

Peridermium pini (Willd.) Kleb. und seine Übertragung von Kiefer zu Kiefer.

Von H. Klebahn, Hamburg.

(Mit Tafel IV und V und 1 Abbildung im Text.)

Im Jahre 1788 beschrieb Willdenow¹⁾ den auf der Rinde der Waldkiefer (*Pinus silvestris*) lebenden Blasenrost unter dem Namen *Lycoperdon pini*. Der Pilz stammte aus der Jungfernhaide bei Berlin. Persoon²⁾ erkannte ihn als *Aecidium*, Léveillé³⁾ stellte die neue Gattung *Peridermium* auf. De Candolle⁴⁾ vereinigte den Nadelrost mit dem Rindenrost, Link⁵⁾ trennte sie wieder als Varietäten, α -corticola und β -acicola. Die Vereinigung wurde bis in die neuere Zeit beibehalten, auch von Hartig⁶⁾, trotzdem Fuckel⁷⁾ die beiden Formen später als Arten unterschied und den Nadelrost *Peridermium oblongisporium* nannte. Dazu trug namentlich der Umstand bei, daß Wolff⁸⁾, nachdem er den Wirtswechsel des Nadelrosts festgestellt hatte, durch irgendeinen Versuchsfehler zu der Ansicht kam, daß der Rindenrost denselben Wirtswechsel habe, also auch zu *Coleosporium senecionis* (Pers.) Fries gehöre. Im Jahre 1886 gelang es aber Cornu⁹⁾, mittels Rindenrosts aus den Wäldern von St. Germain bei Paris auf *Vincetoxicum officinale* das *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fries hervorzurufen und somit für den Rindenrost einen ganz anderen Wirtswechsel aufzufinden.

Eine heftige Epidemie der Weimutskiefern (*Pinus strobus*) in der Umgegend von Bremen lenkte im Jahre 1887 meine Aufmerksamkeit auf die Blasenroste¹⁰⁾. Weder *Vincetoxicum*, das in Nordwest-

1) In Römer u. Usteri, Magazin f. d. Botanik 1788, Bd. IV, pag. 16.

2) In Gmelin, Syst. nat. Linn. 1791, Bd. II, pag. 1473.

3) Mém. soc. Linn. de Paris 1826, Tome IV, pag. 212.

4) Flore franç. 1815, Tome II, pag. 257.

5) In Willdenow-Link, Linné Spec. plant. 1824, ed. 4, pag. 66.

6) Symb. mycol. in Jahrb. Nass. Ver. f. Nat. 1869, Bd. XXII u. XXIII, pag. 42.

7) Wichtige Krankheiten der Waldbäume 1874, pag. 66; Untersuchungen aus dem forstbot. Institut München 1883, Bd. III, pag. 150.

8) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1877, Bd. VI, pag. 740.

9) Compt. rend. 1886, Tome XXXII, pag. 930.

10) Abhandl. naturw. Ver. Bremen 1887, Bd. X, pag. 145.

deutschland überhaupt fehlt, noch die Kreuzkräuter (*Senecio*) schienen als Zwischenwirte in Frage kommen zu können. Mikroskopische Untersuchung ergab feine aber bestimmte Unterschiede zwischen den Sporen des Rindenrosts der Weimutskiefer (*Peridermium strobis* Kleb.), des Rindenrosts der Waldkiefer und des Nadelrosts. Im folgenden Jahre gelang es, durch Aussaatversuche auf *Ribes*-Arten den Zusammenhang des *P. strobis* mit *Cronartium ribicola* Dietr. festzustellen¹⁾, also einen Wirtswechsel, der dem von Cornu für den Rindenrost der Waldkiefer gefundenen ganz ähnlich ist. Um so auffälliger war es, daß alle Versuche, *Vincetoxicum* mit Blasenrost der Waldkiefer aus verschiedenen Gegenden zu infizieren, völlig ergebnislos verliefen, ebenso die Aussaaten auf *Ribes*- und *Senecio*-Arten, während die Infektion von *Senecio* mit Nadelrost wenigstens in einem Falle Erfolg hatte²⁾. Im Sommer 1890 erhielt ich aber durch die Vermittelung Cornu's Blasenrost aus den Wäldern bei St. Germain, mit dem es ohne weiteres gelang, *Vincetoxicum* zu infizieren. Das gleiche Ergebnis brachte ein Material von Greiz³⁾. Es war kein anderer Schluß möglich, als daß der Blasenrost der Waldkiefer in zwei verschiedenen Formen auftrete, von denen nur die eine mit *Cronartium asclepiadeum* in Zusammenhang steht. Ich nannte diese Form *Peridermium Cornui* Rostr. und Kleb. und behielt für jene den Namen *P. pini* (Willd.) Kleb. bei. Da man bis dahin gewohnt war, Arten nur auf Grund morphologischer Verschiedenheiten aufzustellen, suchte ich nach unterscheidenden Merkmalen, fand aber nur, daß bei *Peridermium pini* Peridie und Sporen im ganzen etwas derber und die schon von Lèveillé erwähnten starren Fäden (*fila rigida*), welche die Peridie stützen, oft zahlreicher und kräftiger ausgebildet sind⁴⁾.

