

I. Theil.

Der Schüttepilz, *Lophodermium Pinastri* (Schrad.).

1. Systematik.

Hierzu Tafel I und II.

Saccardo (Sylloge fungorum Vol. II. 1883, S. 794) fasst noch die Lophodermien auf den Nadeln von *Pinus silvestris*, *Strobus*, *Cembra*, *australis*, *contorta*, *Abies balsamea*, *Picea excelsa* zusammen in die eine Spezies „*Lophodermium Pinastri* (Schrad.) Chev.“.

Sydow führt dieselbe in Bd. XII. Thl. 1 von Saccardos Sylloge fungorum 1897 an auf *Picea excelsa*, *Abies pectinata*, *balsamea*, *Pinus Cembra*, *australis*, *contorta*, *obliqua*, *silvestris*, *Strobus*, wobei er mit der Nomenklatur der Coniferen übel umgeht.

Warum sie nicht auf *Pinus Laricio* erwähnt wird, ist unerfindlich.

Merkwürdiger Weise giebt auch Rehm in Rabenhorsts Kryptogamenflora diese Spezies auf *Pinus silvestris*, *Strobus*, *Cembra*, *excelsa* (womit die Fichte gemeint ist!), *Abies pectinata* an, obwohl er die neueren Arbeiten kennt und *Lophodermium nervisequium* auf der Weisstanne (*Abies pectinata*) sowohl wie *Lophodermium macrosporum* auf der Fichte (*Picea excelsa*) besonders behandelt.

Auf die Unterscheidung oder das Nichtunterscheiden der Arten auf Fichte und Tanne durch die älteren Autoren De Candolle, Fries, Duby, Fuckel hat schon Hartig (Wichtige Krankheiten der Waldbäume 1874) aufmerksam gemacht.

Auch Thümen (Beiträge zur Kenntniss der auf der Schwarzföhre vorkommenden Pilze 1883) wirft die auf Fichten und Kiefern lebenden Lophodermien zusammen, während sie Rostrup, der in seinem ersten Berichte über die Kiefernschütte¹⁾ noch verschiedene Arten zusammenfasste, diese in seinen späteren Arbeiten völlig getrennt gehalten und sogar ein paar neue Arten (auf *Picea* und *Pinus Strobus*) aufgestellt hat.

Schröter hat in der Kryptogamenflora von Schlesien 1893, III. Bd, S. 179 ff. die drei *Lophodermium*-Arten auf Kiefer, Fichte und Tanne richtig getrennt gehalten.

¹⁾ Beretning om en i de jydsk Statskove, paa Finantsministeriets Foranstaltning, i Oct. 1881 foretagen Rejse, for at undersøge den Skade, som er anrettet i Fyrreplantningerne af *Lophodermium Pinastri*, ledsage of Forslag til at bekaempe dens Udbredelse, Kjöbenhavn 1881.

Er giebt für *Lophodermium Pinastri* folgende Maasse an: Fruchtkörper 0,5—2 mm lang, 0,3—1 mm breit. Schläuche 100—150 μ lang, 10—15 μ breit. Sporen 75 bis 140 μ lang, 1,5—2 μ breit. Paraphysen 2,5—3 μ breit, an der Spitze schwach gebogen. Conidienfrüchte (*Leptostroma Pinastri* Desm.) 1 μ lang, 0,2 μ breit; Conidien 6—8 μ lang, 0,5—1 μ breit. Reife im April bis Juli, eine Angabe, die natürlich nicht auf genauer Untersuchung beruht und daher auch nicht genau zutrifft. Die Maasse Tulasne's (Schläuche 110—130 μ lang, höchstens 13 μ breit, Sporen 95—110 μ lang, 2,5—3,5 μ breit) weichen etwas von den Schröter'schen ab, dabei scheint Tulasne Paraphysen als Sporen gezeichnet zu haben.

Meine Messungen ergaben:

Schlauchlänge	ca. 120—150 μ
Schlauchbreite	„ 12—16 „
Sporenlänge	„ 95—120 „ ungequollen.

Von dieser spezifisch nur auf Kiefern vorkommenden Art zu unterscheiden ist *Lophodermium nervisequium* auf den Nadeln von *Abies*-Arten und die von R. Hartig aufgestellte Art auf *Picea*, das *Lophodermium macrosporum*, ferner das seltene *Lophodermium laricinum* auf Lärchen.

Rostrup unterscheidet ausserdem auf der Fichte und Tanne *Lophodermium Abietis* und auf der österr. Kiefer *Loph. gilvum*. Aehnliche Nadelkrankheiten an Waldbäumen verursacht noch die von mir aufgestellte Gattung *Hypodermella* und zwar *Hypodermella sulcigena* (Link) an *Pinus silvestris* und *Pinus montana*, *Hypodermella Laricis* Tubeuf an der Lärche, ferner die Gattung *Hypoderma* und zwar *Hypoderma strobicola* (Rostr.) Tub. syn. *Lophodermium brachysporum* Rostr. und das mir in seiner Biologie unbekanntes *Hypoderma pinicola* Brunch. auf *Pin. silvestris*.

Die einzige Zusammenstellung aller dieser Arten findet sich in der englischen Ausgabe¹⁾ meiner „Pflanzenkrankheiten“. Der grossen Bedeutung wegen, die diese Pilze für den deutschen Wald haben, soll hier eine systematische Uebersicht über dieselben und eine Beschreibung der von mir entdeckten neuen Krankheit der Lärche durch *Hypodermella Laricis* folgen.



Fig. 1.

Kiefernadel mit den Apothecien von *Lophodermium Pinastri*.

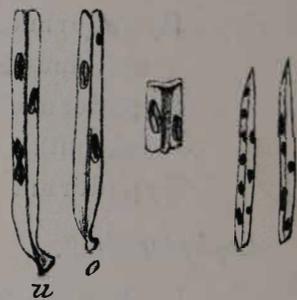


Fig. 2.

Lophodermium Abietis an Weissstannennadeln von Prof. Rostrup (links), und von Fichtennadeln (rechts).

¹⁾ Diseases of Plants induced by Cryptogamic Parasites. London 1897.

A n h a n g.

a) Uebersicht über die auf Coniferennadeln vorkommenden parasitären Hysteriaceen.

Zu den Hysteriaceen gehören die Hysterineen, Hypodermieen, Dichaenaceen und Acrospermaceen.

Die auf den Nadeln unserer Coniferen schmarotzenden Hysteriaceen gehören alle zu den Hypodermieen.

Innerhalb der Hypodermieen bilden sie drei Gattungen.

1. Hypodermella. Apothecien schwarz, länglich. Sporen einzellig, thränenförmig, zu 4 in einem Askus, kürzer wie der Schlauch.
2. Hypoderma. Apothecien schwarz, länglich. Aeusserlich mit Lophodermium übereinstimmend. Sporen nicht fadenförmig, anfangs ein-, später zweizellig, zu 8 im Schlauche.
3. Lophodermium. Apothecium schwarz, länglich, oft linienförmig über die ganze Nadel verlaufend. Sporen einzellig, zu 8 fadenförmig im Schlauche, länger wie die halbe Schlauchlänge.

Speziesübersicht der auf Coniferennadeln parasitirenden Hypodermieen:

Hypodermella.

Hypodermella Laricis Tub. auf *Larix europaea*.

Hypodermella sulcigena (Link) Tub. auf *Pinus silvestris* und *montana*.

Hypoderma.

Hypoderma strobicola Tub. syn. *Lophodermium brachysporum* Rostr. auf *Pinus Strobis* und *excelsa*.

Hypoderma pinicola Brunch. auf *Pinus silvestris* (mir nicht näher bekannt).

Hypoderma robustum n. sp. auf *Abies* (*concolor?*).

Lophodermium.

Lophodermium Pinastri (Schr.) auf *Pinus silvestris*, *montana*, *Laricio* (und vielleicht anderen Zweinadlern) und auf *Pinus Cembra*.

Lophodermium macrosporum Hartig an *Picea excelsa*.

Lophodermium Abietis Rostr. an *Picea excelsa* und *Abies pectinata*.

Lophodermium nervisequium (D. C.) an *Abies pectinata*.

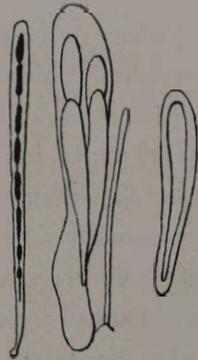
Lophodermium laricinum Duby an *Larix europaea*.

Lophodermium gilvum Rostr. an *Pinus Laricio*.

Lophodermium juniperinum (Fries) an *Juniperus communis*.

Repräsentanten der drei Gattungen sind in den folgenden Figuren abgebildet.

Hypodermella.

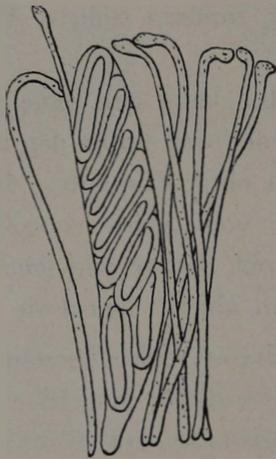


1. *H. Laricis*.

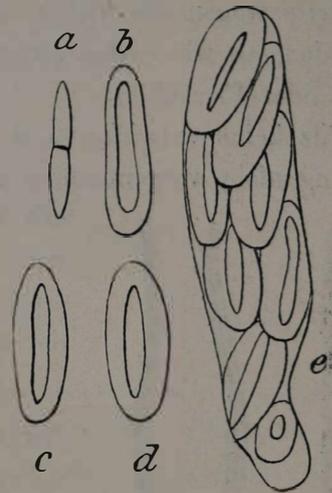


2. *H. sulcigena*.

Hypoderma.

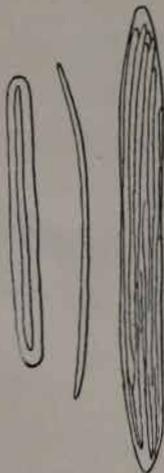


3. *H. strobicola* (u. a. b.)

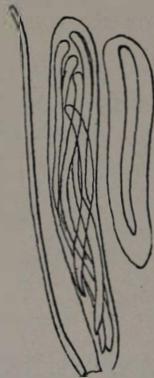


4. *H. robustum* (ausser a, b)

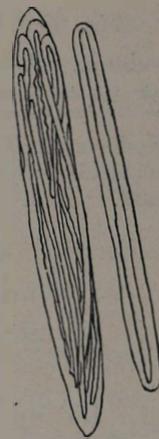
Lophodermium.



5. *L. Pinastri*.



6. *L. nervisequium*.



7. *L. macrosporum*.

Fig. 3.

Anmerkung: Fig. 1, 2, 3 sind Tubeuf's „Pflanzenkrankheiten“ entnommen, Fig. 4, 5, 6, 7 vom Verf. neu gezeichnet.

b) Bemerkungen über neue Arten oder Nomenklatur-Aenderungen.

Mayr¹⁾ fand in Amerika zwei Hysteriaceen auf *Abies concolor*. Beide waren unreif und konnten daher nicht näher beschrieben werden. Mayr gab ihnen die vorläufigen Namen *Lophodermium abietis concoloris* und *Lophodermium infectans*. Unter den von Mayr gesammelten Pilzen erkannte ich das noch unreife *Lophodermium abietis concoloris* an einer von Mayr beschriebenen, auf denselben Nadeln vorkommenden Uredinee; die andere Art (*Loph. infectans*) sah ich nicht, dagegen fand ich unter den Mayr'schen Pilzen eine Hysteriacee auf einer japanischen Tanne. Sie befand sich auf den Nadeln von *Abies Mariesii* aus Nantaisan, Okt. 89 und bildet schwarze streifenförmige Apothecien auf dem Mittelnerv der Nadelunterseite, ganz wie *Lophodermium nervisequium*. Auf der Oberseite tragen die Nadeln aber kein schwarzes Band mit den Spermogonien, so wie es bei jener der Fall ist, sondern isolirte dunkle Punkte oder Fleckchen.

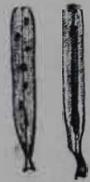


Fig. 4.

Hysteriacee an *Abies Mariesii*.

Da der Pilz keine entwickelten Schläuche besass, kann eine nähere Beschreibung und Bestimmung nicht vorgenommen werden. Ferner war unter den Pilzen eine Art auf Tannennadeln ohne Etiquette. Ich nehme an, dass die Nadeln von *Abies concolor* sind. Sie erscheinen aber viel derber wie jene, auf welchen der *Lophodermium abietis concoloris* ist.

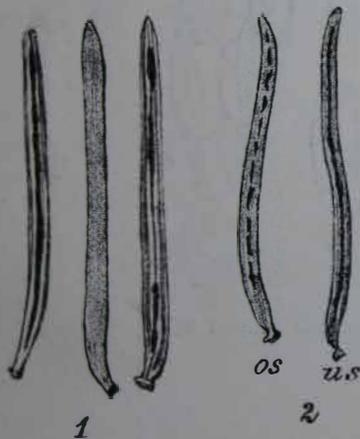


Fig. 5.

