

Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 12 (1959)

Artikel: Die Rostpilze Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz

Autor: Gäumann, Ernst

Kapitel: 9. Gattung : Cronartium Fries

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-821064>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

für den Dikaryophyten: *Symphytum tuberosum* L. Ferner werden als Uredo- und Teleutosporenwirte beispielsweise *Symphytum asperrimum* Donn. = *Symphytum uplandicum* Nym., *Symphytum bulbosum* Schimp., *Symphytum cordatum* Waldst. et Kit., *Symphytum ibericum* Stev., *Symphytum officinale* L., *Symphytum peregrinum* Ledeb. und *Symphytum tauricum* Willd. genannt.

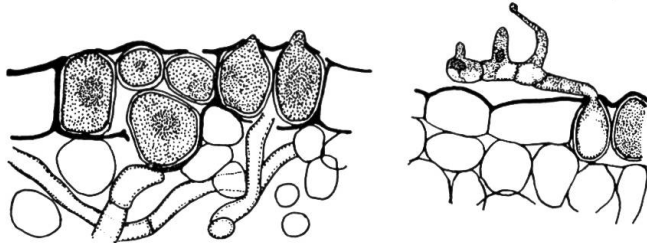


Abb. 68. *Melampsorella symphyti* (DC.) Bub. Keimende Teleutosporen auf *Symphytum peregrinum* Led. Vergr. 550. (Nach GROVE und CHESTERS, 1934.)

Biologie. Die *Melampsorella symphyti* kommt durch ganz Europa vor. Ihr Entwicklungsgang wurde von BUBÁK (1903, 1904) klargestellt, der mit Teleutosporen von *Symphytum tuberosum* Spermogonien und Aecidien auf den Nadeln von *Abies alba*, nicht aber von *Picea excelsa* erhielt. Mit Uredosporen von

Symphytum tuberosum konnte er (1906) nur wieder *Symphytum tuberosum*, nicht aber *Symphytum officinale* infizieren; möglicherweise besteht also innerhalb der *Melampsorella symphyti* eine biologische Spezialisierung des Dikaryophyten.

Von den Aecidien der *Melampsorella caryophyllacearum* unterscheiden sich die Aecidien der *Melampsorella symphyti* hauptsächlich durch die Lokalisierung des Myzels auf die diesjährigen Nadeln (das aecidienbildende Myzel perenniert somit nicht und ruft keine Hexenbesen hervor). Von den Aecidien des *Pucciniastrum epilobii* und der *Calyptospora Goepfertiana* unterscheiden sich diejenigen der *Melampsorella symphyti* nach BUBÁK (1904) durch die größern Sporen, von den Aecidiosporen der Farnrostgattungen *Uredinopsis*, *Milesia* und *Hyalopsora* durch den gefärbten Inhalt.

Die morphologischen Unterschiede zwischen den intrazellularen Teleutosporen der verschiedenen Pucciniastraceen-Gattungen wurden von PADY (1946) herausgearbeitet.

2. Familie. Cronartiaceen

Die Cronartiaceen schließen durch den Bau ihrer Uredolager unmittelbar an die Pucciniastraceen an (S. 9), unterscheiden sich aber von ihnen durch die besondere Gestaltung ihrer Teleutosporenlager. Sie sind in unserem Gebiet einzig durch die Gattung *Cronartium* Fr. vertreten.

9. Gattung. Cronartium Fries

(Teleutosporen mit farbloser Wand, einzellig, in Ketten abgeschnürt, in den Reihen und seitlich zu einer die Epidermis durchbrechenden Säule verklebt. Uredolager von einer Pseudoperidie bedeckt. Uredosporen einzeln auf den Stielen gebildet.)

Die *Cronartium*-Arten mit vollständigem Entwicklungsgang leben, soweit bekannt, in der Haplophase auf *Pinus*-Arten und rufen auf diesen durch ihre mehrere Millimeter großen, blasig aufgetriebenen Aecidien die Rindenblasenroste (Rindenperidermien; Abb. 69) hervor. Der Dikaryophyt ist dagegen auf die verschiedenartigsten Angiospermen ausgewandert.

Das Hauptentwicklungsgebiet der Gattung liegt in Nordamerika und Ostasien. Aus Mitteleuropa sind bloß drei Arten bekannt:

- | | |
|--|---|
| 1. Aecidien auf zweinadligen <i>Pinus</i> -Arten
Teleutosporen auf | |
| 2. <i>Vincetoxicum</i> -, <i>Paeonia</i> -, <i>Pedicularis</i> -
usw. Arten | <i>Cronartium asclepiadeum</i> (Willd.) Fr. (S. 81) |
| 2*. <i>Castanea</i> -, <i>Fagus</i> - und <i>Quercus</i> -Arten | <i>Cronartium quercuum</i> (Berk.) Miy. (S. 84) |
| 1*. Aecidien auf fünfnadligen <i>Pinus</i> -Arten
Teleutosporen auf <i>Ribes</i> -Arten | <i>Cronartium ribicola</i> J.C. Fisch. (S. 85) |

Cronartium asclepiadeum (Willdenow) Fries

Spermogonien nicht näher beschrieben.

Aecidien aus der Rinde hervorbrechend, in größerer Zahl beisammen eine mehr oder weniger große Zweigstrecke einnehmend, mit rundem oder langgestrecktem, mitunter gekrümmtem oder fast verzweigtem Grundriß. Pseudoperidie 2–3 mm hoch, 2–8 mm lang, 2–3 mm breit, mäßig derb, an einem kleinen Teile der Innenseite schuppig oder gestreift, meist ohne starre Fäden, meist 2 Zellagen stark. Pseudoperidienzellen ziemlich isodiametrisch, 16–30 μ im Durchmesser, mitunter etwas unregelmäßig; Zellwand etwa 4–5 μ dick, warzig; Warzen der Außenseite etwas feiner. Aecidiosporen rundlich-ellipsoidisch oder polyedrisch, 22–26, seltener bis 30 μ lang, 16–20 μ dick. Wand farblos; der größte Teil ihrer Oberfläche ist durch Stäbchenstruktur, die über die Hälfte der Wanddicke einnimmt, warzig. Warzenabstand 1,5–2 μ . Ein kleiner Teil der Oberfläche ist nur netzig gefurcht, fast glatt, indem die Warzen wesentlich breiter und nur durch schmale Furchen getrennt sind. Der warzige Wandteil ist dicker, 3–4 μ , der glatte Teil dünner, 2–3 μ .

Uredolager auf der Unterseite der Blätter, auf besonders oberseitlich gelblich verfärbten Flecken herdenweise beisammen, klein, bis 0,25 mm, pustelförmig, von einer Pseudoperidie bedeckt, die sich am Scheitel porenförmig öffnet. Pseudoperidienzellen mit ringsum ziemlich gleichmäßig dicker Wand (2–3 μ). Uredosporen eiförmig oder ellipsoidisch, 21–27 μ lang, 15–20 μ breit. Wand farblos, 1,5–2 μ dick, entfernt stachelwarzig; Warzenabstand 2,5–4 μ . Keimporen nicht sichtbar.

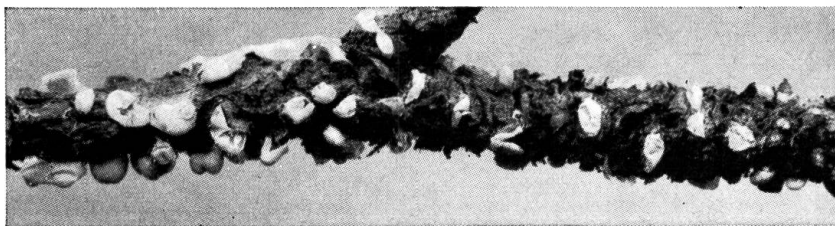


Abb. 69. *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr. Aecidien (Rindenblasenrost) auf Kiefernzweigen. Nat. Gr. (Nach GÄUMANN, 1945.)