Das Vorkommen derartiger fast nur biologisch verschiedener Arten, das bereits in einigen Fällen bei andern Uredineen gefunden, aber wenig beachtet worden war, erhielt in den nächsten Jahren mehrfache Bestätigung, zunächst durch meine Beobachtung⁵⁾, daß auch die Nadelroste der Kiefern eine Anzahl morphologisch nicht verschiedener, aber durch den Wirtswechsel unterscheidbarer Arten umfassen, durch

1) Ber. der Deutsch. bot. Ges. 1888, Bd. VI, pag. XLV.

2) Hedwigia 1890, Bd. XXIX, pag. 32.

3) Ber. der Deutsch. bot. Ges. 1890, Bd. VIII, pag. (59).

4) Hedwigia 1890, Bd. XXIX, pag. 27; Ber. der Deutsch. bot. Ges. 1890, Bd. VIII, pag. (67); Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1892, Bd. II, Taf. 5.

5) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1892, Bd. II, pag. 264 und spätere Arbeiten.

Fischer's¹⁾ sich daran anschließende Versuche, durch meine gleichzeitigen Beobachtungen über die Kronenroste und besonders durch Eriksson's²⁾ Befunde über die Spezialisierung der Getreideroste.

Der Nachweis der Verschiedenheit des *Peridermium pini* von *P. Cornui* war aber an sich kein befriedigendes Ergebnis; es mußte auch die Lebensgeschichte des Pilzes aufgeklärt werden. Diese Aufgabe zu lösen habe ich in den inzwischen verstrichenen fast 30 Jahren alljährlich eine Anzahl Versuche angestellt und wohl alle Möglichkeiten durchgeprüft, die sich für einen Wirtswechsel vermuten ließen³⁾. Am nächsten lag es, an die Wirte der anderen *Cronartium*-Arten zu denken. Ferner wurden, da Wolff mit dem Rindenrost auf *Senecio* Erfolg gehabt haben will, die *Senecio*-Arten und die übrigen Wirte von *Coleosporium*-Arten herangezogen. Endlich habe ich alle möglichen Wirte von Pilzen aus der Gruppe der *Melampsoraceen* geprüft, aber alle hinsichtlich der Aufgabe, die gelöst werden sollte, ohne den geringsten Erfolg. Dagegen führten mehrfache gleichzeitig mit *Peridermium Cornui* ausgeführte Versuche zu sehr merkwürdigen Ergebnissen in bezug auf weitere Nährpflanzen des *Cronartium asclepiadeum*. Die Beobachtungen von Généau de Lamarlière⁴⁾ und Fischer⁵⁾, wonach *Cronartium asclepiadeum* auch auf *Paeonia*-Arten übergehen kann, wurden bestätigt, und weiter wurde gefunden, daß noch eine ganze Reihe verschiedenartiger Pflanzen, Angehörige von nicht weniger als acht Pflanzenfamilien, darunter *Pedicularis palustris*, im übrigen zum größten Teil Pflanzen aus Gegenden, wo der Pilz wegen des Fehlens der Kiefern gar nicht vorkommen kann (Südafrika, Ostindien, Peru, Chile), von *Cronartium asclepiadeum* befallen werden können⁶⁾. Auf einigen dieser Pflanzen, die als Gartenblumen gezogen werden, hatte bereits Dietrich⁷⁾, der Entdecker des *Cronartium ribicola*, den Pilz in den Ostseeprovinzen gefunden und neue Arten daraus gemacht, die jetzt nebst *Cr. flaccidum* (Alb. und Schwein.) Wint., *Cr. balsaminae* Niessl, *Cr. pedicularis* Lind-

1) Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen in Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 1898, Bd. I, pag. 94 und frühere kürzere Mitteilungen.

2) Ber. der Deutsch. bot. Ges. 1894, Bd. XII, pag. 292 und spätere Arbeiten.

3) Die wirtswechselnden Rostpilze 1904, pag. 379.

4) Assoc. franç. pour l'av. d. sc., 23. sess., Tome II, pag. 628. Caen.

5) Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen 1898, pag. 90.

6) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1914, Bd. XXIV, pag. 13; 1916, Bd. XXVI, pag. 266 und frühere Arbeiten.

7) Arch. Naturk. Liv-, Esth- und Kurlands 1859, 2. Ser., Bd. I, pag. 287 und 495.

roth und einigen anderen später beschriebenen Arten sämtlich einzu-
ziehen sind. Dieser auffälligen Pleophagie gegenüber, die unter den
Rostpilzen nur wenige ihresgleichen hat, ist es um so auffälliger, daß
keine der zahlreichen geprüften Pflanzen von *Peridermium pini* in-
fiziert wird.