1. *Hypoderma robustum*.
Rechts und links von der Unterseite, in der Mitte von der Oberseite.
2. *Lophodermium Abietis concoloris* Mayr.
os = Oberseite. us = Unterseite.

Der Pilz stimmt nicht überein mit der von Mayr auf *Abies concolor* angeführten Art *Loph. infectans*, die einerseits unreif war, andererseits nur ganz kurze Apothecien bilden soll.

Der mir vorgelegene Pilz ist vollkommen reif und entwickelt. Er gehört nicht zu *Lophodermium*, sondern zu *Hypoderma* und muss als neue Art beschrieben werden:

Hypoderma robustum n. sp.

Abies-Nadel 35 -- 40 mm lang, 2 mm breit, sehr derb. Apothecium genau auf dem Mittelnerv der Nadelunterseite, von der Basis bis zur Spitze reichend, oder als kürzere Lager vertheilt in der Mehrzahl vorhanden (vgl. Fig. 6).

Die Schlauchlänge beträgt	150—165 μ
„ „ -breite	30— 36 „
Die Sporenlänge beträgt mit Gallerthülle	54— 60 „
„ „ -breite ohne	30— 36 „
„ „ -breite mit	24 „
„ „ -breite ohne	3 „

¹⁾ Die Waldungen von Nordamerika. 1890. S. 336.

Mayr bildet in seinem zitierten Werke noch ab: *Lophodermium baculiferum* Mayr auf *Pinus ponderosa*, im Saatkampe eine Schüttekrankheit veranlassend. Diese Art soll auch *Pinus Laricio* und *resinosa* dort befallen. Sie unterscheidet sich von *Loph. Pinastri* nach Mayr nur durch die an den Enden spazierstockartig umgebogenen Paraphysen.

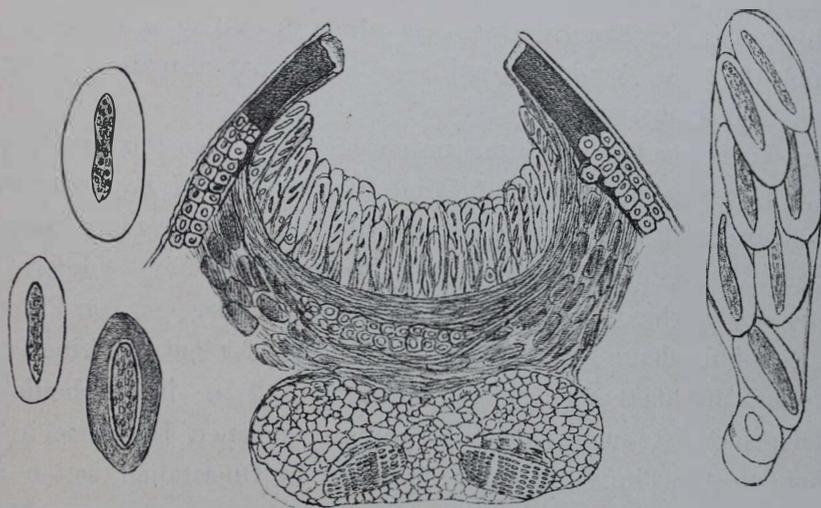


Fig. 6.

Hypoderma robustum.

Mayr stellt ferner eine Gattung *Hysteriopsis* mit 1 Spezies *Hysteriopsis acicola* Mayr auf den Nadeln von *Picea Sitkaensis* auf. Er fand nur Pykniden. (Es lässt sich demnach nicht feststellen, wohin der Pilz gehört.)

Unter der Schüttekrankheit leidet bis jetzt in praktisch schädigender Weise eigentlich nur die gemeine Kiefer, *Pinus silvestris*, und zwar nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen europäischen Ländern wie Russland, Dänemark etc.

Von *Pinus rigida* berichtet Forstmeister Euen zu Oberfier in Danckelmanns Zeitschrift 1897, S. 479, dass sie im schlimmsten Schüttebezirk völlig frei blieb, so dass die Kulturen derselben als „grüne Oasen“ erschienen (und zwar auch bei stärkstem Spätfrost).

Ich fand die Erscheinung der Schütte zwar noch nicht an *Pinus rigida*, wohl aber die *Lophodermium*früchte an abgestorbenen, vorjährigen Primärblättern derselben. Der Schüttepilz kommt noch auf *Pinus montana* und *Pinus Laricio* vor. Die auf *Pinus Cembra* vorkommende Form ist morphologisch auch nicht zu unterscheiden.

Bezüglich der äusseren Erscheinung der „Schüttekrankheit“ ergibt sich aus den Fragebogen folgendes:



Fig. 7.

Hypoderma strobicola.

Während Schongau und Buchen mittheilen, dass die Schwarzkiefern nicht an der „Schütte“ erkranken, wird aus Sachsen-Altenburg (Domänenfideikommiss-Verwaltung) berichtet, dass auch die Schwarzkiefern die Schütte bekämen. —

In dem mir von Herrn Geheimrath Prof. Dr. Engler in Berlin gütigst zur Verfügung gestellten Staatsherbar befanden sich unter Rabenhorst, fungi europaei, von Cesati eingelegte Kiefernadeln in einer Kapsel mit der Etiquette *Lophodermium Pinastri* Chev. forma *Strobi* Ces. In silvis R. Villae a Capodimonte, prope Napolim hyeme 1872/73. V. de Cesati. — Cesati hat also diese Form aufgestellt und die Nadeln selbst ausgegeben.

Bei mikroskopischer Untersuchung unterschied sich der Pilz von *Lophodermium Pinastri* nicht. Es käme demnach auf *Pinus Strobus* sowohl *Lophodermium Pinastri* wie *Hypoderma strobicola* vor. Bei näherer Betrachtung der wenigen Nadeln erkannte man aber, dass die Nadeln gar nicht der Weymouthskiefer, sondern einer zweinadeligen Kiefer angehörten. Man darf wohl annehmen, dass sie von *Pinus halepensis*, der Aleppokiefer, sind, denn gerade diese südliche Kiefer hat so feine, zarte Nadeln wie *Pinus Strobus*, nur dass eben statt 5 immer nur 2 in einer Scheide sitzen.

Pinus halepensis ist auch jedenfalls am angegebenen Fundorte in Unteritalien viel eher vorhanden wie *Pinus Strobus*, die schon in Oberitalien selten angebaut ist und dort durch den noch schöneren Fünfnadler *Pinus excelsa* vom Himalaya vertreten wird.

Lophodermium brachysporum Rostrup gehört zu *Hypoderma*, da es keine fadenförmigen Sporen besitzt. Es giebt aber schon ein *Hypoderma brachysporum* Spegazini (Fungi Fuegiani n. 302. Buenos Aires 1887).

Wenn nun auch die Rostrupsche Art (1883) älter ist wie diese, erscheint es doch richtiger, die Rostrupsche Art, welche zu einer anderen Gattung versetzt werden muss, dabei umzunennen.

Aus *Lophodermium brachysporum* Rostr. = *Hypoderma brachysporum* (Rostr.) würde dann *Hypoderma strobicola* (vgl. Tubeuf, Diseases of plants 1897, pag. 233). Ich fand diese Art zuerst in Deutschland (vgl. Tubeuf, Beiträge zur Kenntniss der Baumkrankheiten 1888) auf *Pinus Strobus* und auch auf *Pinus excelsa*.

c) *Hypodermella Laricis* Tubeuf.

Hierzu Taf. III.

Unter diesem Namen habe ich kurz im botanischen Centralblatte 1895 Bd. LXI und genauer in der englischen Ausgabe meines Handbuches¹⁾ einen Parasiten der Lärche zuerst beschrieben und an letzterem Orte auch abgebildet.

Die Kenntniss dieser Publikation fehlt den deutschen Botanikern, da die englische Ausgabe des citirten Werkes hier natürlich nicht verbreitet ist. Es dürfte auch

¹⁾ Diseases of plants induced by cryptogamic Parasites. Engl. Ed. by W. G. K. Smith. Longmans, Green and Co. London, New-York and Bombay 1897.

weniger bekannt sein, dass es sich bei derselben nicht bloss um eine Uebersetzung, sondern um eine Neubearbeitung handelt, die vieles enthält, was in der deutschen Ausgabe noch nicht berücksichtigt werden konnte.

Die von *Hypodermella Laricis* Tub. verursachte Krankheit der Lärchen beobachtete ich zuerst auf einer Exkursion der deutschen Naturforscherversammlung, welche im September 1894 von Wien aus auf den Semmering unternommen wurde. Die Krankheit der zahlreichen Lärchen war im obersten Drittel des Sonnenwendsteines, soweit dort die Lärchen noch gesellig beisammen wuchsen (also bis vielleicht $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Stunde unterhalb des auf der Spitze befindlichen Hotels), sehr auffallend. Ganze Aeste und Bäume erschienen mehr bräunlich wie grün, weil ein grosser Theil der Kurztriebe der Zweige abgestorbene, braune Nadeln trug. Das ganze Krankheitsbild war das einer ausgedehnten Epidemie. Eine nähere Besichtigung der braunen Nadeln liess in einer Mittellinie auf der Nadelunterfläche eine ganze Reihe glänzend schwarzer Pilzfruchtpolster erkennen, wie sie von den Hysterineen auf den Nadeln verschiedener Coniferen gebildet werden. Die gebräunten Nadeln waren vollständig entwickelt und boten durchaus nicht den Habitus, wie er sich etwa nach Frost zeigen würde. Das Absterben der Nadeln ist nicht im jugendlichen Stadium, sondern erst nach völliger Ausbildung eingetreten, während der Pilz offenbar die junge Nadel infizierte, seine Fruchtkörper dann allmählich entwickelte und erst nach dem völligen Absterben der ernährenden Nadel zur Reife brachte. Die Erkrankung der Lärchen war eine so heftige, dass vielfach nicht nur alle oder die meisten Nadeln eines Kurztriebes, sondern oft auch die meisten oder alle Kurztriebe eines Zweiges abgestorben und mit den Pilzfrüchten bedeckt waren. In vielen Fällen zeigten aber noch grüne Nadeln zwischen den braunen desselben Kurztriebes, dass die Pilzerkrankung selbst nur die Nadeln ergreift. Ein etwaiges Absterben der Zweige könnte also nur als eine Folgeerscheinung angesehen werden. Man findet aber alle Stadien der Erkrankung der Nadeln sowohl innerhalb eines Kurztriebes wie am ganzen Zweig, so dass zwischen mehr oder weniger erkrankten Kurztrieben auch noch völlig gesunde, unbefallene verblieben sind. Es ist daher auch nicht zu erkennen, weshalb die einen Nadeln erkrankt, die anderen nicht erkrankt sind, wenn man nicht individuelle Unterschiede unter den einzelnen Nadeln machen will. Es werden übrigens auch von den Lophodermien der Fichte und Tanne immer nur vereinzelte Nadeln zwischen den gesund bleibenden befallen. Ich habe später, im Jahre 1897, dieselbe Lärchenerkrankung in der Nähe des Tatzelwurms bei Brannenburg in Oberbayern gefunden, aber nur an einer einzelnen Lärche, an welcher eine grössere Anzahl von Kurztrieben die sehr charakteristische Krankheit zeigte. Von dieser Lärche holte ich Mitte Oktober 1899, also zwei Jahre später, den Pilz in völlig entwickeltem Zustande.

Bei meinem ersten Befunde auf dem Sonnenwendstein glaubte ich das mir nur aus der Litteratur bekannte *Lophodermium laricinum* Duby gefunden zu haben. Erst die nähere Untersuchung zeigte, dass ein ganz anderer Pilz vorlag, dessen Diagnose ich in der Sitzung des Botanischen Vereins in München am 12. Nov. 1894 publizirte (vgl. Botan. Centralbl. 1895. LXI. S. 46).

Der Pilz selbst ist durch folgende Maasse charakterisirt:

Die kaum mit einem Fusse versehenen, oben abgerundeten Schläuche sind ca. 90—100 μ lang und enthalten 4 thränenförmige, hyaline, einzellige Sporen von ca. 60 μ Länge und 16 μ Breite mit Gallerthülle (6 μ ohne Hülle).

Die Sporen besitzen eine leicht aufquellbare gallertartige Aussenmembran.

Die Paraphysen sind einfach, fadenförmig, hyalin, kürzer wie die Asken.

(Bei Hypoderma sind die Sporen beidendig zugespitzt und vielfach zur Reifezeit zweizellig, bei Lophodermium sind die Sporen fadenförmig.)

Durch meinen Eintritt in die biologische Abtheilung des K. Gesundheitsamtes in Berlin wurde mir das Herbarium des Herrn Geh.-Raths Frank zugänglich. In demselben befand sich mit der Etiquette „Lophodermium laricinum Duby Semmering 1884“ derselbe Pilz, welchen Frank also schon 1884 vom selben Standorte, wo ich ihn 1894 fand, gesammelt, aber für Lophodermium laricinum Duby gehalten und daher nicht weiter bearbeitet hatte. Da auch ich den Pilz anfangs dem Aeusseren nach für Lophodermium laricinum Duby hielt und derselbe am Semmering so heftig auftritt, darf angenommen werden, dass er auch von anderer Seite schon öfter beobachtet wurde. Zur Feststellung weiterer Standorte würden mir Zusendungen sehr willkommen sein.