Teleutosporensäulen in den Uredolagern entstehend, durch die Öffnung der Pseudoperidie hervortretend, gelbbraun oder braun, trocken hornig, 1–2 mm lang, 60–130 μ dick, meist gekrümmt, rasenweise beisammenstehend, selten das ganze Blatt bedeckend. Teleutosporen ellipsoidisch bis langgestreckt, 26–56 μ lang, 9–14 μ breit. Wand dünn, kaum 1 μ dick, die der endständigen Sporen am Scheitel etwas verdickt. Basidiosporen rundlich, etwa 8 μ im Durchmesser.

Entwicklungsgang: Heteroform.

Als Wirtspflanzen sind experimentell nachgewiesen für den Haplonten: *Pinus silvestris* L. (Rinde); für den Dikaryophyten: *Gentiana asclepiadea* L., *Gentiana verna* L., *Grammatocarpus volubilis* Presl., *Impatiens Balsamina* L., *Loasa lateritia* Gilt., *Loasa tricolor* Lindl., *Nemesia strumosa* Benth., *Nemesia versicolor* E. Mey., *Paeonia grandiflora* hort., *Paeonia lutea* Lem., *Paeonia Moutan* Sims., *Paeonia officinalis* L. = *Paeonia festiva* Tausch = *Paeonia splendens* hort. = *Paeonia sessiliflora* Sims., *Paeonia peregrina* Mill., *Paeonia tenuifolia* L. = *Paeonia hybrida* Pall., *Pedicularis palustris* L., *Schizanthus Grahamsi* Gill., *Tropaeolum aduncum* Sm., *Tropaeolum majus* L., *Tropaeolum minus* L., *Tropaeolum peregrinum* L. = *Tropaeolum canariense* hort., *Verbena erinoides* Lam., *Verbena teucrioides* Gill. et Hook., *Vincetoxicum fuscum* Reichb., *Vincetoxicum laxum* Koch, *Vincetoxicum nigrum* Moench und *Vincetoxicum officinale* Moench = *Cynanchum Vincetoxicum* R. Br.

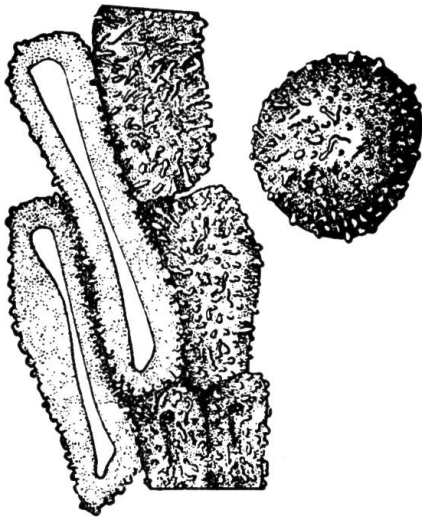


Abb. 70. *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr. Aecidiospore und Schnitt durch die Pseudoperidie eines Aecidiums auf *Pinus silvestris* L. Vergr. 875. (Nach VIENNOT-BOURGIN, 1949.)

Ferner werden als Wirtspflanzen beispielsweise genannt

für den Haplonten: *Pinus Pinaster* Sol. = *Pinus maritima* Lam.;

für den Dikaryophyten: *Euphrasia nemorosa* Pers., *Impatiens parviflora* DC., *Loasa vulcanica* André, *Paeonia albiflora* Pall. = *Paeonia edulis* Salisb. = *Paeonia sinensis* hort., *Paeonia angustifolia* hort., *Paeonia anomala* L., *Paeonia arietina* Anders., *Paeonia corallina* Retz. = *Paeonia mascula* Desf. = *Paeonia Broterii* Boiss. et Reut. = *Paeonia daurica* Anders., *Paeonia decora* Anders., *Paeonia fimbriata* Hort. Angl., *Paeonia formosa* hort., *Paeonia herbacea* hort., *Paeonia Mlokosiewitzi* Lom., *Paeonia rosea* hort. = *Paeonia officinalis*?, *Pedicularis Sceptrum-carolinum* L., *Ruellia formosa* Andr., *Tropaeolum Lobbianum* Hort. Veitch., *Vincetoxicum luteum* Hoff. et Lk. = *Cynanchum fuscum* Lk., *Vincetoxicum purpurascens* Morr. et Decne. und *Vincetoxicum Rehmanni* Boiss. = *Cynanchum Rehmanni* (Boiss.) Kuhn.

Biologie. Der Wirtswechsel und der Wirtskreis des *Cronartium asclepiadeum*, das oft zu Unrecht als *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. bezeichnet wird (zu Unrecht, weil der erste richtige Name der Hauptfruchtform gültig ist), wurden durch die Untersuchungen von BUBÁK (1906), CORNU (1886), ED. FISCHER (1896, 1898, 1901, 1902), GENEAU DE LAMARLIÈRE (1895), KLEBAHN (1890, 1900, 1902, 1903, 1904, 1905, 1908, 1912, 1914, 1916, 1924, 1938), LIRO (1906, 1907) und TUBEUF (1920) klargestellt. Das Aecidienmyzel perenniert in den Zweigen der Kiefern. Im Frühjahr erfolgt die Infektion der Teleutosporennährpflanzen und im Laufe des Sommers die Entwicklung der Uredo- und Teleutosporen. Letztere sind zwar sogleich wieder keimfähig, dürften aber in der Regel überwintern und im

folgenden Frühsommer die jungen, eben ausschlagenden Nadeln der Kiefern anstecken, von wo aus das Myzel in die Zweigrinde hinunterwächst.

Der Wirtskreis zeichnet sich durch eine merkwürdige Pleophagie aus: Der Pilz befällt in der Dikaryophase einerseits vollkommen zusammenhanglos neue Wirte aus den verschiedensten Familien, denen er in seinem Leben zweifelsohne noch nie begegnet ist (*Nemesia* ist eine Scrophulariacee aus Südafrika; die beiden *Verbena*-Arten stammen von der Westküste Südamerikas; *Impatiens* ist eine Balsaminacee aus Ostindien, *Grammatocarpus* eine Loasacee aus Chile); andererseits vermag er jedoch bei diesen Neuwirten stets nur bestimmte Arten zu besiedeln, die nächstverwandten Arten dagegen nicht.

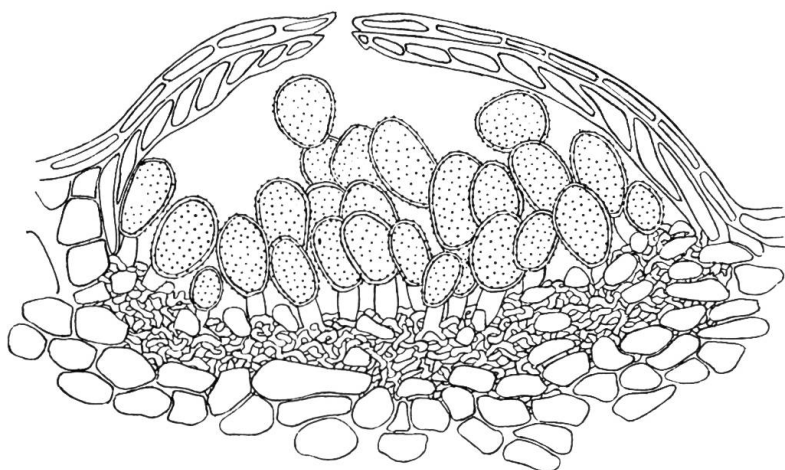


Abb. 71. *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr. Schnitt durch ein reifes Uredolager auf *Vincetoxicum officinale* Moench. Vergr. rund 400. (Nach SAVULESCU, 1953.)