Auch die naheliegende Frage, ob *Peridermium pini* nicht viel-
leicht imstande sei, die Kiefer unmittelbar zu infizieren, wurde zu
prüfen nicht versäumt. Wiederholt habe ich kleine 4—10jährige, in
Töpfen wachsende Kiefern mit Sporen besät, ohne Erfolg zu erhalten¹⁾.
Nach allen Erfahrungen, die über wirtswechselnde Rostpilze vorliegen,
konnte auch kaum etwas anderes erwartet werden. Wir kennen keinen
wirtswechselnden Rostpilz, dessen Aecidiosporen den Aecidienwirt zu
infizieren vermöchten. Nur *Aecidium graveolens* Shuttlew., die
Aecidienform der *Puccinia arrhenatheri* (Kleb.) Erikss., soll nach
Eriksson²⁾ dies tun. Aber Eriksson hat nicht über Wiederholung
und Bestätigung seiner auffälligen Ergebnisse berichtet und auf Zweifel
an der Richtigkeit nicht geantwortet. Wohl gibt es einige Rostpilze,
deren Aecidiosporen nach der Aussaat auf die eigene Nährpflanze
wieder Aecidien hervorbringen³⁾, aber von diesen ist keiner wirts-
wechselnd, keiner hat perennierendes Aecidienmyzel, und den neu-
erzeugten Aecidien fehlen Spermogonien, die bei *Peridermium pini*
vorhanden sind.

Neuerdings hat der Schaden, den *Peridermium pini* durch
Kienzopfbildung in den Waldungen mancher Gebiete besonders im
nordöstlichen Deutschland verursacht, die Aufmerksamkeit forstlicher
Kreise mehr als bisher auf den Pilz gelenkt⁴⁾, und Oberförster Haack⁵⁾,
der leider dem Kriege zum Opfer gefallen ist, hat, angeregt durch A.
Möller, sich die Aufgabe gestellt, die Lebensgeschichte des Pilzes mit
besonderer Rücksicht auf die unmittelbare Infektion der Kiefer zu er-

1) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1897, Bd. VII, pag. 345; 1899, Bd. IX, pag. 17;
Jahrb. f. wiss. Bot. 1900, Bd. XXXIV, pag. 386; 1901, Bd. XXXV, pag. 694; Die
wirtswechselnden Rostpilze, pag. 379; Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1916, Bd. XXVI,
pag. 269.

2) Beiträge zur Biol. 1898, Bd. VIII, pag. 1—16; 1901, Bd. VIII, pag. 111.

3) Dietel, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1893, Bd. III, pag. 258; Flora 1895,
Bd. LXXXI, pag. 394.

4) Hermann, Über den gegenwärtigen Stand der Kienzopffrage in Wissen-
schaft und Praxis. Vortrag, Versamml. d. preuß. Forstvereins in Braunsberg 1913. —
Schultz, Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1915, Bd. XLVII, pag. 8. — Herr-
mann, Ber. des Westpr. bot.-zool. Vereins 1914, Bd. XXXVII, pag. 353.

5) Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1914, Bd. XLVI, pag. 1—46.

forschen. Haack impfte junge Triebe an großen, im Walde wachsenden Bäumen, meist nach Anbringung kleiner Wunden mittels des Messers oder durch Abreißen von Nadeln. In mehreren Fällen entstanden nach 2 oder 3 Jahren genau an der Impfstelle neue Aecidienlager. Haack folgert daraus, daß sich der Kienzopfpilz ohne Zwischenwirt unmittelbar von Kiefer zu Kiefer übertragen läßt.

Wenn auch die Versuche so sorgfältig ausgeführt sind wie nur möglich, und wenn auch die Berechnung, die Haack über das Zahlenverhältnis der mit und der ohne Erfolg geimpften und der nicht geimpften Triebe anstellt, immerhin sehr zugunsten der Auffassung spricht, daß die Aecidienlager infolge der Sporenaussaat entstanden waren, als wirklich überzeugend können die Versuche nicht gelten, da sie nicht nur im Freien, sondern obendrein in einem verseuchten Gebiete und zum Teil absichtlich auf einem Baume angestellt sind, der bereits von dem Pilze befallen war¹⁾. Schon Fischer²⁾ hat in seiner Besprechung geäußert, „daß er diese Versuchsergebnisse doch noch zurückhaltender beurteilen würde“. Wenn die Ergebnisse wissenschaftlich begründet sein sollen, ist strengere Absonderung und Beaufsichtigung der Pflanzen nötig, als sie im Freien möglich ist.

Die Versuche Haack's regten mich an, meine eigenen Versuche über unmittelbare Infektion der Kiefer in umfassenderer Weise wieder aufzunehmen und dabei auf die Möglichkeit Rücksicht zu nehmen, daß die Infektion von einer besonderen Empfänglichkeit einzelner Bäume abhängig sein kann. Wenn der Pilz sich unmittelbar von Baum zu Baum übertrüge und alle Kiefern leicht und gleichmäßig empfänglich wären, sollte man annehmen, daß der Pilz sich rasch durch ganze Bestände verbreitete und alle Bäume mehr oder weniger befallen wären. Das letztere ist keineswegs der Fall. Ohne Zweifel ist der Pilz stellenweise stark und weit verbreitet und eine Plage für die Forstwirtschaft, wie die forstlichen Verfasser³⁾ hervorheben. In den Gebieten um Hamburg und Bremen, die mir genauer bekannt sind, ist er aber eine verhältnismäßig seltene Erscheinung. Es ist allerdings für den Botaniker fast unmöglich, das Innere höherer Bestände abzusuchen; das mag einer der Gründe sein, weshalb ich den Pilz fast nur von Randbäumen kenne. Aber gerade die Bäume an Wegen und Waldrändern und niedrigere Bäume in lockeren Beständen in der Heide habe ich

1) a. a. O. pag. 35.