Von besonderem Interesse ist es aber, dass sich die Krankheit an ein und derselben Stelle so lange Zeit erhält. Am Semmering, wo dieselbe vielleicht jetzt noch zu sehen ist, war sie zweifellos in auffälliger Weise 1884 und 1894, also wahrscheinlich während dieser ganzen Zeit, vorhanden. Bei Brannenbung fand ich in ca. 700 m Höhe am selben Baume die Krankheit 1897 und 1899, während andere Bäume in der Nähe von der Krankheit frei blieben.

Um den Habitus der erkrankten Zweige sicher festzuhalten, liess ich noch frische lebende Zweige photographiren und fertigte auf dieser Photographie sofort eine Farbenskizze, welche auf Taf. III zur Reproduktion gebracht wurde. Ausserdem wird der Pilz durch die anderen Figuren auf Tafel III dargestellt.

Zum Vergleich wurde das Lophodermium laricinum Duby, mit welchem die Hypodermella Laricis leicht verwechselt wird, in den Figuren 11 und 12 Tafel III abgebildet. Die Apothecien des Lophodermium sind grösser und länglicher und nicht so glänzend wie die der Hypodermella. Duby¹⁾, welcher diese Art aufstellte, hat ihr folgende Diagnose gegeben:

L. laricinum, sparsum minutum emergens laeve sed epidermide matricis tenuissima subtillime lineolatum ovatum atronitidum convexo-cristatum, labiis tenuibus elevatis conniventibus sed rimam longitudinalem angustissimam convexam relinquentibus, thecis elongato-clavatis non pedicellatis, sporis filiformibus acutis sporulas globosas 4—7 foventibus post disruptionem rectiusculis paulo divergentibus. — Ad folia sicca decolorata dejecta Laricis ad radices orientales Alpium Pedemontii reperi. — Minutissimum ab $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$ millimetrum longum.

¹⁾ Duby, Mémoire sur la tribu des Hystérinées in Mémoires de la soc. de physique et d'histoire nat. de Genève 1861. tome 16. p. 15.

Saccardo giebt als Grösse der Sporen 72μ Länge und $2,5 \mu$ Breite an. Als Spermogonium (Pyknide) wird *Leptostroma larinum* (Fuck. Symb. p. 256) hinzu gerechnet mit der Beschreibung: *Peritheciis gregariis, minutissimis, orbicularibus, convexis, demum applanatis, plicatis, aterrimis, nitidis, in macula pallida, conidiis ovoideis minutissimis*. Das *Lophodermium larinum* wurde von Fuckel in Oestrich, von Auerswald in Tyrol gefunden.

2. Morphologie des *Lophodermium Pinastris*.

Hierzu Tafel I.

Während von dem *Lophodermium macrosporum* und *nervisequium* die muster-giltigen Abbildungen auf den Hartigschen Tafeln¹⁾ existiren, sind mir genauere Bilder von *Lophodermium Pinastris* nicht bekannt geworden. Ich habe mich daher bemüht, diese Art auf den beigegebenen Tafeln zur Darstellung zu bringen.

Wie schon bemerkt, sind die meisten Apothecien oder, wie ich die Apothecien und Perithechien gemeinsam nenne²⁾, die „Schlauchgehäuse“ des Schüttepilzes im April ganz entwickelt, die Sporen sind völlig in den Schläuchen ausgebildet und die Schlauchgehäuse haben sich bereits geöffnet. Sie bleiben von da an offen d. h. mit Längsspalt versehen. Sie haben aber in Folge ihrer Quellbarkeit die Befähigung bei feuchtem Wetter den Spalt weit zu öffnen, bei trockenem ihn enge zu schliessen, wie gleich näher auseinandergesetzt werden soll. Eine Anzahl von Apothecien wird allerdings erst später reif und ist im Mai noch geschlossen zu finden.

Die Lophodermien haben also eine eigenthümliche Art ihre Apothecien spaltenförmig zu öffnen. Die Apothecien sind bei allen Hysterineen längliche schwarze Gehäuse, welche sich mit einem Längsspalt öffnen, so dass die Schlauch tragende Fruchtscheibe hierdurch freigelegt wird.

Wie meine Beobachtungen zeigen, ist das Oeffnen der Fruchtgehäuse durch die Bildung eines Längsspalt und das Auswerfen der Sporen aus dem Apothecium nicht ein einheitlicher Vorgang. Vielmehr tritt das Oeffnen und Wiederschliessen des Apotheciums nach der Bildung des Spalt wiederholt ein, ohne dass die Sporen beim ersten oder einem späteren Oeffnen alle ausgeworfen würden. Nach der erstmaligen Bildung des Spalt hängt das Oeffnen und Schliessen desselben lediglich von der Feuchtigkeit ab. Sobald das Apothecium eine Zeit lang im Wasser liegt, tritt in Folge von Quellung das Oeffnen ein. Mit zunehmender Trockenheit schliesst sich der Spalt wieder. Es ist das Apothecium der Hysterineen als ein offener, nur zeitweilig, bei Trockenheit, verschliessbarer Fruchtkörper zu betrachten, aus dem allmählich die Sporen entleert werden. Man findet daher auch zu allen Zeiten offene, gefüllte Apothecien, worauf an anderer Stelle näher eingegangen wird. Die erstmalige Oeffnung der Apothecien geschieht nicht wie bei vielen anderen Fruchtkörpern (z. B. bei *Phacidium*) durch ein unregelmässiges Aufreissen der deckenden Epidermis der Nährpflanzen in Folge von Quellung der Apotheciumtheile und hierdurch

¹⁾ R. Hartig, Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874.

²⁾ Vgl. Pflanzenkrankheiten, verursacht durch kryptogame Parasiten. S. 158.

entstandenen Druck. Der Spalt der Epidermis ist vielmehr ein ganz bestimmter, regelmässiger, genau in der Längsrichtung des Apotheciums liegender, welcher durch den inneren Bau des Apotheciums bedingt wird.

Die obere pseudoparenchymatische Decke des Apotheciums, welche von der Epidermis oder Epidermiswandung der Nährpflanze bedeckt ist, erscheint nicht als homogenes Pilzgewebe. Sie besteht vielmehr aus 2 Theilen, welche sich in einer Längslinie berühren, nicht aber hier völlig verwachsen sind.

Der Trennungstreifen besteht auch nicht aus dem schwarzen Pseudoparenchym wie die übrige Decke, sondern aus einander gegenüber stehenden, also von jedem Deckentheile abstehenden hyalinen, kurzen Papillen.

Genau über diesem Trennungstreifen der Apotheciumsdecke platzt die Epidermis der Nährpflanze auf.

Bei der nun folgenden Oeffnung des entstandenen Spaltes zu einem Ovale werden die Papillentreifen mehr in die Höhe gehoben und erscheinen nun als Lippen des mundförmig geöffneten Spaltes.

Bei genauerer Betrachtung mit der Lupe treten diese Lippen als hellere, oder öfters als röthliche Streifen deutlich hervor und sind also solche Ränder wohl auch von Anderen mit blossem Auge oder mit der Lupe schon gesehen aber nicht mikroskopisch als Papillensäume erkannt worden.

Behandelt man Schnitte durch Apothecien von *Lophodermium Pinastri* mit Chlorzinkjod, so tritt eine roth-lila Färbung dieser Papillen ein, während die Schläuche und Paraphysen nur gelb gefärbt werden.

Führt man mikroskopische Querschnitte durch ein Apothecium des *Lophodermium Pinastri* an *Pinus montana*, so erhält man die Bilder, wie sie auf der beigegebenen Tafel I dargestellt sind.

In der äussersten Ecke des Apotheciums zieht sich das dichte Hyphengeflecht nur unterhalb der sehr dickwandigen Epidermiszellen hin und drängt die Epidermiszellwand von der Hypodermzellreihe ab. Auf dem nächsten Bilde, welches einen der spaltförmigen Oeffnung des Apotheciums näher liegenden Schnitt darstellt, hat sich eine schwarze pseudoparenchymatische Deckschicht zwischen den Epidermiszellen und deren Aussenwand entwickelt und 2 Epidermiszellen aus der Reihe herabgeschoben, so dass sie in dem lockeren hellen Hyphengeflecht liegen. Dieses letztere Gewebe hat sich zwischen Epidermiszellen und Hypodermzellen ausgedehnt. Bild 3 zeigt die weitere Entwicklung und Ausbreitung des letzteren Gewebes. Das schwarze, pseudoparenchymatische Gewebe wird nur von der Wand der nach innen gedrückten Epidermiszellen bedeckt und beginnt diese Wand aufzusprengen. Es entwickelt sich dann aber noch weiter unterhalb der nächsten Epidermiszellen. An dieser Stelle werden die Papillen gebildet, welche auf Bild 4 zu sehen sind. Diese Figur befindet sich an der Ecke des Spaltes, wo die Papillenlippen noch nicht völlig auseinander gewichen sind.

In derselben sind 7 Epidermiszellen herabgedrückt, so dass sie auf dem Hypoderm liegen. Die schwarze Deckschicht hat sich eine Strecke weit unter den Epidermiszellen ausgebildet. —

Fig. 6 der Tafel I der gemeinen Kiefer zeigt dagegen ein Stadium, in dem unter vollkommen geschlossener Epidermis die schwarze Deckschicht ausgebildet ist, die trennende Papillenzonen aber schon deutlich vorhanden erscheint. —

In Fig. 5 unserer Serie ist das Apothecium der *Pinus montana* völlig geöffnet d. h. der Schnitt ist mitten durch den geöffneten Spalt geführt. Auch hier ist der äussere Deckentheil frei von Epidermiszellen und nur von deren Aussenwand gedeckt. Die zugehörigen Epidermiszellen sitzen unter dem Apotheciumfruchtkörper der Hypodermiszellen auf. Die hellen Papillen sind nach oben gerichtet. Natürlich könnte man statt davon, dass die Epidermiszellen herabgedrückt seien, noch besser davon sprechen, dass ihre Aussenwand abgehoben und emporgewölbt wurde. Bei Trockenheit schliesst sich der Spalt soweit, dass sich die Papillenlippen gegenüberliegen und berühren. —

Die Bilder von den beiden Enden des Apotheciums bis zu dessen breiter Mitte, wie wir sie hier beschrieben und abgebildet haben, dürften auch den Stadien bei der Ausbildung des Apotheciums am selben Querschnitte ähnlich sein, so dass sie eine Vorstellung von der Entwicklung des Apotheciums geben können.

Zum Vergleich mit dem eben beschriebenen Apothecium von *Lophodermium Pinastri* an *Pinus silvestris* und *montana* wurden auch die nächst verwandten Arten untersucht.

Es hat sich dabei ergeben, dass auch das *Hypoderma strobicola* = *Lophodermium brachysporum* an der Weymouthskiefer dieselben Papillen der Apothecienlippen zeigt.

Ebenso fand ich sie an Apothecien von Fichtennadeln, welche ich auf dem Berliner Weihnachtsmarkte Thüringer Fichten entnahm. Die Apothecien traten als sehr kurze schwarze Früchte in grosser Zahl auf den Nadeln auf und stimmten in ihrer äusseren Form überein mit jenen, welche Rostrup als *Lophodermium Abietis* beschreibt. Da die Schläuche noch nicht entwickelt waren, konnte eine Bestimmung der Dimensionen nicht erfolgen.

Bei *Lophodermium juniperinum* wird nur die Membran der Epidermiszellen gespalten; ihr äusserer Theil deckt das Apothecium, der untere Theil bleibt mit den Epidermiszellen, welche eine zusammenhängende Zelllage unterhalb des Apotheciums bilden, verbunden. Die Apotheciumdecke zeigt dieselben Lippenpapillen wie *Lophodermium Pinastri*.

3. Biologie.

Hierzu Tafel I und II.

Sowohl für die Erforschung der Biologie des Pilzes, wie für die Massnahmen zur praktischen Bekämpfung desselben waren folgende Fragen besonders wichtig:

Wann sind die Apothecien reif?

Wann und unter welchen Verhältnissen werden die Sporen ausgeworfen?

Wann kann die Infektion der jungen Kiefernadeln eintreten? —

Ueber die Reifezeit schreibt Prantl:

Die Apothecien reifen im Mai. Er sagt an anderer Stelle: sie springen Ende Mai mit einer Längsspalte auf. Schwappach sagt: die Infektion erfolgt Ende Mai, Anfang Juni.

Prantl giebt noch weiter an, dass durch Anbinden von Nadeln mit Apothecien an gesunde Nadeln vom 1. Juni bis Anfang Juli die Infektion erfolgt war und sich bereits gelbe Flecke auf den infizierten Nadeln zeigten.

In seiner letzten Mittheilung sagt Prantl, die Infektion erfolge an Nadeln, welche eben aus der Knospe hervortreten. Demnach wäre nach Prantl und Schwappach die Reifezeit der Apothecien im Mai, die Infektionszeit Anfang bis Ende Juni, die Zeit von der Infektion bis zum Auftreten gelber Flecke höchstens 4 Wochen. Weitere Mittheilungen über direkte Beobachtungen der Infektionszeit fand ich nicht in der Litteratur.