Das *Cronartium asclepiadeum* zerfällt in mindestens drei biologische Arten:

1. die f.sp. *typica*, welche sämtliche auf S. 82 als für den Dikaryophyten experimentell nachgewiesen genannten Wirte von *Grammatocarpus* bis und mit *Vincetoxicum* zu besiedeln vermag;

2. die f.sp. *gentiana*. Ihr Hauptwirt ist *Gentiana asclepiadea* L. Ferner geht sie auf *Gentiana verna* L. und auf *Paeonia*-Arten über, dagegen normalerweise nicht auf *Vincetoxicum officinale* (WIDDER, 1941, 1948); dagegen scheint eine *Cronartium*-Rasse aus der Umgebung von Graz doch *Vincetoxicum* befallen zu können (KLEBAHN, 1939). *Paeonia* ist somit ein Sammelwirt sowohl für die f.sp. *typica* als auch für die f.sp. *gentiana*, wogegen *Gentiana asclepiadea* als Differentialwirt für die beiden Formen dient; ferner wurde von ED. FISCHER (1898, 1902) und KLEBAHN (1902, 1903, 1938) nachgewiesen, daß die f.sp. *typica* von *Vincetoxicum officinale* nicht auf *Gentiana asclepiadea* überzugehen vermag.

Die f.sp. *gentiana* entspricht dem *Cronartium gentianeum* von Thuemen. Ihr Wirtswechsel mit *Pinus silvestris* wurde von A. BUSCHMANN (bei KLEBAHN, 1939) sichergestellt. Sie fehlt merkwürdigerweise dem westlichen Verbreitungsgebiet der *Gentiana asclepiadea*, sondern findet sich nur vom Südost- und Ostrand der Alpen bis zum Kaukasus.

In ihre Nähe dürfte vielleicht auch das *Cronartium himalayense* Bagchee (1933) gehören, das im Himalaya von der dreinadligen *Pinus longifolia* Roxb. auf *Swertia alata* Royle, *Swertia angustifolia* Ham. und *Swertia cordata* Wal. übergeht;

3. die f.sp. *ruelliae* (*Cronartium ruelliae* Diet.) auf *Ruellia formosa* Andr. Von ihr ist noch nichts bekannt, als daß die f.sp. *typica* von *Vincetoxicum officinale* nicht auf *Ruellia formosa* überzugehen vermag (KLEBAHN, 1924).

Neben dem eigentlichen, echten eurasiatischen *Cronartium asclepiadeum*, das spontan (zur Hauptsache) auf *Vincetoxicum officinale* hinüberwechselt und z. B. in Süddeutschland und der Schweiz verbreitet ist, besteht ferner in Norddeutschland eine offenbar apomiktische Rasse dieses Pilzes (GÄUMANN, 1946), die bestimmte, erblich disponierte Kiefernrasen befällt (LIESE, 1936) und im Sinne einer homogenisierten Infektkette ohne Wirtswechsel von Kiefer zu Kiefer weitergeht (HAACK, 1914; KLEBAHN, 1916, 1918, 1924; LAUBERT, 1911; LIESE, 1936; MÜLDER, 1951, 1953); sie verursacht ein besonderes, charakteristisches Krankheitsbild, den Kienzopf, und wird in der forstpathologischen Literatur als *Peridermium pini* (Willd.) Kleb. bezeichnet.

Wesentliche morphologische Unterschiede gegenüber dem normalen *Cronartium asclepiadeum* bestehen nicht; einzig für die Aecidien werden meist eine Anzahl «starrer Fäden» angegeben, d. s. wohl Ketten von Pseudoperidienzellen, die ihren seitlichen Zusammenhang verloren bzw. gar nie gewonnen haben.

Cronartium quercuum (Berkeley) Miyabe

Spermogonien auf den Zweigen oder Zapfen, subkortikal, auf kugeligen oder blasenförmigen Gallen, 40–50 μ hoch. Spermastien 4–5 μ lang, 2–3 μ breit, eiförmig oder tränenförmig.

Aecidien auf denselben Anschwellungen wie die Spermogonien, in Krusten von bis 30 cm Länge, blasenförmig, mit zerfasernder Pseudoperidie. Pseudoperidie am Scheitel 2–8, an der Seite 1–4 Zellagen dick. Pseudoperidienzellen 23–53 μ hoch, 14–32 μ breit, Wanddicke etwa 5 μ . Aecidiosporen eiförmig oder ellipsoidisch, 25–50 μ lang, 15–23 μ breit. Wand farblos, 2–3,5 μ dick, grobwarzig mit Ausnahme einer glatten basalen Zone, die an einer Seite emporsteigt.

Uredolager blattunterseits, leicht aufgeblasen, klein, etwa 0,1 mm, durch einen zentralen Porus sich öffnend. Uredosporen breit eiförmig oder ellipsoidisch, 20–32 μ lang, 14–20 μ breit. Wand farblos, 2–3 μ dick, gleichmäßig mit scharfen Stacheln besetzt.

Teleutosporenlager blattunterseits, fadenförmige, 2–4 mm lange Säulen bildend. Teleutosporen spindelförmig, 26–60 μ lang, 10–23 μ breit. Wand nahezu farblos, glatt, gleichmäßig 2–3 μ dick.

Entwicklungsgang: Heteroform.

Als Wirtspflanzen wurden u. a. experimentell nachgewiesen für den Haplonten: *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. (Ostasien), *Pinus silvestris* L. und *Pinus virginiana* Mill. (Nordamerika; BOYCE, 1943; HEDGCOCK und SIGGERS, 1949). Daneben werden zahlreiche andere japanische und nordamerikanische *Pinus*-Arten als Aecidienwirte genannt;

für den Dikaryophyten: *Castanea Bungeana* Blume, *Fagus japonica* Max., *Pasania Sieboldi* Mak., *Quercus acutissima* Carr., *Quercus coccinea* Wang., *Quercus crispula* Blume, *Quercus dentata* Thunb., *Quercus glandulifera* Blume,

Quercus glauca Thunb., *Quercus mongolica* Fisch., *Quercus myrsinaefolia* Blume, *Quercus rubra* L., *Quercus serrata* Thunb., *Quercus variabilis* Blume, *Quercus velutina* Lam. und, nur mit Subinfektionen, *Fagus crenata* Blume. Ferner werden zahlreiche andere nordamerikanische und ostasiatische *Quercus*-Arten als Wirte genannt.

Biologie. Der Wirtswechsel des durch die gesamte nördliche Erdhälfte verbreiteten *Cronartium quercuum* = *Cronartium cerebrum* Hedgc. et Long der nordamerikanischen Autoren wurde u. a. durch SHEAR (1906), ARTHUR (1907, 1912, 1915) und HIRATSUKA (1932) verfolgt, die zytologische Entwicklung durch DODGE und ADAMS (1918).