2) Zeitschr. f. Botanik 1915, Bd. VII, pag. 421.

3) Herrmann, a. a. O. 1913. Sonderdruck, pag. 1 ff.; 1914, pag. 353. — Schultz, a. a. O. pag. 10 ff. — Haack, a. a. O. pag. 38.

viel beobachtet und doch stets nur ganz vereinzelte kranke Bäume gefunden, so daß ich oft Mühe gehabt habe, mir die zu Versuchen nötigen Pilze zu verschaffen. Hat man aber einen befallenen Baum gefunden, so trifft man fast immer mehrere kranke Zweige auf demselben an, die, da ein Zusammenhang des Myzels nicht besteht, auf ebenso viele voneinander unabhängige Infektionen hinweisen, und in den nächsten Jahren ist es immer nur derselbe Baum, auf dem sich der Pilz findet. Ich habe auf diese Erfahrung schon früher aufmerksam gemacht¹⁾. Der Schluß liegt sehr nahe, daß einzelne Kiefern gegen den Pilz in höherem Grade empfänglich sind als die Mehrzahl der Bäume. In diesem Sinne hat sich unter den Botanikern schon Liro (Lindroth)²⁾ ausgesprochen, und auch von forstlicher Seite³⁾ neigt man dieser Ansicht zu.

So kam ich auf den Gedanken, mit Bäumchen, die aus Samen kienzopfkranker Kiefern herangezogen waren, Versuche zu machen; denn wenn eine besondere Empfänglichkeit einzelner Bäume vorhanden ist, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß diese Eigenschaft in mehr oder weniger hohem Grade auf die Nachkommen vererbt wird. Gegen diesen Gedanken wandte zwar Herr Oberförster Haack ein, daß er sich nicht viel Erfolg davon verspreche, weil die *Peridermium*-Krankheit keine Kinderkrankheit der Kiefer sei, und nach den Erfahrungen der Praxis könnte es auch scheinen, daß die Kienzopfkrankheit ein gewisses höheres Alter der Bäume bevorzugt⁴⁾; aber es fehlt keineswegs an Beobachtungen über das Auftreten des Pilzes an jüngeren, z. B. 5- oder 7jährigen Bäumen⁵⁾, und vom botanischen Standpunkte aus liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß die jungen Triebe an jungen Bäumchen ein anderes physiologisches Verhalten zeigen als an alten. Die Herren Forstmeister Aschoff (Oberförsterei Munster, Hannover) und Oberförster Schultz (Gr. Bartel, Kr. Stargard) hatten die Güte, mir im März 1914 Zapfen kienzopfkranker Kiefern zu übersenden, die zum größeren Teil sehr kümmerlich aussahen, aber doch eine genügende Zahl keimfähiger Samen enthielten. Diese wurden sogleich ausgesät und die Pflänzchen später in Blumentöpfen weiter gezogen. Trotzdem

1) Wirtswechselnde Rostpilze 1904, pag. 380; Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1902, Bd. XII, pag. 139; 1912, Bd. XXII, pag. 338.

2) Acta soc. pro faun. et. flor. Fenn. 1904, Tome XXIX, Nr. 7, pag. 49.

3) Herrmann, a. a. O. 1913, Sonderdruck, pag. 19. — Schultz, a. a. O. pag. 14. — Haack, a. a. O. pag. 24 und 33.

4) Herrmann, a. a. O. 1913, Sonderdruck, pag. 4. — Schultz, a. a. O. pag. 14 ff. — Haack, a. a. O. pag. 31.

5) Schultz, a. a. O. pag. 20.

eine Anzahl eingegangen ist, habe ich gegenwärtig noch 101 Bäumchen in 54 Töpfen in Kultur, die also jetzt im vierten Sommer stehen und im Aussehen den in den Photographien (Taf. IV u. V) dargestellten entsprechen.

Da man nicht wissen kann, ob die vermutete Empfänglichkeit auf alle Nachkommen vererbt ist, und da es zunächst nur darauf ankam, festzustellen, ob überhaupt einige der Bäumchen infiziert werden würden, so habe ich, um möglichst viel Aussicht auf Erfolg zu haben, zwar 1915 zunächst nur einen kleinen Teil, 1916 aber und abermals 1917 sämtliche Bäumchen mit Sporen bepudert, und zwar wesentlich an den jungen Sommertrieben. Dabei wurden an einem Teil der Triebe nach dem Vorgange Haack's mit dem Messer oder durch Abreißen von Nadelpaaren kleine Verletzungen angebracht. Die Pilze stammten von drei verschiedenen Stellen, von Lübeck, von Neugraben bei Harburg und von Niendorf bei Hamburg. Nach der Impfung standen die Pflanzen mehrere Tage unter Glasglocken und blieben später noch wochenlang im Gewächshause. Während des Winters kamen sie ins Freie.