Nur eine Bemerkung von Schwarz, auf die ich später zurückkommen werde, besagt, dass er Nadeln 8—25 jähriger Kiefern im Mai vom Schüttepilz infiziert gefunden habe. Die Sporen waren im Mai reif, zur Zeit, wo die Nadeln der jungen Triebe infektionsfähig seien.

Da die Reife der Sporen in dem speziell beobachteten Falle im Mai stattgefunden haben sollte und die Infektion auch schon sich an gelben Nadelflecken mit kollabirten Zellen zeigte, würde der Infektionserfolg innerhalb eines Monats bereits hervortreten.

Ueber die Zeit, wann der Pilz seine Sporen auswirft, liegen keinerlei Untersuchungen vor. Die Zeit, wann gegen ihn durch Bespritzungen anzukämpfen ist, suchte man empirisch zu finden.

Ich habe daher gleichzeitig mit jedem Bespritzungsversuch auch eine Ermittlung über den Entwicklungszustand der reifen oder reifenden Pilzfrüchte angestellt. Bei mikroskopischer Betrachtung findet man besonders im Frühjahr in den einzelnen Pilzfrüchten neben vollständig entwickelten Schläuchen mit ihren 8 wohl ausgebildeten Sporen noch ganz kleine, unentwickelte Schläuche und alle Zwischenstadien zwischen beiden. Es ist demnach anzunehmen, dass die Schläuche ein und desselben Apotheciums erst allmählich und nach einander reifen.

Wenn sie reif sind, brauchen die Sporen noch nicht ausgeworfen zu werden, dagegen ist wohl anzunehmen, dass nur keimfähige Sporen ausgeworfen werden.

Es kann daher das Auswerfen der Sporen als Zeichen der Reife und Keimfähigkeit betrachtet werden.

Um zu ermitteln, ob die Sporen der Apothecien ausgeworfen werden, wurden die Kiefernnadeln mit den Pilzfrüchten etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang in Wasser gelegt. Die Nadel nimmt alsbald Wasser auf und das Apothecium, welches schon einen Längsspalt hatte, öffnet diesen schon nach 10 Minuten so weit, dass man mit der Lupe den weissen Inhalt, den sogenannten „Kern“ sehen kann. Die so gequollene Nadel wurde nun auf einen Objektträger gelegt. Dieser letztere kam in eine Petrischale, deren Boden mit feuchtem Filtrirpapier bedeckt war. Am anderen Tage waren die Sporen ausgeworfen und lagen in reicher Menge eine kleine Strecke (einige Millimeter) vor dem Apothecium neben der Nadel auf dem Objektträger.

Ich habe nicht bemerkt, dass die Sporen auf grössere Entfernungen abgeschleudert würden. Wenn ich die Nadeln frei aufhing, fielen die Sporen auf das darunter befindliche Glas, sie wurden aber nicht auf den entfernteren Deckel eingespritzt. Da bei manchen Pilzen die Sporen nur dann ausgeworfen werden, wenn ein besonderer Reiz durch den Wechsel von Trockniss und Feuchtigkeit der Luft entsteht, liess ich die Nadeln von Wasser bedeckt. Auch in diesem Falle wurden die Sporen ausgeworfen, also im Wasser.

Durch plötzliches Oeffnen der Schale, in der die Nadeln in feuchter Luft lagen, wurde kein lebhaftes Auswerfen erzielt.

Trifft man es günstig mit der Beobachtung, so kann man sehen, wie aus dem weissen Kern des Apotheciums ein ganzer Schlauch hervorschießt, sich an der Spitze öffnet und die Sporen herauswirft. Ihm folgt vielleicht noch einer oder zwei, ich konnte aber nicht beobachten, dass etwa eine grosse Anzahl von Schläuchen in kurzer Zeit so hinter einander ejakulirt hätten.

Im Präparat reisst oftmals der losgelöste Schlauch an seiner Basis auf und entlässt dort die Sporen nach einander.

Aus der Zahl der Sporen ist zu schliessen, dass auf einmal nicht alle Schläuche auswerfen. Bei mikroskopischer Betrachtung findet man daher noch Schläuche mit Sporen nach dem einmaligen Auswerfen vor.

Ich isolirte auch Nadelstücke mit einzelnen Apothecien und liess sie von einem zum anderen Tage auswerfen. Darnach wurden sie abgewaschen und wieder ausgelegt. Sie warfen nun bis zum nächsten Tage abermals aus. Am dritten Tage fand ich aber keine abgeworfenen Sporen mehr vor. Die Nadeln waren im Juni gesammelt und hatten vorher im Walde gelegen. Sie haben also möglicher Weise auch vorher schon ein- oder mehrmals Sporen ausgeschleudert. —

In der vorstehend beschriebenen Weise brachte ich nun fortgesetzt Apothecien in Petrischalen und beobachtete, ob sie noch Sporen auswarfen. Dabei ergab sich folgendes Resultat:

Am 26. Mai in Sprakensehl (Reg.-Bez. Lüneburg) entnommene Nadeln hatten geöffnete Apothecien mit vollentwickelten Schläuchen. Nach Auslegen im feuchten Raume beobachtete ich jedoch kein Auswerfen der Sporen. Der Versuch dürfte aber um diese Zeit und zu einer noch früheren zu wiederholen sein. Die Sporen brachte ich damals auch nicht zur Keimung. Bei dieser Beobachtung blühten die älteren Kiefern. Die männlichen Blüthen hatten zum grossen Theile noch nicht gestäubt. Die Nadeln sahen noch nicht aus ihren Scheiden heraus. Wenn es sich bestätigt hätte, dass die Sporen zu dieser Zeit noch nicht ausgeworfen werden, hätte man auf eine sehr interessante Anpassung der Sporenreife und Ejakulation an die Entwicklung der zu infizirenden zarten Kiefernadeln erster Jugend geschlossen.

Es hat sich aber im folgenden Jahre gezeigt, dass dieser erste Versuch — wahrscheinlich weil er der erste war — nur zufällig misslang. Die Sporen werden schon viel früher ausgeworfen.

Am 12. Juni entnahm ich der Streudecke eines Altholzbestandes bei Lenzburg (Oberförsterei Woltersdorf bei Trebbin) Nadeln. Dieselben quollen in Wasser auf

und ihre Apothecien enthielten noch ihre Schläuche mit Sporen. Die Nadeln wurden am 13. in Wasser und danach in die Petrischale gebracht. Am 16. Juni zeigten matte Flecke auf dem Objektträger die Stelle, wo die ausgeworfenen Sporen lagen. Die Sporen keimten vom 17. bis 19. in Wasser, behielten aber kurze Keimschläuche und gingen dann wieder zu Grunde. Zu dieser Zeit (12. Juni) hatten die älteren Kiefern (Jungwüchse) ihre Triebe geschoben, die Nadeln an der Triebbasis sahen ca. 5 mm, an der Triebspitze nur 1 mm aus der Scheide vor.

Die 3jährigen Kiefern auf der Kulturfläche hatten Nadeln, die an der Triebbasis schon ca. 20 mm, an der Triebspitze ca. 10 mm aus der Scheide sahen.

Am 23. Juni wurden Nadeln aus der Streu eines Altholzes bei Rahnsdorf (Oberförsterei Köpenick) entnommen. Bei der vorbeschriebenen Behandlung waren Sporen nach 24 Stunden ausgeworfen. Ebenso verhielten sich Nadeln mit Apothecien, welche am 8. Juli, 12. Juli, 14. Juli, 19. Juli, 25. Juli, 28. Juli, 1. August, 7. August, 15. August, Anfang September, Mitte Oktober und Mitte November in Rahnsdorf, Lenzburg, Grunewald, Baumschulenweg bei Berlin und in Bernau am Chiemsee gesammelt waren.

Nachdem die Apothecien und Sporen im Jahre 1899 vom Mai bis November beobachtet waren, wurde die Untersuchung im Februar 1900 wieder aufgenommen. Am 26. Februar sammelte ich Streunadeln auf dem Boden eines Altholzes, der, nach Angabe des Herrn Forstmeisters Kottmeier in Köpenick, seit etwa 8 Tagen in diesem Winter schneefrei wurde. Wenige Tage später trat wieder Kälte und Schnee ein. Die gesammelten Nadeln hatten noch geschlossene Apothecien. Dieselben waren von Paraphysen erfüllt, zwischen welchen sich Schläuche befanden, die noch klein, schmal und ohne Differenzirung ihres Plasmainhaltes waren. Die Nadeln entstammten wohl dem Anfall vom vorigen Herbst. An denselben Nadeln fanden sich aber auch in der Entwicklung weiter vorgeschrittene Apothecien mit einer Anzahl reifer Schläuche. Diese Apothecien waren schon offen. Gleichzeitig abgenommene Nadeln von abgestorbenen, unterdrückten, wurzelkranken Jungwüchsen einer Dickung hatten geöffnete Apothecien. Dieselben hatten sowohl ganz junge, unentwickelte Schläuche zwischen den Paraphysen als auch reife mit entwickelten Sporen, die im Zimmer alsbald abgeworfen wurden. (Vergl. die Schilderung des Dickichts in Abschnitt III.)

Am 15. März waren die schüttenden Kulturen etwas mehr braun geworden. Die Apothecien der Streunadeln waren noch ebenso grösstentheils geschlossen. Die Apothecien der todtten Nadeln an den Zweigen der unterdrückten und abgestorbenen Jungwüchse (Dickicht) waren meist offen, quollen in Wasser schnell ganz auf und warfen in der feuchten Petrischale ihre Sporen im Zimmer ab. Von den reichlich abgeworfenen Sporen keimten einige schon in Wasser im Zimmer. (Es ist wahrscheinlich, dass diese Apothecien schon im vorigen Jahre entwickelt und offen waren, aber in Folge der Trockniss der an den Zweigen hängenden Nadeln nicht auswarfen.) Am 19. wurde Fruchtsaft zugegeben, sie bildeten nun bis zum 22. kräftige Hyphen, gingen aber vom 23. an wieder allmählich zu Grunde.

Die am 10. und 12. April gesammelten Streunadeln von Rahnsdorf hatten fast lauter geöffnete und nur sehr wenig noch geschlossene Apothecien. Der Spalt der

trockenen Apothecien ist allerdings oft nur mit scharfer Lupe kenntlich, klafft aber nach wenigen Minuten in Wasser. Die Apothecien waren alle gefüllt, hatten aber auch noch viele junge Schläuche. Ueber Nacht wurde eine Portion Sporen ausgeworfen, doch niemals so viele als etwa einem Apothecien-Inhalte entsprochen hätte.

Anfang Mai erhielt ich Weisstannen in Moos verpackt aus Baden. Dazwischen lagen feucht gewordene Kiefernnadeln mit weitgeöffneten Apothecien, aus welchen der weisse gequollene Inhalt (die Schläuche) hervortrat.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, wie lange die Sporen in der Natur ausgeworfen werden können.

Es geht ferner daraus hervor, dass eine Menge Apothecien schon im **ersten** Frühjahr offen sind, bei feuchtem Wetter sich weit öffnen und dass dann die Sporen abgeworfen werden. Es ergibt sich auch, dass ein Apothecium sich nicht auf einmal entleert, sondern längere Zeit hinter einander Sporen abwirft.

Bei meinen Beobachtungen herrschte im Juni und Anfang Juli ein an Regen und Sonnenschein wechselreiches also für das Sporenabwerfen günstiges Wetter. Von Mitte Juli bis Mitte August war aber eine sehr heisse, trockene Zeit, so dass die Sporen während dieser Zeit fast nur nach Gewittern zum Auswerfen veranlasst worden sind.

Um nun zu sehen, ob die Sporen längere trockene Zeit aushalten, so zu sagen ruhen und dann bei Eintritt von Feuchtigkeit erst ausgeworfen werden, habe ich Nadeln, die ich am 12. Juli im Walde sammelte und bis zum 9. August im Zimmer vollständig trocken aufbewahrte, nach der gewöhnlichen Anfeuchtung ausgelegt. Sie warfen vom 9.—11. August sehr lebhaft Sporen aus.

Ich machte daher noch weitere Versuche. Darnach wurden Sporen ausgeworfen am 16. November von Nadeln, die seit 5. Juli (und später) im Zimmer aufbewahrt wurden. Eine Keimung in Zuckerlösung konnte bis 18. November nicht herbeigeführt werden. Es wäre daher die Ansicht möglich, dass der Pilz bereits todt gewesen und das Auswerfen der Sporen lediglich durch mechanische Kräfte der abgestorbenen Pilzfrüchte verursacht worden sei. Wahrscheinlicher ist, dass ein Zufall die Keimung hinderte. Das Zimmer war seit 3 Wochen auf 12—14° R. erwärmt, also nicht wärmer wie im Sommer.