In West- und Mitteleuropa und im Mittelmeerbecken ist seit 1830 eine *Uredo quercus* Brondeau (bei DUBY, 1830, S. 893) auf *Quercus Ilex* L., *Quercus lusitanica* Lam. = *Quercus Murbeckii* Dur., *Quercus palustris* Muenchh., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus Robur* L. = *Quercus pedunculata* Ehrh., *Quercus sessiliflora* Salisb., *Quercus Suber* L. und *Quercus Toza* Bosc. bekannt, die wir bis zum Beweis des Gegenteils mit der ostasiatischen und nordamerikanischen Form identifizieren möchten, obschon nach ARTHUR (1934, S. 26) ihre Uredosporen etwas kleiner sein sollen. Da Teleutosporen in Europa noch nicht gefunden wurden, so ist zu vermuten, daß sich der Pilz mit dem Uredomyzel vegetativ den Winter über in den Knospen erhält oder daß er, wie in Florida und Kalifornien, im Mittelmeerbecken auf den Blättern immergrüner Eichen überwintert und jeden Sommer neu nach Mitteleuropa einwandert.

***Cronartium ribicola* J.C. Fischer**

Spermogonien als flache, 34–67 μ hohe, 2–3 mm große, unregelmäßig gestaltete Lager unter dem Periderm der Rinde angelegt, dieses ein wenig blasig emporhebend, aus einer mit bloßem Auge nicht sichtbaren Durchbrechung des Periderms Tropfen einer süß schmeckenden Flüssigkeit mit Spermastien entleerend. Sterigmen palisadenartig vereint, senkrecht zum Periderm gerichtet. Entwicklungszeit Juli–August.

Aecidien auf etwas angeschwollenen Teilen der Zweige und Stämme in größerer Zahl beisammen, durch die Rinde hervorbrechend, mit rundem oder länglichem, mitunter gekrümmtem oder fast verzweigtem Grundriß, 2–7 mm lang, 2–3 mm breit. Pseudoperidie 2–2,5 mm hoch, anfangs blasenförmig die Sporenmasse umschließend, später oben, unten oder seitlich unregelmäßig aufreißend, verhältnismäßig zart; Wand aus 2–3 Lagen von isodiametrischen, 15–35 μ dicken Zellen gebildet. Die nach der Innenseite der Pseudoperidie zu liegenden Zellwände sind 3–4 μ dick und durch Stäbchenstruktur warzig, die nach außen zu liegenden Zellwände sind dicker, 5 μ , und im oberen Teil der Pseudoperidie völlig glatt, im unteren Teile punktiert oder sehr feinwarzig. Aecidiosporen oval, rundlich oder polyedrisch, 22–29 μ lang, 18–20 μ breit; Wand farblos, dick, innere Schicht bis auf eine gewisse Schichtung völlig homogen, äußere durch Stäbchenstruktur warzig, auf einem großen Teil der Fläche aber durch Verschmelzen der Stäbchen völlig glatt; glatter Teil dicker, 3–3,5 μ , warziger Teil dünner, 2–2,5 μ dick. Abstand der Stäbchenmittelpunkte 1,5–2 μ .

Uredolager herdenweise auf der Unterseite der Blätter, beiderseits gelblich verfärbte Flecken erzeugend, von einer Pseudoperidie umgeben, die am Scheitel porenförmig aufreißt, von der Epidermis bedeckt bleibt und von deren Zellen

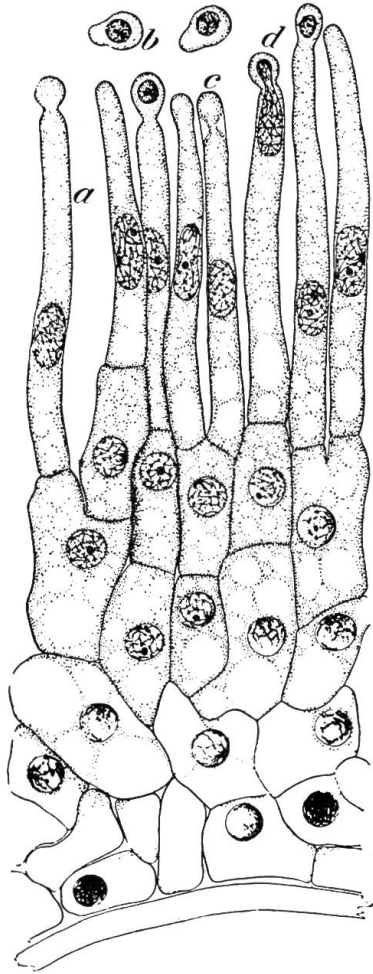


Abb. 72. *Cronartium ribicola* J.C.Fisch. Schnitt durch ein Spermogonium mit Sterigmen *a*, *c* und *d* und Spermastien *b*. Vergr. 1700. (Nach COLLEY, 1918.)

besonders die nach der Mündung zu gelegenen auf der Innenseite stärker (bis $4\ \mu$) verdickte Wände haben. Uredosporen oval, meist etwas unregelmäßig, $21\text{--}25\ \mu$ lang, $13\text{--}18\ \mu$ breit, seltener länglich, $30:11\ \mu$. Wand farblos, etwa $1,5\ \mu$ dick, mit lockerstehenden Stachelwarzen (Abstand $2\text{--}3\ \mu$) besetzt. Keimporen nicht sichtbar.

Teleutosporensäulchen in der Mitte der Uredolager entstehend, durch das Loch der Pseudoperidie hervortretend, wie die Uredolager auf der Unterseite der Blätter, herdenweise beisammen, zuletzt oft die ganze Blattfläche bedeckend, meist gekrümmt, $1\text{--}1,5\ \text{mm}$ lang, gelblichbraun, beim Keimen durch den Basidiosporenüberzug etwas grau werdend. Teleutosporen sofort keimfähig, $35\text{--}70\ \mu$ lang, $11\text{--}21\ \mu$ breit.

Entwicklungsgang: Heteroform.

Als Wirtspflanzen werden u. a. genannt für den Haplonten: Rinde von *Pinus albicaulis* Engelm., *Pinus aristata* Engelm., *Pinus ayacahuite* Ehrenb., *Pinus Balfouriana* Murr., *Pinus canariensis* C.Sm., *Pinus Cembra* L., *Pinus excelsa* Wall., *Pinus flexilis* James, *Pinus Griffithii* McCl., *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc., *Pinus Lambertiana* Dougl., *Pinus monticola* Dougl., *Pinus parviflora* Sieb. et Zucc., *Pinus Peuce* Griseb., *Pinus pinea* L., *Pinus Sabiniana* Dougl., *Pinus strobiformis* Engelm. und *Pinus Strobilus* L.;

für den Dikaryophyten: *Ribes aciculare* Sm., *Ribes alpestre* Wall., *Ribes alpinum* L., *Ribes amarum* McClatchie, *Ribes americanum* Mill. = *Ribes floridum* L'Hér., *Ribes aureum* Pursh., *Ribes Bethmontii* Jancz., *Ribes Biebersteinii* Berl., *Ribes bracteosum* Dougl., *Ribes*

burejense Schmidt, *Ribes Carrierei* Schneid., *Ribes cereum* Dougl., *Ribes coloradense* Cov., *Ribes cruentum* Greene, *Ribes Culverwellii* Mef., *Ribes curvatum* Small, *Ribes cynosbati* L. = *Ribes gracile* Michx., *Ribes diacantha* Pall., *Ribes divaricatum* Dougl., *Ribes echinulatum* Lindl., *Ribes erythrocarpum* Cov. et L., *Ribes fasciculatum* Sieb., *Ribes Fontainesii* Colla = *Ribes flavum* Berl., *Ribes fontanum* hort., *Ribes formosanum* Hay., *Ribes futurum* Jancz., *Ribes Giraldii* Jancz., *Ribes glandulosum* Web. = *Ribes prostratum* L'Hér., *Ribes Gordonianum* Lem., *Ribes Grossularia* L., *Ribes hesperium* McCl., *Ribes himalayense* Dec., *Ribes hirtellum* Michx., *Ribes holosericeum* Hort. Berol., *Ribes Houghtonianum* Jancz., *Ribes inebrians* Lindl., *Ribes inerme* Rydb. = *Ribes vallicola* Greene, *Ribes innominatum* Jancz., *Ribes intermedium* Tausch, *Ribes irriguum* Dougl., *Ribes lacustre* (Pers.) Poir., *Ribes leptanthum* Gray, *Ribes Lobii* Gray, *Ribes magellanicum* Poir., *Ribes malvaceum* Smith, *Ribes Menziesii* Pursh., *Ribes missouriense* Nutt. = *Ribes gracile* Pursh.,