Ich war doch sehr überrascht, als ich im Juni 1917 feststellen mußte, daß sich an zwei der im Sommer 1915 geimpften Bäumchen Blasen von *Peridermium pini* entwickelt hatten. In dem ersten Falle (Nr. 202) fanden sich zwei größere Aecidienblasen im unteren Drittel des Haupttriebs von 1916 und zwei kleinere am Grunde eines Seitentriebs, gleichfalls von 1916 (s. die Photographie, Taf. IV). Im zweiten Falle (Nr. 206) waren zwei größere Aecidien am oberen Ende des Triebs von 1915 dicht neben oder fast unmittelbar unter den dort abgehenden Seitentrieben von 1916 vorhanden. An zwei weiteren Pflanzen (Nr. 72 und 439) war der Jahrestrieb von 1916 im unteren Teile stark geschwollen, ohne daß Aecidien hervorbrachen (Taf. V). Die Untersuchung eines kleinen Rindenstücks des einen Bäumchens (Nr. 72), das sich entnehmen ließ, ohne die Pflanze zu schädigen, ergab das Vorhandensein reichlichen Myzels in den Interzellularräumen, so daß auch in diesem Falle der Befall durch *Peridermium* als erwiesen gelten konnte. Dies wurde völlig zur Gewißheit, als die beiden Pflanzen Mitte September abermals besichtigt wurden. Es waren jetzt Spermogonien vorhanden, deren Inhalt in derselben Weise in Tröpfchen aus der Rinde hervortrat, wie ich es früher für den im Freien beobachteten Pilz und auch für *Peridermium strobi* beschrieben habe¹⁾.

1) Ber. der Deutsch. bot. Ges. 1888, Bd. VI, pag. XI; 1891, Bd. IX, pag. (7); Abhandl. naturw. Ver. Bremen 1892, Bd. XII, pag. 372; Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1905, Bd. XV, pag. 86 und Taf. III.

Das Bäumchen Nr. 206 ging im Laufe des Sommers infolge des Pilzbefalls zugrunde, wie ich nicht anders erwartet hatte. Das andere (Nr. 202) würde wohl dasselbe Schicksal gehabt haben, wenn ich es nicht vorher, um es zu erhalten, für das Herbarium getrocknet hätte.

Die Impfung sämtlicher Bäumchen wurde im Juni 1917 wiederholt, und zwar mit Pilzen von Munster (Forstmeister Aschoff), von Niendorf bei Hamburg und von Escheburg bei Bergedorf. Außer verletzten und unverletzten jungen Trieben wurden auch durch Abreißen einiger Nadeln verletzte vorjährige Triebe geimpft. Die verletzten und unverletzten Triebe wurden gesondert bezeichnet, was im vorausgehenden Jahre leider versäumt worden war. Dann blieben die Pflanzen bis Ende Oktober im Gewächshaus. Die Besichtigung im Oktober zeigte, daß jetzt eine ziemlich große Zahl von Bäumchen mehr oder weniger deutliche Anschwellungen hatte, und zwar teilweise an den Trieben von 1916, zum Teil aber auch schon an den Trieben von 1917. Die Einzelheiten sind folgende:

Erste Gruppe. Trieb von 1916 nach vorgenommener Verwundung geimpft. Ergebnis: An zwei Bäumchen (Nr. 518 und 524) sind Anschwellungen am Trieb von 1916 vorhanden, an Nr. 518 auch am Trieb von 1915.

Zweite Gruppe. Trieb von 1916 nach Verwundung, Trieb von 1917 ohne Verwundung geimpft. Ergebnis: fünf Bäumchen haben Anschwellungen am Trieb von 1916 (Nr. 502a, b und c, 513 und 516b), zwei davon auch am Trieb von 1917 (Nr. 513 und 516b), eines anscheinend nur am Trieb von 1917 (Nr. 516a).

Dritte Gruppe. Triebgrenze 1916—17 nach geringer Spaltung in der Gabelung und außerdem Trieb 1917 ohne Verletzung geimpft. Ergebnis: drei Bäumchen, Nr. 437a und b und Nr. 504 zeigen Anschwellung im oberen Drittel des Triebs von 1916, Nr. 437a und b außerdem im unteren Teil des Triebs von 1917. Ferner haben Nr. 424 Anschwellung am Grunde des Triebs von 1917 und Nr. 404 und 422 daselbst vom Grunde an aufwärts.

Vierte Gruppe. Trieb von 1917 nach Verwundung geimpft. Ergebnis: Die 10 Bäumchen Nr. 178, 180a und b, 201a und b, 432, 507, 515, 519, 521 und 525 haben Anschwellungen am Trieb von 1917. An Nr. 201a sind Spermogonien vorhanden, die Spermastien entleeren.