Am 17. November wurden Nadeln ausgelegt, die am 16. Oktober von der Moorkulturstation Bernau am Chiemsee mitgenommen waren und seitdem trocken im Zimmer lagen. Am 18. waren massenhaft Sporen ausgeworfen. Denselben wurde eine Nährlösung zugegeben.

Die Sporen keimten sehr üppig und entwickelten kräftige Mycelfäden. Eine besondere Stelle an der Spore, wo die Keimung erfolgte, war nicht vorhanden. Viele Sporen keimten an mehreren Stellen aus.

Diese Keimung zeigte, dass bei entsprechender Ernährung die Entwicklung der Keimfäden eine recht kräftige ist und dass somit die Möglichkeit besteht, den Pilz noch weiter künstlich zu kultiviren.

Am 16. Dezember warfen die Apothecien von Nadeln, die am 23. November in Rahnsdorf von den abgestorbenen, unterdrückten Kiefern einer Jugend (Halbstangen)

abgenommen waren, lebhaft aus. Die Nadeln waren vom 23. November bis zum 16. Dezember trocken im ungeheizten Zimmer aufbewahrt worden.

Am 18. Dezember wurden Nadeln, die am 25. November gesammelt waren, in Wasser eingeweicht und unter dem Mikroskop beobachtet. Nach 15 Minuten sind die Apothecien bereits vollständig geöffnet.

Das Auswerfen bei Zimmertemperatur (15—16° R) scheint verschieden schnell vor sich zu gehen.

Ich beobachtete ein spezielles Apothecium. Nach 2 Stunden kamen über seine Lippen einige Schläuche vorgeschossen und einige feine Sporen aus tiefer sitzenden, nicht sichtbaren Schläuchen.

Ein Schlauch trat ganz und unverletzt im Wassertropfen heraus, ein anderer war am Fusse abgerissen. Eine Spore des ersteren drängte sich durch das entstandene Loch an der Schlauchspitze und wurde herausgedrückt.

Um zu konstatiren, ob die ausgeworfenen Sporen auch stets keimfähig sind, wurden auch sonst bei allen Versuchen von Zeit zu Zeit die Sporen weiter beobachtet und in Zuckerlösung zum Keimen gebracht. Sie hatten regelmässig von einem Tage zum andern ihre Keimfähigkeit entwickelt.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Apothecien, welche grossentheils schon im April offen sind, während des ganzen Sommers auswerfen können. Bei den verschiedenartigen Feuchtigkeitsverhältnissen im Walde wird nach jedem Regen ein Theil der Nadeln mit den Pilzfrüchten so weit erweichen, dass sie quellen und dass die Sporen ausgeworfen werden, während ein anderer Theil trocken bleibt oder in der oberen lockeren Streudecke so schnell abtrocknet, dass ein Auswerfen von Sporen nicht erfolgt.

Nach alle dem besteht die Infektionsmöglichkeit nicht bloss, wie vielfach angenommen wurde, im Mai bis Anfang Juni, also zur Zeit der ersten Knospentreckung, sondern während der ganzen Trieb- und Nadelbildung junger Kiefernpflanzen, d. h. also während des ganzen Sommers.

Ausser den Untersuchungen über die Entwicklungszeit der Sporen und den Einfluss der Feuchtigkeit auf die Sporenejakulation wurde noch der Einfluss der Temperatur beobachtet.

Am 18.—19. Dezember 1899 wurden Kiefernnadeln in einem gleichmässig 11½° C. (12° C Maximum, 11° C Minimum) haltenden Raum in der bekannten Weise in Petrischalen ausgelegt. Nach 20 Stunden ergab sich, dass Sporen ausgeworfen worden waren. Auch andere Sporen und Infusorien fanden sich im Wassertropfen.

In einem Raume von 1½° C. (2° C. Maximum und 1° C Minimum) wurden nach 20 Stunden auch noch Sporen abgeworfen. Nachdem die Nadeln ins warme Zimmer gebracht waren, wurden nach 1—2 Stunden reichlicher Sporen abgeworfen.

Die Zeit der Infektionsmöglichkeit ist demnach eine ausserordentlich lange.

Die Erkenntniss, wie lange die Infektionsmöglichkeit besteht und wann sie erlischt, ist aber von der grössten Bedeutung für die Praxis und bildet die Grundlage für die Bestimmung, wann müssen wir spritzen?

Vergleichen wir den Kieferschüttepilz mit der *Peronospora* des Weinstockes, mit dem *Oidium* desselben, mit dem Getreiderost, der Kartoffelphytophthora und vielen anderen infektiösen Pilzen, so haben diese zumeist auch die Möglichkeit ihre Nährpflanzen während der ganzen Vegetationszeit zu befallen. Sie können dies dadurch, dass sie fortgesetzt Conidien bilden, die auf anderen Pflanzenindividuen die Krankheit erzeugen, welche wieder bis zur Conidienbildung fortschreitet u. s. w. Das kann der Schüttepilz nicht. Seine Früchte können mit ihren Sporen die Krankheit erregen, neue Fortpflanzungsorgane zur Weiterverbreitung der Krankheit in derselben Vegetationsperiode werden aber nicht mehr gebildet.

Dies wird nun dadurch ausgeglichen, dass die Früchte und Sporen sehr allmählich reifen und dass somit das Auswerfen der Sporen über einen sehr grossen Zeitraum vertheilt ist.

Bei den vorher geschilderten Versuchen, die Sporen keimen zu lassen und das Mycel weiter zu kultiviren, kam ich anfangs nicht viel weiter wie Hartig bei *Lophodermium macrosporum* und *nervisequium*. Die Sporen keimen in Wasser, die Keimschläuche bleiben aber klein und entwickeln kein kräftiges Mycel. Der Erfolg war in Wasser immer der gleiche; etwas besser nach Zusatz von Zucker. Gelatine-zusatz zu Fruchtsaft erwies sich nicht günstig. Die Keimungsstadien der Sporen sind auf der Tafel II dargestellt.

Auch Brefeld, der so viele Pilze aus Sporen künstlich erzog, die man vorher nicht kultiviren konnte, gelang es nicht die *Hysterineen* in seinen Nährmedien zu züchten.

Er erhielt bei der Kultur aller untersuchten *Hysteriaceen*arten weit ausgedehnte, üppige, braune oder graue Mycelien mit reichlichem Luftmycel ohne jede Andeutung irgendwelcher Fruktifikation. Es betrifft dies *Glonium lineare*, *Hysterium pulicare*, *Hysterographium biforme* und *Lophium mytilinum*. *Hysterographium Fraxini* ergab nur sehr kleine, weisse Mycelien, *Hypoderma commune* entwickelte sich nur äusserst langsam, so dass über die Keimschläuche nicht hinauszukommen war, ebenso die parasitischen *Lophodermium*-Arten: *L. melaleucum*, *L. Pinastri*, *L. juniperinum* und *L. macrosporum*. Bloss *L. arundinaceum* und *L. Oxycocci* machten eine Ausnahme insofern, als ihre weissen Luftmycelien im Laufe der Zeit den ganzen Objektträger überzogen, wenn auch nur langsam. Allein im Zeitraum von 9 bis 10 Monaten kam keine Fruchtform zur Ausbildung.

Diese Unzugänglichkeit gegenüber der künstlichen Kultur ist zwar kein Beweis, dass der Pilz lediglich auf die Entwicklung in der lebenden Pflanze angewiesen ist, sie kann aber doch sehr für eine derartige Anpassung an eine parasitäre Lebensweise geltend gemacht werden.

Ich versuchte daher immer wieder Kulturen zu erzielen. Mitte Dezember zeigte sich denn auch entschieden besserer Erfolg. Es wurde eine kombinirte, zuckerreiche und ziemlich konzentrirte Nährlösung ohne Gelatinezusatz benutzt, die selbst etwas

gallertig wurde. In ihr entwickelten die Sporen kräftige Mycelfäden, wie es die Figuren auf Tafel II zeigen. Anfangs liess ich die Sporen dadurch abwerfen, dass ich die Nadeln auf Objektträger legte, dann legte ich die Nadeln auf Drahtnetze über den Schalen, schliesslich weichte ich die Nadeln ein und spülte sie dann sehr stark ab. Sie werfen dann tagelang Sporen aus und sind von sehr viel anhaftenden Sporen anderer Pilze, von Algen und Staub besser befreit. Trotzdem gelang es nicht, die Sporen oder Schläuche länger wie einige Tage isolirt zu halten. Die Bakterien konnten durch Zusatz von Zitronensäure zur Nährlösung ferngehalten werden, die Pilze, die beim Abwerfen der Apotheciumsporen mit auf den Objektträger fielen, waren nicht ganz zu vermeiden, selbst nicht bei der Uebertragung der Lophodermiumsporen in hängende Tropfen. Sie wachsen aber viel schneller und üppiger wie die Mycelien des Schüttepilzes. Letztere waren übrigens stets noch steril, wenn die Eindringlinge ihre verschiedenartigen Conidien längst gebildet hatten.

Es ist wahrscheinlich, dass man bei mehr Aufwand von Zeit und Mühe viel grössere Mycelien ziehen kann und dass dieselben steril bleiben. Mir schien es nicht lohnend genug, noch mehr Zeit für diese Beobachtung zu opfern, das Wesentliche, dass die Keimschläuche bei geeigneter Ernährung überhaupt weiter wachsen, war ja gefunden. Wichtiger erschien es Infektionen auszuführen.

Die ausgeführten Infektionsversuche hatten aber bis jetzt nicht den Erfolg, welchen Prantl bei seinen Versuchen gehabt zu haben behauptet.

Ich infizierte in Töpfe gepflanzte Kiefern sämlinge im Frühjahr 1899 und infizierte sie mehrfach auf verschiedene Weise.

Einmal wurden sie mit Nadeln belegt, auf welchen sich reife, sporenabwerfende Apothecien befanden, dann aber liess ich auch Sporen auf Glasplatten abwerfen und brachte diese mit einem Tropfen Wasser direkt auf junge Nadelchen der sich entwickelnden Kiefern pflanze. Die von Prantl als Infektionserfolg angeführten gelben Flecke blieben aus. Nadeln, welche in der eben beschriebenen Weise infiziert waren, zeigten auch bei späterer mikroskopischer Untersuchung kein Mycel im Gewebe. Ein negativer Erfolg ist aber bei Infektionsversuchen nicht beweisend und es sollen die Infektionen daher auch in umfangreicherer Weise wiederholt werden.

Auffallend erscheint bei der Beschreibung Prantls, welche er von seinen Infektionen giebt, dass er vielfach das Eindringen der Keimschläuche durch die Epidermis beobachtet haben will, während er anfangs die Spaltöffnungen für die natürlichen Eintrittswege des jungen Keimschlauches hielt.

Bei der ausserordentlichen Zartheit der Keimfäden und der besonderen Festigkeit der überaus dickwandigen Epidermiszellen ist es von vornherein wunderbar, dass die Infektion durch die Membranen erfolgen soll. Die Richtigkeit der Prantl'schen Mittheilung soll allerdings so lange nicht bestritten werden, bis andere, beweisende Beobachtungen vorliegen.

Einen praktischen Versuch im grossen konnte ich auf dem Versuchsfelde in Dahlem machen. Hier wurden 64 Parzellen mit Kiefern besät und gleichzeitig mit einigen Säcken Kiefern nadeln, die sehr reich an Apothecien waren, bestreut. Alle Beete wurden infiziert. Entfernt von diesen Parzellen wurde ein kleiner Fleck besät

ohne Kiefernadeln. Derselbe wurde mit einer dichten Hecke von Thujen umzäunt. Im Innern schützte noch Unkraut vor Infektionen. Diese Kiefern blieben bis zum Herbste im Freien zur Zeit, wo die anderen schon erkrankten, gesund.

Im Herbste wurden Pflanzen beider Abtheilungen ins Gewächshaus gebracht. Die mit Schüttenadeln bestreuten Pflänzchen erkrankten charakteristisch, die anderen bekamen keine braunen Nadeln.

Auch bei den Infektionsversuchen im Mai und Juni 1900 und den Beobachtungen im Freien fand ich auf den neuen Nadeln, und diese kamen doch im nächsten Frühjahr zum Schütten, ebensowenig gelbe Flecke wie im Vorjahre.

Wenn also Prantl gelbe Flecke der Nadeln als Infektionserfolg betrachtete und Schwarz dieselben ebenfalls für Infektionsstellen ansah, so dürften sie sich in der Ursache vielleicht getäuscht haben¹⁾. Im Mai, Juni, Juli sieht man an den neuen Nadeln keine Schütte-Infektionsstellen. Damit ist aber auch die Annahme von Prantl-Schwappach, dass der Schüttepilz im Mai die junge Nadel infizire, hinfällig geworden. Und wenn hieraus Andere folgerten, dass die Pilzreife in die Zeit der ersten Nadelentwicklung falle und hierin eine besondere Anpassung erblickten, so fehlt dieser Folgerung nunmehr die Basis. Es ist vielmehr, wie ich vorgreifend bemerke, wohl anzunehmen, dass die Infektion nicht vor August erfolgt, wenn also die Nadeln schon entwickelt sind.

Ueber die Entwicklungsdauer der Apothecien des Schüttepilzes von der Infektion bis zur Reifezeit.