Ribes montigenum McCl., *Ribes multiflorum* Kit., *Ribes nevadense* Kell., *Ribes nigrum* L., *Ribes niveum* Lindl., *Ribes odoratum* Wendl. = *Ribes longiflorum* Nutt., *Ribes orientale* Desf., *Ribes oxycanthoides* L., *Ribes pallidum* Otto et Dietr., *Ribes Parishii* Hell., *Ribes parviflorum* Phil., *Ribes petiolare* Dougl., *Ribes petraeum* Wulff., *Ribes pinetorum* Greene, *Ribes pubescens* Hedl., *Ribes punctatum* Ruiz et Pav., *Ribes reclinatum* L., *Ribes robustum* Jancz., *Ribes Roezlii* Regel, *Ribes rotundifolium* Michx., *Ribes rubrum* L., *Ribes sanguineum* Pursh. = *Ribes glutinosum* Benth., *Ribes sativum* (Rchb.) Sm., *Ribes setosum* Lindl., *Ribes speciosum* Pursh., *Ribes spicatum* Rob., *Ribes subvestitum* Hook. et Arn., *Ribes tenue* Jancz., *Ribes tenuiflorum* Lindl., *Ribes triflorum* Willd., *Ribes triste* Pall., *Ribes uva-crispa* L., *Ribes viburnifolium* Gray, *Ribes villosum* Gay, *Ribes viscosissimum* Pursh., *Ribes vulgare* Lam., *Ribes Wallachii* Jancz. und *Ribes Wolfii* Rothr.

Biologie. Der Wirtswechsel, die Wirtswahl, die Wanderungsgeschichte und die wirtschaftliche Bedeutung des *Cronartium ribicola*, das in der Forstpathologie als Blasenrost der Weymouthskiefer bekannt ist, wurden durch eine große Zahl von Veröffentlichungen geklärt, so, um nur eine kleine Auswahl zu nennen, von ANDERSON (1939), ARTHUR (1933), BAGCHEE (1950), BUCHANAN (1938), COLLEY (1917, 1918, 1925), DIETEL (1926), DOSDALL (1918), EHRLICH und OPIE (1940), ERIKSSON (1896, 1922), HAHN (1928, 1930, 1938, 1939, 1949), HIRT (1937, 1939), JOERSTAD (1925), KIMMEY (1940), KLEBAHN (1887, 1888, 1890, 1892, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1903, 1905, 1908, 1922, 1924, 1931, 1938), LACHMUND (1933, 1934), LACHMUND und HANSBROUGH (1934), LEPIK (1937, 1939), McCUBBIN (1917), METCALF (1918), MIELKE (1933, 1943), MIELKE, CHILDS und LACHMUND (1937), MIELKE und KIMMEY (1935), MINKEVICIUS (1939), NEGER (1908), PIERSON (1933), PIERSON und BUCHANAN (1938), PLOWRIGHT (1899), POSEY und FORD (1924), RADULESCU (1937), RHOADS (1920), ROSTRUP (1890), ROUPPERT (1935), SCHELLENBERG (1904, 1923), SNELL (1920, 1936), SNELL und RATHBUN (1925), SORAUER (1891), SPAULDING (1911, 1914, 1916, 1922, 1929), SPAULDING und RATHBUN (1925, 1926), SYDOW (1934), TAYLOR (1922), TRANZSCHEL (1894), TUBEUF (1901, 1917, 1926, 1928, 1931, 1933, 1935, 1936), WETTSTEIN (1890) und YORK und SPAULDING (1918).

Die Teleutosporen sind unmittelbar nach ihrer Entstehung im August und September keimfähig (Leptotypus); die Keimschläuche der Basidiosporen dringen durch die Kutikula oder durch die Spaltöffnungen in die dies- oder die vorjährigen Nadeln von fünfnadligen Kiefern ein, wachsen im Verlauf mehrerer Monate durch deren Gefäßbündel in die Zweige und später in den Stamm hinunter, durchwuchern das Phloem und bilden auf der Zweig- oder Stammrinde nach zwei Jahren Spermogonien und nach einem weitem Jahr die

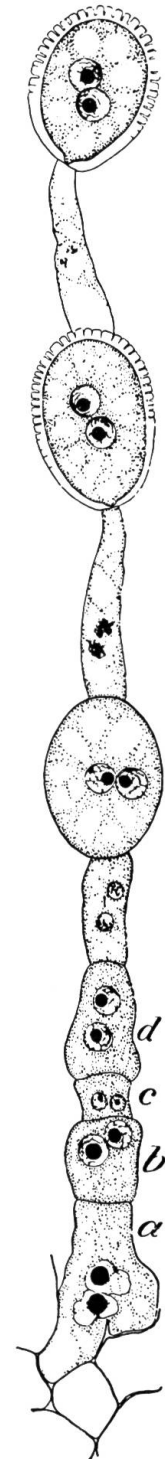


Abb. 73. *Cronartium ribicola* J.C.Fisch. Schnitt durch eine Aecidiosporenkette mit Basalzelle *a*, Aecidiosporenmutterzelle *b*, Zwischenzelle *c* und junger Aecidiospore *d*. Vergr. 850. (Nach COLLEY, 1918.)

ersten blasenförmigen, hell goldgelben Aecidien, welche die Rinde durchbrechen. Der Ort des Krankheitsausbruchs ist also gegenüber dem Ort der Ansteckung vollkommen verschoben.

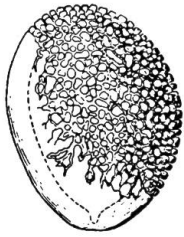


Abb. 74. *Cronartium ribicola*
J.C. Fisch. Reife Aecidiospore, von der Fläche gesehen. Vergr. 850. (Nach COLLEY, 1918.)

Das Myzel wächst jahrelang in der Rinde weiter und rückt dabei allmählich gegen den Stamm vor; die oberhalb der ergriffenen Stelle liegenden Teile sterben bald ab. Gelangt der Pilz in den Stamm einer jüngern Kiefer, so geht der ganze Baum rasch zugrunde; ältere Stämme widerstehen länger.

Gelegentlich treten Aecidien auch an den Wurzeln der Weymouthskiefern auf; so fand sie DIETEL (1926) an einer Hauptwurzel bis 10 cm tief, desgleichen an den dickern Nebenwurzeln. Da die Infektion mittels Basidiosporen nur in den Nadeln erfolgt, so muß das Myzel der wurzelständigen Aecidien durch den ganzen Stamm heruntergewachsen sein.