Fünfte Gruppe. Trieb von 1917 ohne Verletzung geimpft. Ergebnis: Die fünf Bäumchen Nr. 210, 425, 433, 514 und 522 haben

Anschwellungen am Trieb von 1917, Nr. 522 auch am Trieb von 1916, Nr. 215 nur am Trieb von 1916.

Die mikroskopische Untersuchung, zu der nur ein winziges Parenchymstättchen unter dem Periderm entnommen zu werden braucht, ergab in den Anschwellungen sämtlicher 30 Bäumchen die Anwesenheit reichlichen Myzels. Färbung mit Bleu coton GBBB in Laktophenol erwies sich als bequemes und zuverlässiges Hilfsmittel. Der Befall durch *Peridermium pini* ist also für 30 % der geimpften Bäumchen sicher gestellt. Eine Erhöhung dieser Zahl ist vielleicht noch zu erwarten, da noch einige zweifelhafte Anschwellungen vorhanden waren, die, um sie nicht zu stören, nicht mikroskopisch untersucht und einstweilen außer Betracht gelassen sind. Es ist zugleich gezeigt, daß schon 3—4jährige Sämlinge befallen werden können.

Hinsichtlich der Deutung der festgestellten Tatsachen gibt es drei Möglichkeiten.

Erstens. Der Pilz ist von den kranken Mutterpflanzen auf einen Teil der Nachkommen vererbt worden. Wer ein Anhänger der Mykoplasmalehre Eriksson's ist, mag diese Deutung für die beste halten. Gegen die Annahme eines im Samen enthaltenen Krankheitskeims irgendwelcher Art spricht aber, daß der Pilz an den gleichalterigen und gleichbehandelten Bäumchen zu verschiedenen Zeiten, an verschiedenalterigen Trieben aber gleichzeitig zum Vorschein kam.

Zweitens. Der Pilz ist während der Zeit vom Herbst bis zum ersten Frühling, wo die Bäumchen im Freien standen, vom Teleuto-sporenwirt auf die Kiefern gelangt. Dies ist im höchsten Grade unwahrscheinlich. Ein Teleutosporenwirt ist nicht bekannt, die *Peridermium*-Sporen sind zu jener Zeit nicht mehr keimfähig, das *Peridermium* selbst ist in der Umgebung Hamburgs sehr selten, der nächste Standort $8\frac{1}{2}$ Kilometer entfernt.

Drittens. Der Befall ist die Folge der vorgenommenen Impfung. Diese Annahme gibt die einzige ungezwungene Erklärung der Tatsachen.

Ich halte also die Übertragung des *Peridermium pini* mittels der Aecidiosporen von Kiefer zu Kiefer jetzt für bewiesen und die Versuche Haack's für bestätigt. Durch genügend zahlreiche Versuche unter Übrigglassung ausreichender Kontrollpflanzen würde man jetzt nötigenfalls Beweise bringen können, die jeden Zweifel ausschließen. Für derartige und andere Versuche zur Aufklärung der Lebensweise des Pilzes ist der Weg gewiesen.

Die Erscheinungen ähneln in mehreren Punkten denjenigen, die ich bei der Sporidieninfektion der Weimutskiefer beobachtet und bereits 1905 beschrieben habe¹⁾.

Auf einige Fragen, die sich anschließen, muß noch eingegangen werden.

Die hauptsächlichste Eingangspforte des Pilzes sind, darüber kann kein Zweifel sein, die jüngsten Jahrestriebe. Es scheint sogar, als ob sich der Erfolg hier schon im Herbst nach der Infektion bemerkbar machen kann. In nicht weniger als 23 Fällen waren die Triebe von 1917, und zum Teil wesentlich nur diese, angeschwollen und enthielten Myzel. Da ich die Bäumchen aber 1916 schon einmal geimpft hatte, ist die Möglichkeit nicht abzuweisen, daß dieser Infektionserfolg auf Myzel zurückzuführen ist, das bereits im Jahre 1916 eingedrungen und damals in die Endknospen gelangt war, bei deren Entfaltung die Triebe von 1917 von Anfang an ergriffen sein mußten. Wenn es so wäre, sollte man allerdings erwarten, daß sich dann die Wirkung der Infektion in höherem Grade, als es der Fall war, an den Trieben von 1916 gezeigt hätte; denn in mehr als 12 Fällen waren die Triebe von 1916 entweder gar nicht oder nur an der oberen Grenze ein wenig angeschwollen.

Ich habe versucht, durch mikroskopische Untersuchung Aufschluß zu erhalten. Es wurden dazu ein paar Bäumchen ausgewählt, die nur im oberen Teil des Triebes von 1917 Anschwellungen hatten, und Querschnitte durch den obersten Teil der Triebe von 1916 gemacht, da für diesen Zweck die Entnahme von Rindenproben nicht ausreichte. An zwei Bäumchen war die Rinde fast frei von Myzel, das Mark war aber in allen Fällen von reichlichem Myzel durchwachsen. Man könnte vielleicht schließen, daß in diesen Fällen die Triebe von 1916 nicht ursprünglich infiziert gewesen sind, sondern daß das Myzel aus den Trieben von 1917 auf dem Wege durch das Mark eingedrungen war.