Schwarz theilt in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1889, S. 568 eine Beobachtung mit, dass Nadeln von 8—25jährigen Kiefern (in Klein-Lutau, Westpreussen), wie er sich damals im Frühjahr überzeugte, im Mai von dem Pilze infiziert waren. Er fährt fort: „Sie zeigten theilweise jene bekannten, begrenzten, gelben Flecke, theilweise waren die Zellen der Nadeln an den Infektionsstellen vollständig gequollen oder so zerstört, dass sie kollabirten²⁾. Lässt diese letzte Art der Pilzwirkung schon auf die Heftigkeit der Infektion schliessen, so tritt uns dies noch klarer entgegen, wenn wir die Entwicklung des Pilzes auf den vorjährigen Nadeln betrachten. Nach der Infektion im Frühjahr hatte sich der Pilz so rasch entwickelt, dass im Oktober des ersten Jahres schon die als kleine schwarze Punkte erkennbaren Spermogonien gebildet waren, die Nadeln auch im Herbste des ersten Jahres schon mehr oder weniger abstarben, ohne jedoch vom Zweige abzufallen. Am Ende des Jahres oder in der Zeit vor dem Mai musste die Anlage der Sporenfrüchte erfolgt sein, deren Reife im Mai zu konstatiren war. Zu dieser Zeit waren die mit reifen Sporenfrüchten versehenen Nadeln schon todt, ohne jedoch die an schüttenden jungen Kiefern so charakteristische Rothbraunfärbung zu zeigen, sie waren vielmehr meist farbig grau. Sie blieben ebenfalls an den Zweigen. Es liegt somit zwischen

¹⁾ Vergl. das Kapitel über die Goldfleckigkeit der Kiefernadeln im Theil III dieser Abhandlung.

²⁾ Vergl. das Kapitel über die Goldfleckigkeit der Kiefernadeln im Theil III dieser Abhandlung.

Infektion und Sporenbildung nur der Zeitraum eines Jahres, und zwar werden die Sporen auch hier reif zu einer Zeit, wo die Nadeln der jungen Triebe infektiösfähig sind. Der Umstand, dass die erkrankten Nadeln nicht abfallen, sondern am Baum in unmittelbare Berührung mit den jüngsten Nadeln kommen müssen, ferner die abgekürzte Entwicklungszeit des Pilzes erklärt es uns, wieso die Krankheit in Klein-Lutau so grosse Dimensionen annehmen konnte, so schnelle Fortschritte zeigt und sogar soweit um sich greifen konnte, dass einzelne Kiefern davon vollständig eingegangen sind.“

Schwarz wendete sich mit dieser Mittheilung gegen die Ausführungen Prantl's vom Jahre 1880, welcher eine chronische und eine akute Form des Auftretens von *Hysterium Pinastri* annahm. Bei der akuten Form sollten die Nadeln vor der Anlage der Früchte abfallen und sich letztere erst im Mai des zweiten Jahres bilden.

Bei der chronischen Form sollte die Sporeninfection im Frühjahr, die Röthung der Nadeln und die Fruchtanlage des Pilzes erst im Herbste des zweiten Jahres erfolgen.

Schwarz hat dabei die nach 1880 erschienene Litteratur nicht berücksichtigt und wohl übersehen, dass Hartig in seinem Lehrbuche der Baumkrankheiten mittheilt, schon im ersten Herbste die Spermogonien und unreife, ja manchmal schon reife Fruchtkörper an den einjährigen Nadeln gefunden zu haben.

Da es immer wichtig ist, ganz spezielle Beobachtungen festzustellen und festzuhalten, füge ich hier einige eigene Untersuchungen der erkrankten Kiefern an. Die im Jahre 1899 in Köpenick sowohl wie auf unserem Dahlemer Versuchsfelde aufgelaufenen jungen Kiefernpflanzen gediehen den ganzen Sommer in prächtigem Grün ganz tadellos. Ende Oktober (von Mitte September bis Mitte Oktober war ich abwesend und konnte daher in dieser Zeit Beobachtungen nicht anstellen) waren die jüngsten grünen Nadeln ungleich verfärbt, zum Theil hellgrün oder graugrün. Die älteren Primärnadeln waren zum Theil ganz oder theilweise gebräunt und abgestorben. In den verfärbten Partien der lebenden Nadeln war reichlich Mycel vorhanden. Auf den abgestorbenen braunen Nadeln zeigten sich zahlreiche schwarze Flecke. Sie wurden von dem kleinen Pilze gebildet, welchen man als Conidienform (sog. Spermogonien) zu *Lophodermium Pinastri* rechnet. Seine kleinen stabförmigen Conidien konnten nicht zum Keimen gebracht werden. In einigen Fällen war die Anlage der Apothecien mit jungen Schläuchen bemerkbar. Die Kulturflächen auf dem Versuchsfelde in Dahlem, welche dem Einflusse von Wind und Sonne völlig preisgegeben sind, verloren im Laufe des Winters mehrfach die Schneedecke. Im Köpenicker Pflanzkamp blieb der Schnee den Winter über liegen und thaute erst Mitte Februar ab.

In Dahlem hatten die Pflanzen vom Herbste bis Mitte Februar ihr Aussehen schon bedeutend verschlechtert.

Die Untersuchung Mitte bis Ende Februar ergab, dass die schwarzen Flecke die unveränderten Conidienlagen bargen.

Am 23. und 26. Februar wurde in Rahnsdorf Untersuchungsmaterial geholt. Dabei befand sich ein einjähriger Trieb eines unterdrückten, absterbenden Jungwuchses, dessen Nadeln zum Theil noch lebend grün waren, zum Theil wenigstens lebende, grüne Basis hatten und von der Spitze her abstarben. An diesem noch lebenden einjährigen Trieb befanden sich zwei graubraune, offenbar frühzeitig abgestorbene Nadeln mit geöffneten, reifen Apothecien voll reifer Schläuche und Sporen. Die Infektion dürfte im Sommer vorigen Jahres, die Reife schon bis zum Spätherbste erfolgt sein.

Ein derartiges Reifen von Apothecien im ersten Jahre dürfte also ausnahmsweise vorkommen. Man findet es zuweilen an einjährigen Trieben, wenn einzelne Nadeln durch Insektenfrass frühzeitig erkrankten. Möglicherweise hängt die Zeit der Apothecienentwicklung von der Zeit der Infektion ab derart, dass bei einer frühen Infektion die Apothecien noch im selben Jahre sich entwickeln, bei einer späten im nächsten Frühjahr. Einen Einfluss hat auch jedenfalls die Konstitution der Nadel. — Auf den Primärnadeln waren z. B. im Herbste schon überall die Spermogonien fertig entwickelt, während die daneben stehenden zweijährigen Pflanzen noch nicht einmal abgestorbene Nadeln hatten, ja an derselben Pflanze bekamen die zuletzt entwickelten Primärnadeln der Johannitriebe früher Spermogonien, wie die vorher gebildeten Kurztrieb-nadeln, welche im Frühjahr schütteten. Auch an den zarten Nadeln unterdrückten Materiales scheint der Pilz sich schneller zu entwickeln.

Am 3. Mai dieses Jahres erhielt ich zweijährige *Pinus montana*-Pflanzen aus der Oberförsterei Medingen. Die Doppelnadeln des vorjährigen Triebes waren grün, die im unteren Theile des vorjährigen Triebes gebildeten Primärblätter, welche normal auch am Ende der Vegetationszeit absterben, sahen braun aus und zeigten hellere Zonen, die offenbar schon vorzeitig abgestorben waren. Hier befanden sich Apothecien des *Lophodermium*, welche bereits durch einen feinen Längsspalt geöffnet waren. Zum Theil waren die Schläuche reif mit voll entwickelten Sporen, zum Theil aber noch nicht soweit.

Es sind hier die Apothecien, Schläuche und Sporen in einem Jahre, d. h. von der Infektionszeit des vorigen Jahres bis Frühling dieses Jahres, vollständig ausgebildet und gereift.

Bei derselben Sendung waren auch ein- und zweijährige gemeine Kiefern. Hierbei fand sich ein aufgesprungenes Apothecium auf einem *Kotyledon* der einjährigen Pflanze.

Ferner waren darunter zweijährige *Pinus rigida*-Pflanzen. Die Doppelnadeln waren grün oder höchstens an den Spitzen gebräunt, wie es bei scharfem Wind über dem Schnee auch bei *Pinus Strobis* zu beobachten ist.

Die vorjährigen Primärblätter, welche selbst bis zur Spitze des zweijährigen Triebes noch dieselbe Länge hatten wie an der einjährigen Pflanze, waren abgestorben und braun wie dies normal ist. Sie waren aber bedeckt mit den Spermogonien (*Pykniden*) des *Lophodermium*. Ja einige trugen Apothecien, die aber noch geschlossen waren und deren Sporen noch nicht ganz entwickelt erschienen.

Ueber die Zeit der Entwicklung von Sporen und Apothecien an schüttekranken Nadeln gab folgender Versuch Aufschluss:

Von der Moorkulturstation Bernau am Chiemsee nahm ich im Herbst (Oktober) 1899 fünfjährige Kiefernpflanzen mit, deren vorjährige Nadeln die Schütteflecke zeigten und im Gewächshaus in Dahlem allmählich braun und todt wurden. Ein Theil der Pflanzen starb ab, die anderen aber bekamen im Frühjahr üppig benadelte gesunde Triebe. An den vertrockneten, gleichmässig braunen Nadeln, zwischen denen theilweise noch grüne Nadeln sassen, war äusserlich nichts vom Schüttepilz zu sehen. Mikroskopisch war derbwandiges, septirtes Mycel nachzuweisen.

Im Winter legte ich eine Hand voll abgestreifter Nadeln ohne alle Pilzfrüchte in einen Blumentopf auf feuchtes Sphagnum und deckte mit einem Thonuntersatz zu. Nach einigen Wochen trug jede Nadel eine Menge Apothecien in verschiedenen Stadien der Entwicklung.

Den Versuch wiederholte ich am 8. Juni, deckte aber mit Glasdeckel zu. Am 20. Juli waren alle Nadeln mit Apothecien bedeckt. Ein Theil der letzteren war schon geöffnet, hatte aber noch vollen Inhalt, ein anderer Theil war noch ganz unreif und geschlossen.

Hieraus ist einerseits zu sehen, in wie kurzer Zeit die Apothecien sich bilden können, und andererseits zu erkennen, dass die gebräunten Schüttenadeln alle das *Lophodermium Pinastris* wirklich enthielten. Es ist dies ein weiterer Beweis dafür, dass dieser Pilz die Schütte der Bernauer Versuchskiefern veranlasst hatte.

Gleichzeitig hatte ich todt Nadeln eines gesunden, vom Baume gefallenen Zweiges aus Lenzburg, ebenfalls ohne äusseres Pilzzeichen, in gleicher Weise feucht gehalten; die Nadeln bekamen keine Apothecien.

Von einer Kultur in Rahnsdorf, die geschüttet hatte, wurden die braunen, gefleckten Nadeln ebenfalls so eingelegt. Ein Theil derselben trug auch die Apothecien.

Eine vierte Portion Nadeln von Ende Juni aus Sadowa von einem abgestorbenen Zweige (*Cenangium-Triebswinden*) zeigte keinerlei Pilzbildung.

Diese drei weiteren Experimente sind eine Stütze für die Richtigkeit des ersteren und die hieraus gezogene Schlussfolgerung.

4. Pathologische Wirkung der Infektion durch den Schüttepilz, die Schüttekrankheit der Kiefer.

Hierzu Tafel IV.

Um die kranke Pflanze beurtheilen zu können und ihre Reproduktionen zu verstehen, muss man die gesunde Pflanze kennen.

Am meisten leiden unter der Schütte ein- bis vierjährige Kiefern, denn die Schütte ist eine spezifische Kinderkrankheit. Betrachten wir uns daher einmal die gesunden Kiefernplänzchen in den ersten Lebensjahren und beobachten wir, wie dieselben vom Schüttepilz befallen werden, wie der Krankheitsverlauf ist und welche Reproduktionen nach erfolgtem Verlust der Assimilationsorgane eintreten können.

Die Nadeln der einjährigen Kiefern unterscheiden sich in vielfacher Beziehung von denen mehrjähriger Kiefern.

Der Keimling von *Pinus silvestris* bildet bekanntlich zunächst vier bis sieben Kotyledonen in einem Quirl, welche jedoch schon im Laufe desselben Sommers abzusterben pflegen. Ihnen folgen in spiraliger Stellung um den einjährigen Trieb die flachen Primärblättchen. Bei kräftigen Pflanzen trägt nicht nur ein Theil der Primärblättchen Achselknospen, sondern es treiben auch einige der letzteren zu kleinen Trieben aus. Diese kleinen Triebe tragen ebenso wie das Stämmchen selbst nur Primärblätter. Selten bildet eine solche Achselknospe des einjährigen Stämmchens einen Kurztrieb mit einer Doppelnadel aus. Das einjährige Pflänzchen schliesst mit einer Endknospe, ohne Quirlknospen ab. Geht die Endknospe zu Grunde, wie es bei schüttekranken Pflanzen oftmals der Fall ist und wie es durch Abstossen derselben beim Einkellern und Verpflanzen vorkommen kann, dann treiben einige in der Achsel einzelner Primärblättchen sitzende Reserveknospen zu Trieben aus und erhalten so das Leben der Pflanze.