Die ältern Aecidien werden zuweilen epidemisch von einem blaß purpurroten Hyperparasiten, *Tuberculina maxima* Rostr., befallen. Doch besteht leider keine Möglichkeit, diesen Imperfekten epidemiologisch zur Bekämpfung des Blasenrostes zu verwenden, da er nur bei besondern Dispositionsverhältnissen reichlich haftet (HUBERT, 1935; HEDGCOCK, 1935).

Die verschiedenen *Ribes*-Arten sind für den Pilz («Blattrrost») verschieden anfällig. Unter den in Europa gezogenen Arten dürften *Ribes nigrum*, *Ribes petraeum*, *Ribes alpinum* und *Ribes Grossularia* am stärksten befallen werden. TAYLOR (1922) hat die auf den verschiedenen *Ribes*-Arten auf 1 cm² Blattfläche durchschnittlich gebildeten Basidiosporen berechnet und ist dabei zu der folgenden Abstufung gelangt:

<i>Ribes lacustre</i>	45 000
<i>Ribes triste</i>	57 000
<i>Ribes setosum</i>	120 000
<i>Ribes americanum</i>	156 000
<i>Ribes cynosbati</i>	183 000
<i>Ribes vulgare</i>	209 000
<i>Ribes glandulosum</i>	269 000
<i>Ribes rotundifolium</i>	439 000
<i>Ribes oxyacanthoides</i>	593 000
<i>Ribes odoratum</i>	877 000
<i>Ribes aureum</i>	903 000
<i>Ribes nigrum</i>	2 688 000

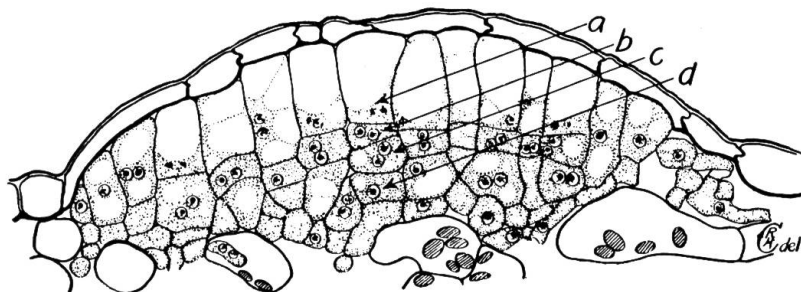


Abb. 75. *Cronartium ribicola* J.C. Fisch. Schnitt durch ein junges Uredolager. a Junge Pseudoperidienzelle, b junge Uredospore, c junge Stielzelle, d Basalzelle. Vergr. 500. (Nach COLLEY, 1918.)

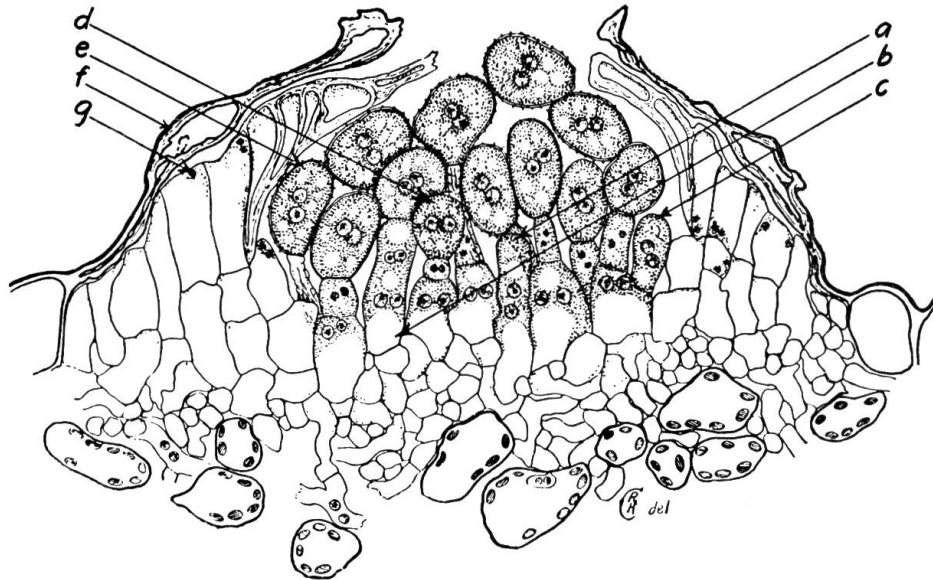


Abb. 76. *Cronartium ribicola* J. C. Fisch. Schnitt durch ein kleines, reifes Uredolager. *a* Paar-kernige Basalzelle, *b* vierkernige Basalzelle, unmittelbar vor der Abschnürung der Uredosporenmutterzelle, *c* Uredosporenmutterzelle, die oben von der Basalzelle abgeschnürt wurde, *d* Uredosporenmutterzelle, die sich eben in eine Uredospore und eine Stielzelle geteilt hat, *e* Uredospore mit kollabierender Stielzelle, *f* zerdrückte Epidermiszelle des Wirtes, *g* Hyphengeflecht des Pilzes, das pseudoparenchymartig den Sorus umschließt. Vergr. 500.
(Nach COLLEY, 1918.)

Diese Unterschiede in der Fruktifikationsintensität des Erregers dürften ungefähr mit der Anfälligkeit der Wirte einhergehen.

Das *Cronartium ribicola* hat in historischer Zeit eine sehr interessante Wanderung durchgemacht, deren epidemiologische Voraussetzungen sich nach GÄUMANN (1945) wie folgt darstellen (siehe Abb. 80, S. 92).

Von Natur aus ist der Blasenrost in den Alpen und in Ostrußland und Sibirien endemisch und wechselt dort von der Arve auf wildwachsende Ribes-Arten hinüber. Das Bestehen dieser geographisch getrennten (disjunkten) Areale bestätigt die Regel, wonach wirtswechselnde Erreger meist nur mit ihrer Pflanzengesellschaft wandern. Die spättertiär nordische Arve drang im Verlauf der Eiszeiten in die Alpen ein und bildete dort nach dem Zurückweichen der Gletscher ein reliktsches Teilareal, in welchem sich auch der Blasenrost zu halten vermochte. Auf diese Weise entstanden in Eurasien die zwei genannten Blasenrostareale, das alpine und das ostrussisch-sibirische (Abb. 80, *A* und *S*). Die wirtschaftliche Bedeutung des alpinen Areals ist wegen der hohen Widerstandsfähigkeit der alpinen Arvenrasse gering; dagegen scheinen die sibirischen Rassen erheblich anfälliger zu sein.

Die spätere Blasenrostepidemie wurde durch das Zusammenwirken einer natürlichen und einer anthropogenen Voraussetzung bedingt.

Die natürliche Voraussetzung lag in dem Umstand, daß der weite europäische Raum zwischen den beiden auseinanderweichenden Blasenrosthorden seit den Eiszeiten mit zahlreichen wildwachsenden und kultivierten Ribes-Arten erfüllt blieb. Doch konnte der Blasenrost nicht in diesen Raum einbrechen, weil der Zwischenwirt für die heterogene Infektkette, die anfällige fünfnadlige Pinus-Art, fehlte.

Beide Bedingungen für eine Epidemie, die Anwesenheit von anfälligen fünfnadligen Pinus-Arten und ein zusammenhängendes Areal von Ribes-Sträuchern, waren dagegen jenseits des Ozeans in den nördlichen Staaten der Union und in Canada spontan erfüllt. Doch fehlte hier (offenbar aus erdgeschichtlichen Gründen) der Erreger und mit ihm die Krankheit.