Ferner wurden zwei Endknospen infizierter Triebe untersucht. Diese waren in auffallend hohem Grade von Myzel durchwuchert; die Hyphen drangen bis in die Gegend der jüngsten Seitenanlagen gegen den Vegetationspunkt vor (vgl. die Abbildung, pag. 204). Auch in den Anlagen der Nadelpaare und der Deckblätter derselben waren Hyphen

1) Kulturversuche XII. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1905, Bd. XV, pag. 86, Taf. III. v. Tubeuf, der über die Lücke in der Kenntnis der Biologie des *Peridermium strobi* „endlich Klarheit“ schaffen möchte, scheint diese Arbeit nicht zu kennen. Vgl. Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtsch. 1917, Bd. XV, pag. 276.

enthalten. Es ist kein Zweifel, daß solche Knospen Sprosse ergeben, die von Anfang an stark befallen sind. Man wird also folgern müssen, daß ein Teil der Infektionen an den Trieben von 1917 sicher auf die schon 1916 vorgenommene Impfung zurückzuführen ist.

Besser als es der mikroskopischen Untersuchung gelungen ist, werden künftige Infektionsversuche, bei denen man nur einmal und an bestimmten Stellen impft, zeigen, welche Möglichkeiten für die Infektion und die Geschwindigkeit der Entwicklung vorhanden sind.

Im allgemeinen fällt bei der mikroskopischen Untersuchung die Reichlichkeit des Myzels in den befallenen Geweben auf. Im Mark



Längsschnitt durch den obersten Teil der Endknospe eines mit *Peridermium pini* infizierten Kieferntriebs (von 1917). Die Hyphen durchwuchern in den Interzellularräumen die ganzen Gewebe des Sprosses und gelangen bis in die Nähe des Vegetationspunktes. Stellenweise dringen Haustorien in die Zellen ein. Etwas schematisch. Vergrößerung 180:1.

und in der äußeren Rinde ist fast jede Zelle von Hyphen umspinnen. Etwas weniger zahlreich sind sie im Phloem. Im Holze findet man sie spärlicher, in den Markstrahlen und in den Harzgängen, nur selten zwischen den Tracheiden. In das Innere der Zellen dringen hie und da Haustorien ein.

Die Frage, ob das Myzel unmittelbar in die Rinde oder auf dem Wege durch die Nadeln eindringt, wird vielleicht nur durch mühsame anatomische Untersuchung beantwortet

werden können. Für *Peridermium strobi* ist gezeigt, daß die Nadeln befallen werden können¹⁾, aber nicht, daß das Myzel aus den Nadeln in die Rinde wächst.

Durch neue Versuche wird auch die Frage zu prüfen sein, ob

1) Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1905, Bd. XV, pag. 87.

Verwundung auf die Infektion einen Einfluß ausüben kann. Es ist immerhin bemerkenswert, daß unter den verwundeten Trieben von 1917 ein größerer Infektionserfolg vorliegt als unter den unverwundeten. Das kann durchaus Zufall sein, zumal, wie eben erörtert, die Frage nicht entschieden ist, auf welchem Wege diese Triebe infiziert waren. Wenn auch die sonstigen Erfahrungen über Rostpilze dagegen sprechen, wäre es aber vielleicht doch nicht ganz unmöglich, daß *Peridermium pini* durch Wunden eindringe. Die Verwundung legt Gewebe frei, in welchem das Myzel leben kann. Wenn die Keimschläuche der Sporen sich rasch genug entwickeln, könnten sie in den Schutz tieferer Gewebeschichten vordringen, ehe die freigelegten Zellen absterben oder die Wunde durch Kork geschlossen wird. An Wundinfektion im gewöhnlichen Sinne, d. h. Ansiedelung des Pilzes auf absterbendem Gewebe, ist selbstverständlich nicht zu denken. Als Infektionen in Wunden könnten die Fälle der Bäumchen Nr. 518 und 524 aufgefaßt werden, wo die der unmittelbaren Infektion wahrscheinlich nicht mehr zugänglichen Triebe des voraufgehenden Jahres (1916) durch die Impfung von 1917 infiziert sind, falls es sich hier nicht, was vielleicht wahrscheinlicher ist, um einen schon 1916 erfolgten, langsam weiter entwickelten Befall handelt.

Endlich wäre noch zu erwägen, ob Wunden vielleicht den Gesamtzustand der Triebe im Sinne einer größeren Empfänglichkeit beeinflussen. An einen solchen Einfluß könnte man auch hinsichtlich der Rindenlaus *Chermes pini* Koch denken, die einen Teil meiner Kiefern befallen hatte, und deren ich mich nur mühsam erwehren konnte. Über derartige Fragen werden vielleicht vergleichende Versuche künftig Auskunft geben; man müßte die Prozentsätze erfolgreicher Impfungen an verletzten und an unverletzten Trieben ermitteln.

