden Krankheiten vom Boden aus. Die Übertragung durch Saftverimpfung gelingt beim Virus des Stengelbunt in der Regel leicht, unsicher ist sie dagegen mit dem Virus der Pfropfenbildung.

Daß zwischen der Pfropfenbildung und der Eisenfleckigkeit nahe Beziehungen bestehen und welcher Art sie sind, hat Lihnell (1958) gezeigt: Eisenfleckigkeit\*) entsteht nach seiner Untersuchung dann, wenn das Pfropfenkrankheitsvirus durch den Stolon in die Knollen vordringt, sie stellt also in der Regel ein sekundäres Krankheitsstadium dar. Das primäre Krankheitsstadium ist die Pfropfenbildung, die eine Folge des direkten Eindringens des Virus aus dem Boden in die Knollenperipherie ist.

Wie soll man sich nun die Beziehungen zwischen Pfropfenkrankheit und Stengelbunt vorstellen?

Nach meinen früher in dieser Zeitschrift mitgeteilten Untersuchungen (1956) über das Stengelbuntvirus erzeugt dieses beim Tabak zwei Krankheitstypen, einen mit vollsystemischer und einen anderen mit halbsystemischer Erkrankung. Beide Erkrankungsformen können an der wachsenden Pflanze ineinander umschlagen, wobei allerdings der Übergang von der vollsystemischen zur halbsystemischen Form weit abrupter und auch offenbar leichter erfolgt als der umgekehrte Vorgang.

\*) Nicht zu verwechseln mit der weitverbreiteten „physiogenen“ Eisenfleckigkeit.

Brandenburg und Mitarbeiter haben das Vorkommen der beiden Typen bestätigt. Darüber hinaus stießen sie auf eine sehr merkwürdige Erscheinung. Wenn sie nämlich unverdünnten oder nur schwach verdünnten Saft aus vollsystemisch erkrankten Tabakpflanzen weiterverimpften, so erhielten sie stets wieder den vollsystemischen, wenn sie jedoch den Saft stärker verdünnten, den halbsystemischen Erkrankungstyp. Eine Deutung für dieses seltsame Verhalten gaben sie nicht.

Der Befund legt nun aber meines Erachtens die Annahme nahe, daß ihr Saft (mindestens) zweierlei infektiöse Partikeln enthielt, nämlich solche, die am Tabak vollsystemische Erkrankung bedingen — wir wollen sie „v-Partikeln“ nennen — und andere, die halbsystemische Erkrankung bedingen („h-Partikeln“). Bei der Verimpfung des unverdünnten Saftes können sich die vorhandenen h-Partikeln, vornehmlich wohl wegen der rasch erfolgenden Prämunisierung des befallenen Gewebes durch die sich schneller vermehrenden v-Partikeln, nicht durchsetzen oder jedenfalls nur wenig zur Geltung bringen. Erst wenn sie für sich allein Infektionen hervorrufen können, fällt diese Hemmung weg, und der rein halbsystemische Erkrankungstyp kommt zustande.

Es erhebt sich die Frage, ob sich etwa das Virus der Pfropfenbildung ganz allgemein von Linien aus h-Partikeln des Stengelbunt-Virus herleitet; diese könnten die Befähigung zur Hervorbringung von v-Partikeln — wenigstens auf der Kartoffel — ganz oder teilweise verloren haben. Diese Theorie ließe sich vermutlich mit Hilfe serologischer Tests auf ihre Richtigkeit prüfen, wozu diese Zeilen anregen möchten. Mir sind keine Befunde bekannt, die mit dieser Theorie ernstlich in Widerspruch stünden.