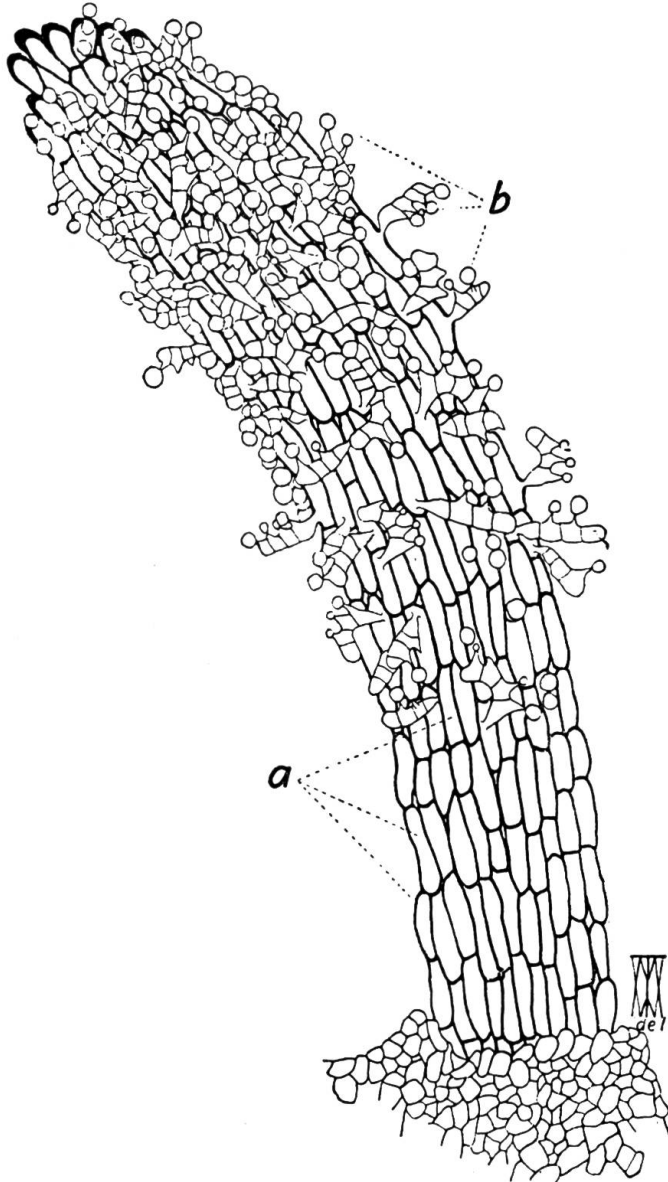


Abb. 77. *Cronartium ribicola* J.C.Fisch. Schematische Darstellung einer reifen Teleutosporensäule, deren Sporen *a* mit Basidien und Basidiosporen *b* keimen. Vergr. 170. (Nach COLLEY, 1918.)

In dieses labile Gleichgewicht des europäischen und des nordamerikanisch-kanadischen Raumes griff nun der Mensch mit seinen wirtschaftlichen Maßnahmen ein.

Zunächst der europäische Raum. Die Forstleute importierten aus den Oststaaten der Union die Weymouthskiefer, *Pinus Strobus* L., eine wegen ihres weichen, astfreien Holzes und wegen ihrer Vorwüchsigkeit wertvolle Holzart, und pflanzten sie seit Beginn des 18. Jahrhunderts in ganz Europa nördlich der Alpen in großem Maßstab an. Hierzu hielten sie sich um so mehr für berechtigt, als die Weymouthskiefer in ihrer Heimat außer dem Hallimasch keine ernsthaften Feinde besaß. Durch diese Anpflanzungen wurde in Europa, nördlich der Alpen, künstlich eine neue Vergesellschaftung einer fünfnadligen Pinus-Art mit Ribes-Sträuchern geschaffen, so daß nun vier derartige Areale bestanden:

1. das natürliche inneralpine Arven-Ribes-Areal mit endemischem Blasenrost;
2. das ebenfalls natürliche ostrussisch-sibirische Arven-Ribes-Areal, auch seinerseits mit endemischem Blasenrost;

3. das natürliche nordamerikanische Weymouthskiefern-Ribes-Areal noch ohne Blasenrost und
4. das anthropogene mittel- und nordeuropäische Weymouthskiefern-Ribes-Areal, ebenfalls noch ohne Blasenrost.

Durch die künstliche Schaffung eines fünfnadligen Pinus-Ribes-Raumes in unmittelbarer Nähe des endemischen alpinen und des endemischen ostrussisch-

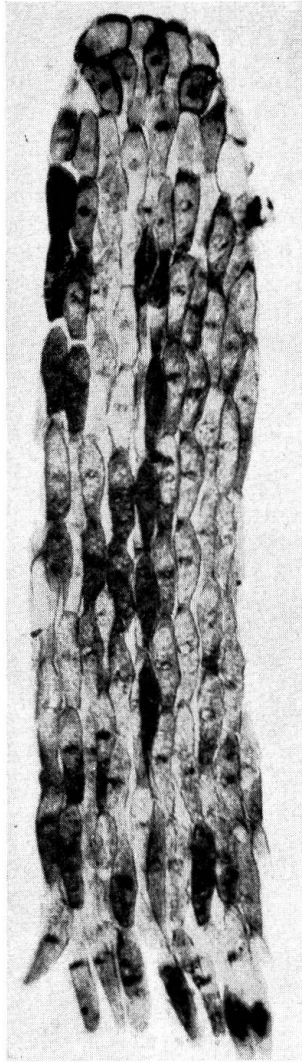


Abb. 78. *Cronartium ribicola* J. C. Fisch. Längsschnitt durch eine reife Teleutosporensäule. Vergr. 250. (Nach COLLEY, 1918.)

die Anbaugelände ein, daß in den ersten Jahren das Schicksal der Strobe besiegelt schien.

Bemerkenswert ist, daß der Seuchenzug nicht vom geographisch näher gelegenen alpinen, sondern vom fernen ostrussisch-sibirischen Herd ausging. Die geringe Erkrankungsstärke und die geringe Erkrankungsheftigkeit im alpinen Arvenraum, die Areallücke von vielleicht 30 km Luftlinie zwischen diesem und dem mitteleuropäischen

sibirischen Krankheitsareales entstand, ohne daß man es wußte (denn die hohe Anfälligkeit der Weymouthskiefer für den Blasenrost der Arven war nicht bekannt), für die Weymouthskiefer in der gesamten nördlichen Hemisphäre eine ernsthafte latente Gefährdung; aber noch fehlte im Weymouthskieferraum der Erreger und mit ihm die Krankheit.