Was die Empfänglichkeit im allgemeinen betrifft, so besteht kein Zweifel, daß ein Teil der von mir aus Samen gezogenen Kiefern in hohem Grade empfänglich war. Ob sie es alle waren, wird sich erst entscheiden lassen, wenn das Verhalten der bisher gesund gebliebenen weiter beobachtet wird oder neue Versuche mit ihnen angestellt werden. Von drei früher mehrfach geimpften größeren, jetzt 12—13jährigen Kiefern habe ich zwei in den letzten Jahren mit denselben Sporen, mit denen auf den jungen Bäumen Erfolg erhalten wurde, teils an verletzten und unverletzten jungen Trieben, teils an Wunden älterer Zweige mehrfach geimpft, aber völlig ohne Wirkung. Diese beiden

1) Nach gütiger Bestimmung durch meinen Kollegen Prof. Dr. L. Reh.

Kiefern schienen also wirklich unempfindlich zu sein. Allerdings muß bemerkt werden, daß diese großen Bäumchen nicht mehr unter Glasglocken gestellt werden konnten, sondern nur im Gewächshause standen. Um die Frage der Empfänglichkeit der Lösung näher zu bringen, wird es sich empfehlen, die Versuche jetzt mit Nachkommen von gesunden und mit Nachkommen von kranken Bäumen gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen, aber im einzelnen mit verschiedenartigen Abänderungen zu wiederholen.

Für die Biologie der Rostpilze ergibt das Verhalten des *Peridermium pini* einen ganz neuen und sehr merkwürdigen Fall. Keimungsversuche mit den Sporen zeigen, daß der Pilz ein echtes Aecidium, kein Endophyllum ist, denn es entstehen einfache Keimschläuche, kein Promyzel mit Sporidien. Es gelang, reichliche Keimung hervorzurufen, wenn die Sporen mit einer dünnen Wasserschicht unter das Deckglas, von feuchten Kammern¹⁾ gebracht wurden. Dagegen verweigerten dieselben Sporen die Keimung, wenn sie nur von feuchter Luft umgeben waren, und ebenso unterblieb jede Keimung auf Salepagar.

Von den Rostpilzen mit wiederholter Aecidienbildung unterscheidet sich der Pilz, abgesehen von dem Perennieren des Aecidienmyzels, durch die Spermogonienbildung. Allerdings habe ich die den Aecidien an Bäumchen 202 und 206 vermutlich vorangegangenen Spermogonien seinerzeit nicht bemerkt, und ob den an Nr. 72, 439 und 201a beobachteten Spermogonien Aecidien folgen werden, bleibt noch abzuwarten. Aber daß durch die Infektion mit Aecidiosporen Spermogonien entstehen können, steht fest.

Daß neben der sich wiederholenden Aecidienbildung noch Wirtswechsel vorkommt, möchte ich nicht glauben, wenigstens in Mitteleuropa dürfte der Pilz keinen Teleutosporenwirt finden. Vielleicht geht der Erwerb des Vermögens, Aecidien aus Aecidiosporen hervorzubringen, in diesem Falle mit dem Verlust der wirtswechselnden Lebensweise und dem Fortfall der Teleutosporen Hand in Hand. Diese Frage wird sich vielleicht indirekt durch Versuche mit *Peridermium Cornui* lösen lassen. Falls auch *Peridermium Cornui* imstande wäre, die Kiefern unmittelbar zu infizieren, dürfte auch *Peridermium pini* noch Wirtswechsel haben. Wenn es nicht der Fall wäre, würde das für den Verlust des Wirtswechsels sprechen. Man müßte Versuche mit einem für *Peridermium pini* empfänglichen Stamm von Kiefern

1) Von der Jahrb. f. wiss. Bot. 1905, Bd. XLI, pag. 489 beschriebenen Form.





machen. Auch mit *Peridermium strobi* könnte man neue derartige Versuche einrichten. Die Weimutskiefern scheinen ja für ihren Blasenrost alle und leicht empfänglich zu sein. Aber die bisher mit *Aecidiosporen* ausgeführten Versuche haben zu einem Befall dieser Kiefer nicht geführt. Das würde bis auf weiteres in dem Sinne sprechen, daß Wirtswechsel und Wiederholung der Aecidienbildung nicht zusammen vorkommen.

Hamburg, den 25. Oktober 1917.

Erklärung der Tafeln.

Tafel IV.

Vierjährige Kiefern, davon die eine nach Impfung mit Sporen von *Peridermium pini* infiziert. Zwei Aecidienblasen im unteren Drittel des Triebes von 1916, zwei weitere (nicht gut sichtbar) am Grunde des linken Seitentriebs von 1916. Juni 1917.

Tafel V.

Vierjährige Kiefer nach Impfung mit Sporen von *Peridermium pini*. Starke myzelhaltige Anschwellung im unteren Teil des Triebes von 1916. Juni 1917. Später entstanden Spermogonien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [111-112](#)

Autor(en)/Author(s): Klebahn Heinrich

Artikel/Article: [Peridermium pini \(Willd.\) Kleb. und seine Übertragung von Kiefer zu Kiefer 194-207](#)