Die Primärblätter bilden die einzigen Assimilationsorgane der einjährigen Kiefern-pflanze. Sie sterben in der Regel im Laufe des zweiten Jahres ab, indem sie vertrocknen und sitzen vertrocknet so lange am Stämmchen, bis sie an der lebenden Basis abbrechen. Wenn sie in Folge der Schüttekrankheit im ersten Herbst, Winter und nächsten Frühjahr absterben, werden sie nicht abgeworfen, sondern bleiben braun und vertrocknet an der Pflanze, bis sie abbröckeln.

Die junge Pflanze entwickelt sich 4—6 Wochen nach der Frühjahrssaat aus dem Samen und bildet nach dem Quirl von Kotyledonen unmittelbar an dem sich streckenden Stämmchen die spiralig stehenden Primärblätter fortgesetzt durch den ganzen Sommer. Sie befindet sich noch in voller Entwicklung, wenn die zweijährige Pflanze schon ausgewachsen ist.

Im zweiten Jahre wächst die Endknospe der jungen Pflanze zur Verlängerung des Stämmchens aus. Dieser Trieb des zweiten Jahres entwickelt zunächst wieder grüne Primärblätter, wie sie im ersten Jahre gebildet wurden. Einzelne derselben tragen Achselknospen. Ihnen folgen dann gleich gebildete Primärblättchen, welche aber sämmtlich in ihren Achseln Kurztriebe bergen mit den typischen Doppelnadeln der Kiefer. Auf diese Zone des zweijährigen Triebes folgt eine weitere, in welcher keine grünen Primärblätter, sondern an ihrer Stelle kleine braune Schüppchen in ihren Achseln die Kurztriebe tragen. Von da ab bilden die normalen Kiefertriebe als einzige Assimilationsorgane nur noch Doppelnadeln. Das zweite Jahr schliesst mit einer Gipfelknospe und 1—2 Quirlknospen ab, die im nächsten Jahre zu Seitenzweigen auswachsen.

[Zwischen den Quirlknospen befinden sich schlafende Augen, die unter Umständen zu sogenannten Rosettentrieben mit nur Primärblättern sich entwickeln, wie es auch an Trieben alter Bäume nach starkem Insektenfrasse vorkommt.]

Bei Beschädigungen treibt eine Anzahl der schlafenden Kurztriebknospen aus, von denen je eine zwischen den zwei Kurztriebnadeln angelegt ist und als Scheidenknospe bezeichnet wird. Der sich hieraus entwickelnde Trieb ist ein normaler

Kiefertrieb. Bei den jungen Pflanzen bildet er im selben Jahre nur Primärblätter. Eine solche zweijährige Kiefer hat im Herbst als einzige Assimilationsorgane die Kurztriebdoppelnadeln, denn alle einfachen (Primär-)Nadeln sind braun geworden und abgestorben. Nur wenn sich Johannitriebe aus den Scheidenknospen der Kurztriebe

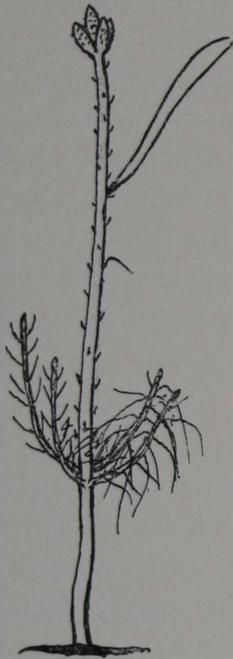


Fig. 8.

Eine zweijährige Kiefer, die in Folge der Schütte vor Kurzem (Anfang Mai) ihre Kurztriebe verloren hatte; nur ein abgestorbener Kurztrieb sitzt noch fest und wird bald auch abfallen. Im unteren Theile des vorjährigen Triebes haben sich einige Achselknospen der Primärblätter zu kleinen Trieben mit Primärblättern entwickelt. Die letzteren sind vertrocknet. Die Pflanze ist noch lebend, ihre Gipfelknospe und Quirlknospen treiben demnächst aus.

Es tritt bei solchen Pflanzen, die ja bis zum Herbst noch assimilirten, und im Frühjahr schon absterben, kein Hungertod ein, sie scheinen vielmehr durch Verdunstung das Leben der Gipfelknospe verloren zu haben. Tiefer am Stämmchen in der Achsel von Primärblättchen sitzende Knospen treiben dann manchmal aus und erhalten die Pflanze am Leben.

Es scheint für die Pflanze von Vortheil zu sein, die todtten Nadeln durch Korkbildung zu isoliren und abzuschnüren, und man findet stets kräftige Pflanzen, welche alle Nadeln abwarfen und ohne Schädigung ihrer Gesundheit weiter wachsen.

oder aus den schlafenden Achselknospen der Primärblättchen am vorjährigen Stämmchen oder an der Basis des letztjährigen Triebes bildeten, trägt die zweijährige Kiefernpflanze im Herbst noch Zweige mit grünen Primärblättchen. (Fig. 8.)

Bei Eintritt der Schüttekrankheit werden diese Primärblättchen und die Doppelnadeln fleckig; meist schon im Herbst.

Im Frühjahr sterben beide ab, die Primärblättchen bleiben noch vertrocknet hängen, die Doppelnadeln aber werden sammt dem Kurztrieb, welcher sie trägt, abgeworfen. Die zweijährige Kiefer, welche dergestalt geschüttet hat, steht demnach, aller Assimilationsorgane völlig beraubt, ganz kahl da.

Besitzt sie eine kräftige Endknospe und gute Quirlknospen, welche im Frühjahr zu Trieben des dritten Jahres auswachsen, dann können deren neugebildete Doppelnadeln die weitere Assimilation übernehmen, ohne dass das beschädigte Pflänzchen eingeht.

Ein mehrmaliger Verlust der Assimilationsorgane führt zum Absterben der Pflanzen. Eine Anzahl von Pflanzen stirbt auch schon nach einmaliger Schütteerkrankung, so besonders die schwächlichen Individuen. Als Todesursache scheint eine Vertrocknung der oberen Stammtheile und Knospen wahrscheinlich. Die durch den Schüttepilz erkrankten und abgestorbenen Nadeln scheinen eine viel grössere Verdunstung zu bewirken, wie die lebenden, grünen Nadeln, welche besondere Schutzvorrichtungen gegen die zu starke Verdunstung und Austrocknung besitzen.

Wenn allerdings der Nadelverlust sich mehrmals wiederholt, dürfte der unnatürliche Mangel an Athmungs- und Assimilationsorganen schädlich werden. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die zwei- und eventuell dreijährigen Nadeln bei der Athmung und Assimilation noch betheiligte sind und dass dieselben im Frühling, April bis Mai, wo noch keine jungen Nadeln, wohl aber schon die jungen Wurzeln gebildet sind, hierzu nothwendig erscheinen.

Immerhin sterben, wie gesagt, kräftige, durch die Schütte entnadelt Pflanzen wegen des Nadelverlustes noch nicht ab. Auch verhält sich die ältere Kiefer bezüglich der Dauer ihrer Benadelung ja recht verschieden und hat im Gebirge z. B. mehr benadelt Triebe wie in der Ebene, wo im Winter oft nur ein Jahrgang benadelt ist, nachdem der herbstliche Nadelabfall vom vorjährigen Triebe bereits stattgefunden hatte. Ueber die Zeit des herbstlichen Nadelabfalles existiren speziellere Angaben.

May (Die Lebensdauer der Nadeln bei einigen immergrünen Nadelhölzern in Z. f. Forst- und Jagdwesen 1894) theilt mit, dass bei Eberswalde der Hauptnadelabfall bei *Pinus silvestris* im September stattfindet, während kleinere Mengen erst im Oktober und unter Umständen im November abfallen. Die Nadeln fielen alsbald nach dem Absterben ab, welches demnach in dieselben Zeiten fiel. Die Kiefer hat demnach vom September bis Mai-Juni weniger Nadeln wie vom Juni bis September und in den Bergen mehr wie in der Ebene und an der See —. Die abgefallenen Nadeln sind diejenigen, auf welchen sich die Fruchtkörper des Schüttepilzes entwickeln. Ein gewisser Prozentsatz der Nadeln, welche die Streu eines Kiefernbestandes bilden, trägt die Apothecien. Von ihnen aus verbreitet sich der Pilz weiter auf die Kulturen und infiziert hier völlig gesunde Nadeln der Sämlinge und mehrjährigen Pflanzen. Es dürfte hierbei die Verbreitung der Nadeln durch den Wind eine ebenso grosse Rolle spielen wie die Verbreitung der ausgeworfenen Sporen.

Wie an verschiedenen Stellen der Abhandlung erwähnt, tritt als erstes Zeichen der Schütteerkrankung an den Primärblättern einjähriger Pflanzen oder Johannitrieben zweijähriger Pflanzen eine Verfärbung einzelner Nadeltheile auf. Es sind keine eigentlichen Flecke, keine scharfbegrenzte Zonen, sondern verschwommen missfarbige Partien, die bald an der Spitze oder Basis der Nadeln, bald im mittleren Theile sichtbar werden. Betrachtet man das verfärbte Gewebe mikroskopisch, so sieht man, dass die Zellen kollabirt sind; in den Intercellularen oft so eng an die Zellwände angeschmiegt, dass sie kaum zu finden sind, wachsen die charakteristischen Pilzfäden mit engem Lumen und zweischichtiger Membran, bald feinere, bald derbere, verzweigte und septirte, hyaline Fäden bildend. Das befallene Gewebe wird schliesslich braun und hebt sich dann schärfer von den grünen Theilen ab. Die Farbennuancen der kranken Partien sind um so verschiedener als die Farbe der gesunden Nadeln junger Pflanzen bald grün, grüngrau und röthlich bis rothviolett ist.

Die Figuren 1 bis 8 auf Tafel IV geben diese Farbentöne an grünen Pflanzen und an solchen mit violetter Winterfärbung wieder. Sie sind nach dem Leben gemalt. Fig. 9 stellt die Grenze zwischen einer verfärbten, abgestorbenen Partie und einer noch lebenden, grünen Zone dar. In ersterer ist auch Mycel zu sehen. Diese Bilder sind bereits im Herbste zu finden, während im Frühjahr die erkrankten Nadeln ganz

abgestorben und gleichmässig braun gefärbt erscheinen, so wie es Fig. 3 zeigt. Doch findet man auch im Herbste bereits derartige Nadeln an den Pflänzchen.

Wie man aus dem positiven Erfolge der Schüttebekämpfung durch Kupfermittel bei zwei- und mehrjährigen Pflanzen dahin geschlossen hat, dass die Schütte bestimmt eine Pilzkrankheit sei, so folgerte man aus dem bisherigen Misserfolg der gleichen Bekämpfungsmethode bei Jährlingen d. h. also Keimpflanzen, dass bei ihnen vielleicht eine andere Krankheitsursache vorliege. So äussert sich Kienitz („Versuche über die Bekämpfung der KiefernSchütte in den Lehrrevieren der Forstakademie Eberswalde“ in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1900, S. 369) und auch Wappes („Die Bekämpfung der KiefernSchütte“ im Wochenblatt des Landwirthschaftlichen Vereins in Bayern, 1900, S. 578).

Die vorstehenden Beobachtungen und Untersuchungen lassen es aber nicht als zweifelhaft erscheinen, dass auch die Sämlinge durch den Angriff des Schüttepilzes erkranken.

Gerade bei den Blättchen der Jährlinge ist es bereits im Herbste zu sehen, dass nicht das ganze Blatt erkrankt, sondern dass es nur einzelne kranke und sich verfärbende Parteen bekommt. In den erkrankten Theilen findet man schon im Herbste das Mycel (vergl. die Figur 9 von Tafel IV).

Wenn nun auffallender Weise die Jährlinge sich der Kupferbehandlung gegenüber anders verhalten, wie die vorjährigen Pflanzen, so muss dies besondere Gründe haben.

Dieselben sind unschwer einzusehen, wenn man die Wirkung der Bespritzung mit Kupfermitteln alsbald nach Ausführung derselben beobachtet. Während die KurztriebNadeln vollständig blauweiss vom Kupferkalk überzogen sind, kann man das bei den Primärblättern der einjährigen Pflänzchen nicht finden. Bei ihnen rollt der grösste Theil der Kupferbrühe ab und nur einige Tröpfchen bleiben in den Blattachseln oder an anderen Stellen einmal hängen. Ein Ueberzug über die Blattfläche bildet sich aber nicht. Dieses eigenartige Verhalten zeigen nicht nur die Primärblättchen der einjährigen Pflanzen, sondern auch die Primärblättchen jener späten (Johanni-) Triebe, welche an zweijährigen Kiefern nach Abschluss der Knospe des neuen Triebes sich nachträglich bilden und im August ihre Länge bereits erreicht haben. Gerade diese Triebe zeigten besonders stark die Erkrankung durch den Schüttepilz und verhielten sich ihm gegenüber genau so wie die einjährigen Pflanzen, denen sie so ähnlich sind. Auch sie bekommen nicht den blauweissen Ueberzug wie die älteren Doppelnadeln.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, dass die Primärnadeln auf ihren beiden Flächen einen bläulichen, mit der Hand abwischbaren Ueberzug von Wachs besitzen, welcher die Flüssigkeit abrollen lässt. Man kann sich von diesem Wachsüberzug der Primärblättchen leicht überzeugen, wenn man einjährige Pflanzen in ein Glas Wasser untertaucht. Die Blättchen sehen dann silberweiss aus und sind beim Herausnehmen noch ganz trocken.

Die Doppelnadeln verhalten sich anfangs ähnlich, erst später scheinen sie das Wachs immer mehr zu verlieren und ganz benetzbar zu werden. Sie nehmen Ende

Juli, Anfang August, also zur Zeit, in der hauptsächlich gespritzt wird, die Brühe vollständig an und bekommen einen blauweissen Ueberzug mit Ausnahme ihrer basalen, hellgrün bleibenden und noch zuwachsenden Partie.

Der somit zur Bespritzungszeit im Juli und August zwischen den erst im Frühling aus Samen entstandenen, also 2—3 Monate alten, von uns stets als einjährig bezeichneten Pflanzen und jenen des Vorjahres bestehende Unterschied hat seine Gründe weniger in der verschiedenen Organisation der Primärblätter und der Doppelnadeln als hauptsächlich in ihrem Entwicklungsstadium. Die Primärblättchen der einjährigen Pflanzen sind zum grössten Theile im Juli bis August noch jung, zart, im Wachsen begriffen. Dieses jugendliche Stadium ist aber durch den starken Wachsüberzug ausgezeichnet. Derselbe verliert sich auch an den Primärblättchen mit dem Alter mehr und mehr. Die Kotyledonen haben ihn schon nicht mehr so stark.

Die Doppelnadeln der jungen Kiefern sind zur selben Zeit schon ziemlich ausgewachsen. Die Pflanzen haben ihre Gipfelknospe Anfang August schon lange abgeschlossen. Ja manche haben schon wieder Johannitriebe gebildet.

Diese Doppelnadeln haben den Wachsüberzug schon grössten Theils verloren, sie sind, wie gesagt, benetzbar mit Ausnahme der basalen, noch unfertigen Partie.

Spritzt man im Juni, so kann man ebenso einen grossen Unterschied erkennen zwischen den Doppelnadeln diesjähriger Triebe, welche schwer benetzbar sind, und denen vorjähriger Triebe, welche vollkommen benetzt werden.

Hierzu kommt allerdings noch, wie schon erwähnt, die steile Stellung der Primärblättchen gegenüber der mehr horizontalen seitens der Doppelnadeln.

An den Kurztriebennadeln sind die erkrankten Theile hellere, kleinere, schärfer begrenzte Flecke. Die erkrankten Nadeln haben ein geschecktes oder gesprenkeltes Aussehen. Auch in diesen Flecken findet man das Mycel des Schüttepilzes. Es giebt aber noch eine Reihe von Schädlingen, die ähnliche Flecke, insbesondere auch bei älteren Kiefern hervorrufen.

Gar nicht selten wird der Blasenrost an den Kiefernadeln von den Praktikern mit der Schütte verwechselt. Derselbe verursacht in ähnlicher Weise gelbliche und bräunliche Nadelflecke, auf welchen die kleinen Spermogonien und dann im Mai die Aecidien entstehen. Letztere lassen Ende Mai ein orangerotes Sporenpulver ausstäuben. Die Flecke, wo die Spermogonien und Aecidien sich bilden oder vorher sasssen, werden nicht selten für Schütteleflecke gehalten!

Es werden aber auch kleine gelbe Flecke an den Nadeln der Kiefer durch das Anstechen von Rüsslern, vielleicht auch von Läusen verursacht. Sie enthalten kein Mycel. Ich habe hierauf in dem Kapitel III über „Kiefernkrankheiten, welche mit der Schütte verwechselt werden“, aufmerksam gemacht. Die gefleckten Nadeln bleiben entweder lebend und grün an der Pflanze sitzen oder verfärben sich im Frühjahr und werden mit dem Kurztrieb abgestossen. Sie werden dann meist von der Basis her braun.

Hiermit nicht zu verwechseln ist das gleichmässige Absterben junger Kiefernpflanzen durch *Agaricus melleus*, wobei die noch grünen Nadeln von der Basis her

braun werden und abwelken. Am Wurzelhalse der Pflanzen findet man beim Anschneiden der Rinde das weisse Mycel.

In der Regel beschränkt sich die Erkrankung der Schütte auf die Nadel, welche zu Beginn der Vegetationszeit abgeworfen wird. In anderen Fällen erfolgt ein Absterben der Pflanze, welches ich auf ein Vertrocknen zurückführe.

F. Schwarz meint, dass bei der Schütte die Triebe am Leben bleiben und nur die Nadeln absterben und dass letztere durchwegs von der Spitze her, bei *Cenangium* von der Basis aus erkranken. Nun erkranken die Nadeln bei der Schütte aber nicht durchwegs von der Spitze her und die ganze Pflanze, also auch Achse und Knospe sterben bei vielen Exemplaren ab. Hartig (Lehrb. d. Baumkrankheiten) sagt: „Schüttekranken Sämlinge gehen meist zu Grunde und nur dann, wenn etwa die Hälfte der Nadeln grün geblieben war, können sie sich erholen, falls nicht neue Infektionen hinzukommen. Erkrankte Sämlinge zur Ausführung der Kulturen zu benutzen, ist durchaus nicht anzurathen. Zweijährige und ältere Kiefern im schüttekranken Zustande zu verwenden, ist ebenfalls nicht anzurathen, da sie durch die Verpflanzung meist noch so sehr geschwächt werden, dass sie nach kurzer Zeit zu Grunde gehen. Auf Schlägen erkrankte Pflanzen können sich unter günstigen Umständen von der Krankheit erholen. Dies erfolgt übrigens nie, wenn das Pilzmycel aus den Nadeln in die Gewebe der Achse selbst eingedrungen ist. Erscheint insbesondere die Markröhre der Pflanze vom Pilzmycel gebräunt, so geht die Pflanze zu Grunde, wenn auch die Knospen im Frühjahr ganz gesund aussehen.“

In der Regel scheint allerdings das Mycel auf die Nadeln beschränkt zu sein, auf welchen allein seine Fortpflanzungsorgane zu finden sind. Ich fand auch noch keine Rindenbräunungen, die von absterbenden Kurztrieben ausgegangen wären, ausser wenn die ganze Pflanze schon im Absterben war. Bei zweijährigen Pflanzen, deren an der Basis gebräunte Nadeln sich sammt Kurztrieben Ende Februar leicht von der Achse abstreifen liessen, war Mycel nicht im Stämmchen zu finden. Auch bei einjährigen Pflanzen, deren oberer Theil abstarb, war der untere gesund geblieben, der obere Theil schien lediglich vertrocknet zu sein.

Es ist daher wohl möglich, dass der eingetretene Tod nicht auf die Infektion durch parasitäres Mycel in die Achse erfolgt. Doch mag dies noch dahin gestellt bleiben.

Dass der Schüttepilz an den Nadeln junger Pflanzen parasitär auftritt, erscheint zweifellos. Er befällt sie unter allen Boden- und Klimaverhältnissen. Dass der Schüttepilz am Boden liegende Nadeln alter Kiefern nicht saprophytisch befällt und sich so erst in der Nadelstreu vermehrt, erscheint auch sicher. Ich fand ihn nicht an Nadeln gefällter Kiefern, die im Walde liegen, obwohl doch genügend Infektionsmaterial im Walde verbreitet ist. Ich fand ihn auch nicht an den Nadeln kleiner Zweige, die durch Sturm oder Hylurgus zur Erde kamen. Man findet selbst nach zwei Jahren in der Regel keine Apothecien an solchen Nadeln. Es hat daher den Anschein, dass die im September abfallenden Nadeln, welche später Apothecien zeigen, schon vor dem Abfall infiziert waren und dann bis zum Frühjahr die Apothecien entwickeln.

Dies würde damit übereinstimmen, dass der Pilz auch durch Insekten beschädigte, absterbende Nadeln öfters befällt, so dass diese oft am Zweig die einzigen Nadeln sind, welche Apothecien tragen.

Es ist ausserdem durch meine speziellen Beobachtungen festgestellt, dass der Schüttepilz halbwüchsig absterbende Nadeln unterdrückter Jungwüchse, welche von *Agaricus melleus* oder *Polyporus annosus* getödtet wurden und daher inmitten der Vegetationszeit abstarben, so gleichmässig befiel, dass die sämtlichen Nadeln mit Apothecien besetzt waren.

Die Beobachtungen wurden bei Rahnsdorf gemacht. Dort befindet sich eine kleine Kieferndickung, deren dominirende Stämme alle völlig gesund erscheinen. Zwischen und unter ihnen steht aber eine grosse Zahl unterdrückter, abgestorbener oder absterbender Stangen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 m Höhe. Viele von diesen haben noch die letztjährige Benadelung. Diese besteht entweder aus dünnen, schwächtigen Nadeln, welche noch leben und grün sind oder sich bereits gebräunt haben und todt sind.

Ausser solchen Kiefern mit ausgewachsenen letztjährigen Nadeln ist aber eine grosse Anzahl von Kiefern vorhanden, deren letztjährige Benadelung nicht ausgewachsen ist, sondern offenbar bald nach der letztjährigen Zweig- und Nadelentwicklung wieder abstarb. Die Nadeln haben nur $\frac{1}{4}$ bis höchstens $\frac{3}{4}$ der normalen Länge erreicht und sind dann sämtlich gleichzeitig an allen Zweigen des unterdrückten Stämmchens abgestorben. Ihre Stellung zeigt meist an, dass ihr Tod ein Verwelken war. An vielen Pflanzen sind alle diese Nadeln bedeckt mit den Apothecien des Schüttepilzes, *Lophodermium Pinastri*.

Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man verleitet werden, hier eine epidemische Erkrankung durch den Schüttepilz anzunehmen. Der Tod der unterdrückten Stämmchen ist aber auf diesen Pilz nicht zurückzuführen.

Dies ergibt sich zunächst aus dem Vergleiche mit typischen Erkrankungsfällen durch den Schüttepilz. Wo der Schüttepilz eine lebende, gesunde Nadel befällt, bildet sich dieselbe zunächst vollständig aus. Die sogenannten „Schütte“-Nadeln, welche im Herbst schon oder im Frühjahr die Symptome der Erkrankung durch den Schüttepilz zeigen, sind ausgewachsen. Die Apothecien tragenden Kiefernadeln, welche wir überall in der Streu finden, sind gleichfalls vollkommen normal entwickelt. Es ist also nicht zu beobachten, dass der Schüttepilz etwa durch seine Infektion die Nadel noch im selben Jahre und vor Eintritt ihrer normalen Länge zum Tode bringe.

Der Schüttepilz könnte die junge Nadel frühestens im Juni infiziren. Er tödtet die Primärnadeln frühestens im September, die Kurztriebneln wahrscheinlich später.

Aus dieser bekannten Thatsache konnte schon geschlossen werden, dass die mitten in der Entwicklung abgestorbenen Nadeln ihren Tod nicht dem Schüttepilze verdanken.

Ihr charakteristisches Aussehen liess vielmehr erkennen, dass sie in Folge des Absterbens der ganzen Pflanze alsbald nach ihrer Streckung und Entwicklung aus den Knospen abwelken mussten. In der That zeigte es sich bei genauerer Untersuchung denn auch, dass die unterdrückten Pflanzen grossen Theils den *Agaricus melleus* oder *Polyporus annosus* an der Wurzel und den unteren Stammtheilen hatten,

dass dieser die unterdrückten Pflanzen vollends getödtet hatte, dass die Wasseraufnahme von der Wurzel her im Frühjahr unterblieb, dass die Knospen noch austrieben und die so gebildeten Triebe und Nadeln sich eine Zeit lang lebend und turgescient erhielten, dann aber zu welken anfangen und abstarben.

Die abgestorbenen Nadeln des letzten Triebes (andere Nadeln waren nicht vorhanden) blieben an den vertrockneten Triebchen hängen und zeigten alle die Apothecien des Schüttepilzes, welcher offenbar in die welkenden Nadeln eingedrungen war und in ihnen sehr bald seine Apothecien gebildet hatte. An einer Anzahl von Pflanzen sind die Nadeln abgestorben ohne den Schüttepilz zu tragen, sie sind wahrscheinlich schnell vertrocknet.

Es steht dahin, ob man den Zustand des Absterbens oder Welkens in Mitte der Vegetationszeit bei den zum natürlichen Abfall kommenden und bei den Nadeln der geschilderten, unterdrückten und wurzelkranken Pflanzen ebenso wie den Jugendzustand als besonders zur Infektion disponirt betrachten will.