Diese konnte erst hereinbrechen, als das europäische Weymouthsareal hinlänglich in sich geschlossen war und an den ostrussisch-sibirischen Arven-Blasenrostraum heranreichte. Dieser Zustand wurde offenbar vor bald 100 Jahren erreicht. Der Rost ging infolgedessen auf den neuen, bisher ihm und der Wissenschaft unbekanntem Wirt, die Weymouthskiefer, über und trat einen Seuchenzug nach Westen an, wurde 1865 im Baltikum beobachtet und verursachte zwischen 1865 und 1879 Epidemien in Finnland, Dänemark und Deutschland, 1880 in Schweden, 1885 in Holland, 1889 in Frankreich, 1892 in Großbritannien, 1894 in Belgien und 1895 in der Schweiz. Überall brach er mit einer Heftigkeit in

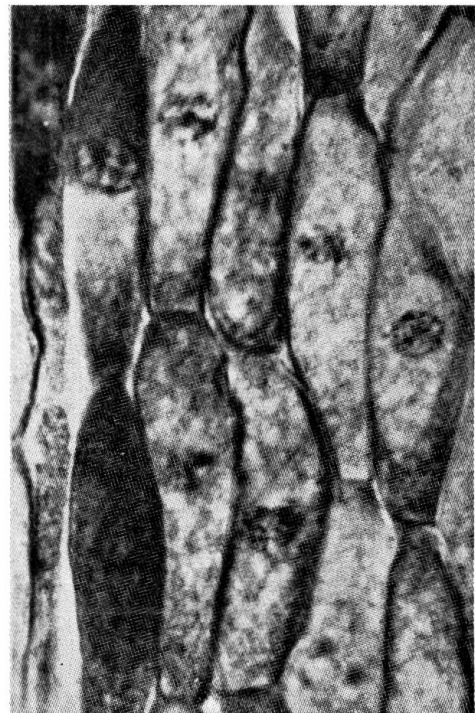


Abb. 79. *Cronartium ribicola* J. C. Fisch. Partie aus einer Teleutosporensäule, die einzelnen Teleutosporen mit ihren Kernen zeigend. Vergr. 1050. (Nach COLLEY, 1918.)

Strobenraum und die Höhe des Gebirgswalles bildeten offenbar ein unüberwindliches Hindernis für das Schließen der Infektkette zwischen dem endemisch-alpinen Arven-Ribes-Raum zum anthropogen neu geschaffenen mitteleuropäischen Strobos-Ribes-Areal.

Im mitteleuropäischen Strobos-Ribes-Raum schädigt der Erreger die Weymouthskiefern und die Ribes-Sträucher in gleicher Weise. Die Benennung und Bewertung der Epidemie hängt deshalb von der beruflichen Blickrichtung ab. Der Forstmann spricht vom Weymouthskiefernblasenrost und denkt böse über den Ribes-Besitzer, der ihm den «Zwischenwirt» stellt; und der Gärtner spricht vom Stachelbeerrost und verübelt dem Forstmann dieses Geschenk.



Abb. 80. Das Areal des Weymouthskiefernblasenrostes vor dem Zweiten Weltkrieg. Auf Arven spontan in den Alpen (A) und in Ostrußland und Sibirien (S); auf andern wildwachsenden, fünfnadligen Pinus-Arten anthropogen in Nordamerika (N). Das in ganz Europa auf den eingeführten Weymouthskiefern geschaffene Blasenrostareal wurde zeichnerisch nicht hervorgehoben. (Nach GÄUMANN, 1945.)

Nachdem der Blasenrost innert 30 Jahren den künstlich geschaffenen europäischen Weymouthskiefern-Ribes-Raum epidemisch durchschritten hatte, wurde er 1909 mit jungen Bäumen in die Nordoststaaten der Union eingeschleppt. Er brach damit in den natürlichen Weymouthskiefern-Ribes-Raum und in die Heimat dieses Baumes, nicht nur in ein künstlich geschaffenes Areal desselben, ein. Hier standen ihm neben der Weymouthskiefer, der Eastern white pine, im Osten des Kontinentes und *Pinus monticola* Dougl., der Western white pine, im Westen desselben noch andere fünfnadlige Pinus-Arten wildwachsend und geschlossene Bestände bildend zur Verfügung, so daß die Blasenrostepidemie in Nordamerika zu einer Pandemie anschwell (Abb. 80, N).

Durch großzügige Vernichtung aller anfälligen Ribes-Sträucher im natürlichen Verbreitungsgebiet der betreffenden Pinus-Arten und durch ein systematisches Ausschlagen aller infizierten Stämme wird seit 1922 versucht, die Krankheit einzudämmen.

Das Beispiel des Blasenrostes der Weymouthskiefer zeigt, wie eine harmlose, endemisch schlummernde Krankheit zu einer weltumspannenden, Millionenwerte

vernichtenden Pandemie auswachsen kann, wenn in einen latent gefährdeten Raum, im vorliegenden Falle in das natürliche Ribes-Areal, ein anfälliger Zwischenwirt eingebracht wird.

Epidemiologisch ist an diesem Beispiel wichtig, daß der Blasenrost durch den Export der Weymouthskiefer aus Nordamerika nach Europa gewissermaßen gegenläufig aus der Alten Welt in die Neue herübergeholt wurde. Es ist einleuchtend, daß derartige Erfahrungen nicht nur gegen den Import fremder Pflanzenarten, sondern ebenso sehr gegen den Export eigener Pflanzenarten sprechen.

Trotz des alarmierenden Verlaufes der Blasenrostepidemie während der ersten Jahrzehnte ist das Schicksal der Weymouthskiefer in Europa doch nicht besiegelt. Progressive Epidemien pflegen bei Pflanzenkrankheiten bilateral zu verlaufen: sie greifen anfänglich verheerend um sich und flauen dann aus Ursachen, die über den Rahmen dieses Aufsatzes hinausgehen, in spätern Jahrzehnten zu einem konstanten Wert ab. Dieser säkulare Zyklus wurde auch vom Weymouthskiefernblasenrost abgewandelt; nur läßt er sich hier aus technischen Gründen nicht zahlenmäßig belegen.

3. Familie. Chrysomyxaceen

Die Chrysomyxaceen stehen stammesgeschichtlich wohl neben den Cronartiaceen (S. 9); sie besitzen jedoch «modernere» Aecidien mit einer einschichtigen Pseudoperidie und nackte, nicht von einer Pseudoperidie bedeckte Uredolager. Sie sind, wie die Cronartiaceen, in unserem Gebiet durch eine einzige Gattung vertreten, nämlich durch die Gattung *Chrysomyxa* Ung. selbst.

10. Gattung. Chrysomyxa Unger

(Teleutosporen einzellig, mit farbloser Wand, in zuweilen verzweigten Ketten abgeschnürt und seitlich zu gelatinösen Polstern vereinigt. Uredolager ohne Pseudoperidie. Uredosporen in Reihen gebildet, mit farbloser Wand.)

Die europäischen makrozyklischen Formen der Gattung *Chrysomyxa* leben in ihrer Dikaryophase, soweit bis jetzt bekannt, nur auf Vertretern der *Bicornes* und bilden ihre Aecidien auf *Picea*-Arten; die mikrozyklischen Formen sind in Europa auf den ursprünglichen Aecidienwirt, *Picea*, beschränkt.

Wir gliedern die für unser Gebiet in Betracht fallenden Arten nach dem Ort des Auftretens der Aecidien; beim Formenkreis der *Chrysomyxa rhododendri* werden die Aecidien von lokalisierten oder systemischen Myzelien auf den Fichtennadeln ausgebildet, beim Formenkreis der *Chrysomyxa pyrolatum* von mehr oder weniger systemischen Myzelien auf den Fichtenzapfenschuppen.

1. Formenkreis der *Chrysomyxa rhododendri* (de Candolle) de Bary

(*Chrysomyxa*-Arten, die ihre Aecidien meist auf mehr oder weniger lokalisierten Myzelien auf den Nadeln von Coniferen, in unserem Falle von *Picea*, und ihre Teleutosporen auf Ericaceen ausbilden, und ihre Rückbildungsformen mit Teleutosporen auf *Picea*.)

Wir gliedern den vorliegenden Formenkreis folgendermaßen: