

**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:** 21. Gattung : Gymnosporangium Hedwig filius

**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:** 22.01.2026

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

*graminis* dagegen oft auf der einen Seite stark nach innen verdickt (auf 5–10  $\mu$ ), so daß die Verdickung fast die Hälfte des Lumens der Zelle ausfüllt. Ferner sind bei *Cumminsiella sanguinea* die sich ablösenden Plättchen größer (etwa 3  $\mu$ ) und zahlreicher als bei der *Puccinia graminis* (1–1,5  $\mu$ ).

Die *Cumminsiella sanguinea* ist erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit in Europa eingeschleppt worden und hat sich hier mit einer staunenswerten Geschwindigkeit ausgebreitet. Erstmals 1923 von MALCOLM WILSON (1923) in Schottland beobachtet, wurde sie außer durch die soeben genannten Autoren u.a. durch NANNFELDT (1930), WALTER (1930), MALCOLM WILSON (1930), DUCOMET (1930), POEVERLEIN (1930, 1932), JOERSTAD (1935, 1938), LEPIK (1936, 1941), NICOLAS (1936, 1937), RAABE (1939) und SAVULESCU (1941) durch ganz West- und Mitteleuropa verfolgt; seither ist sie noch weiter östlich gefunden worden, so in Ungarn und auf dem Balkan.

Verbreitungsgebiet: Europa und Nordamerika.

Bemerkungen. Die *Cumminsiella sanguinea* hat eine lange nomenklatorische Irrfahrt zurückgelegt, ehe ARTHUR (1933), um ihr eine Heimat zu geben, für sie die neue Gattung *Cumminsiella* aufstellte; sie geht deshalb in der Literatur häufig unter den Bezeichnungen *Uromyces sanguineus* Peck, *Puccinia mirabilissima* Peck, *Uropyxis mirabilissima* (Peck) Magnus und *Uropyxis sanguinea* (Peck) Arthur.

## 21. Gattung. *Gymnosporangium* Hedwig filius

(*Pucciniaceen* mit subepidermalen Spermogonien, meist mit Aecidien vom *Roestelia*-Typus auf Pomoideen, und mit zweizelligen Teleutosporen, die durch eine aus den langen Stielen und den äußersten Schichten der Teleutosporenwand hervorgehende Gallerte zu großen, horn- oder polsterförmigen, bei Feuchtigkeit stark aufquellenden Lagern verklebt werden, und mit orangefarbenen Basidiosporen auf Coniferen; S. 195.)

Die europäischen Gymnosporangien zeichnen sich sowohl morphologisch als auch biologisch durch charakteristische Merkmale aus, morphologisch 1. durch die *Roestelia*-Aecidien und 2. durch ihre verquellenden Teleutosporenlager und biologisch 3. durch den Leptotypus ihrer Teleutosporen, 4. durch das Vorwiegen des opsis-Entwicklungsganges und 5. durch den obligaten Wirtswechsel zwischen Pomoideen und *Juniperus*.

1. In der Gattung *Roestelia* wurden früher, vor der Klarlegung des genetischen Zusammenhangs, große, schmutzigweiße bis gelbliche Aecidien vereinigt, die anfangs am Scheitel geschlossen sind und im Verlaufe der Reifung in mannigfacher Weise zerschlitzt oder gitterartig durchbrochen werden. Sämtliche europäischen Gymnosporangien zeigen diesen *Roestelia*-Typus; nur in Nordamerika sind Gymnosporangien mit typischen Aecidien bekannt geworden.

2. Das Merkmal der verquellenden, *Tremella*-artigen Teleutosporenlager ist sämtlichen Gymnosporangien gemeinsam und läßt die betreffenden Teleutosporenlager schon von bloßem Auge als zur Gattung *Gymnosporangium* gehörig erkennen.

3. Auch der Leptotypus, d.i. die Keimfähigkeit der Teleutosporen unmittelbar nach dem Abschluß ihrer Entwicklung, kehrt bei sämtlichen Gymnosporangien wieder. Die Überwinterung erfolgt deshalb nicht, wie bei den meisten Uredineen, durch die Teleutosporen, sondern durch das sie später bildende dikaryontische Myzel im Innern des Teleutosporenlagers.

4. Der opsis-Entwicklungsgang, bedingt durch das Fehlen der Uredo, wird von den meisten Gymnosporangien durchlaufen. Es scheint bis jetzt nur zwei makrozyklische Gymnosporangien (die also dem Eutypus gehorchen) zu geben, nämlich das *Gymnosporangium Gaeumannii* Zogg in der Alten und das *Gymnosporangium nootkatense* (Trel.) Arth. in der Neuen Welt, ferner nur einige wenige mikrozyklische, also nur Teleutosporen bildende Arten, so in Griechenland das *Gymnosporangium minus* Crowell auf *Cupressus sempervirens* L. und in Nordamerika das *Gymnosporangium cupressi* Long. et Goodd. auf *Cupressus arizonica* Greene und das *Gymnosporangium multiporum* Kern auf *Juniperus occidentalis* Hook., *Juniperus monosperma* (Engelm.) Sarg. und *Juniperus utahensis* (Engelm.) Lemm.

5. Der obligate Wirtswechsel zwischen Pomoideen als Aecidienwirten und Coniferen, meistens *Juniperus*-Arten, als Teleutosporenwirten ist wieder sämtlichen europäischen Gymnosporangien gemeinsam. In Nordamerika bestehen dagegen von dieser Regel Ausnahmen nach beiden möglichen Richtungen hin, nämlich sowohl nach dem Unterbleiben des Wirtswechsels als auch nach dem Auswandern des Haplonten auf andere Wirte als Pomoideen; so gibt es in den Südstaaten der Union und auf Bermuda und den Bahama-Inseln ein *Gymnosporangium bermudianum* (Farl.) Earle, das autoecisch seine Aecidien und Teleutosporen auf *Juniperus barbadensis* L. und *Juniperus virginiana* L. bildet; anderseits wechselt das *Gymnosporangium exterum* A. et K. von *Juniperus virginiana* L. auf Arten der Gattung *Porteranthus* (einer Verwandten von *Spiraea*) und das *Gymnosporangium speciosum* Peck von *Juniperus*-Arten auf Hydrangeaceen (*Fendlera* und *Philadelphus*) hinüber.

Auch hinsichtlich der Artenzahl ist die Gattung *Gymnosporangium* in der Neuen Welt weit stärker differenziert als in der Alten; so sind von dort schon jetzt drei Dutzend Arten bekannt (CROWELL, 1940; BOYCE, 1943), aus Mitteleuropa dagegen nur etwa sieben Arten, deren systematische Gliederung sich auf Grund des Entwicklungsganges, der Gestalt ihrer Teleutosporen und Teleutosporenlager, der Struktur der Pseudoperidien ihrer Aecidien und der Skulptur der Seitenwände der Pseudoperidien in der folgenden Weise durchführen lässt:

- |                                                                                                                                               |                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Mutmaßliche Euform                                                                                                                         | <i>Gymnosporangium Gaeumannii</i><br>Zogg (S. 1151)            |
| 1*. opsis-Formen                                                                                                                              |                                                                |
| 2. Teleutosporen langgestreckt, spindelförmig                                                                                                 |                                                                |
| 3. Teleutosporenwirt nur durch Anschwellungen der befallenen Triebe deformiert.<br>Teleutosporen meist 70–90 $\mu$ lang,<br>17–18 $\mu$ breit | <i>Gymnosporangium clavariaeforme</i><br>(Jacq.) DC. (S. 1153) |
| 3*. Teleutosporenwirt zur Bildung von<br>Hexenbesen stimuliert. Teleutosporen<br>meist 60–80 $\mu$ lang, 12–15 $\mu$ breit                    | <i>Gymnosporangium gracile</i><br>Pat. (S. 1156)               |
| 2*. Teleutosporen oval oder kurz spindelförmig,<br>kaum zweimal so lang wie breit                                                             |                                                                |
| 4. Teleutosporenlager hornförmig, dick,<br>meist höher als breit                                                                              |                                                                |
| 5. Pseudoperidie der Aecidien am<br>Scheitel spitz, geschlossen, in der Mitte<br>erweitert und gitterförmig durchbrochen                      | <i>Gymnosporangium Sabinae</i><br>(Dicks.) Wint. (S. 1158)     |

- 5\*. Pseudoperidie der Aecidien  
zylindrisch, am Scheitel geöffnet, mit  
zuletzt stark zerschlitztem Saum      *Gymnosporangium confusum*  
Plowr. (S. 1162)
- 4\*. Teleutosporen lager flach polsterförmig,  
viel breiter als hoch, zu einer muschelförmigen  
Masse aufquellend. Pseudoperidie zylindrisch,  
am Scheitel geöffnet
6. Seitenwände der Pseudoperidienzellen  
mit breiten Rippen, die nicht ganz bis  
außen reichen. Teleutosporen ohne  
Papille über den Keimporen      *Gymnosporangium tremelloides*  
(A. Br.) Hart. (S. 1166)
- 6\*. Seitenwände der Pseudoperidienzellen  
mit kleinen Höckern und Leistchen, die  
schräge Reihen bilden. Teleutosporen  
mit einer farblosen Papille über den  
Keimporen      *Gymnosporangium juniperinum*  
(L.) Fr. (S. 1170)

In der Wahl sowohl ihrer Aecidienwirte (Tab. 88, S. 1124) als auch ihrer Teleutosporenwirte greifen die verschiedenen Arten wirr übereinander, so daß sich zurzeit noch keine Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen; immerhin werden in der Regel die Gattungen *Crataegus*, *Pirus* und *Sorbus* nicht gleichzeitig als Aecidienwirte befallen und *Juniperus communis* und *Juniperus Sabina* nicht gleichzeitig als Teleutosporenwirte.

### *Gymnosporangium Gaeumannii* Zogg

Spermogonien und Aecidien unbekannt.

Uredolager auf der Oberseite der Nadeln, die zwei oder mehr Jahre alt sind, äußerlich eher den Lagern einer Pucciniacee als den verquellenden und anschwellenden Lagern der Gattung *Gymnosporangium* ähnlich sehend, von der lappig aufgerissenen Epidermis umgeben, hervorbrechend, mehr oder weniger staubig, zimtfarben bis schwarzbraun, 0,5–1,5 mm lang, 0,3–1 mm breit. Uredosporen nahezu kugelig, ellipsoidisch oder kugelig, warzig, bräunlich bis braun, 19–31, meist 21–25  $\mu$  lang, 16–25, meist 20–23  $\mu$  breit. Wand entweder dünn oder dann verhältnismäßig dick (3–5  $\mu$ ), mit 6–8 meist mit einer farblosen Papille versehenen Keimporen.

Teleutosporen vereinzelt in den Uredolagern auftretend, ellipsoidisch oder spindelförmig, häufig unregelmäßig oder sogar eckig, an den Enden gerundet oder spitz auslaufend, in der Mitte leicht eingeschnürt, glatt, braun, 25–58, meist 33–46  $\mu$  lang, 16–41, meist 25–33  $\mu$  breit. Wand zart oder dicker, mit meist 2, selten 3 Keimporen. Stiel lang, hyalin, persistent.

Entwicklungsgang: Unbekannt; wahrscheinlich Hetereuform mit Aecidien auf einer Pomoidee.

Typuswirt: Nadeln von *Juniperus nana* Willd.



Abb. 991. *Gymnosporangium Gaeumannii* Zogg.  
Nadeln von *Juniperus nana* Willd. mit Uredo-  
und Teleutosporen-  
lagern. Vergr. 9. (Nach  
Zogg, 1949.)

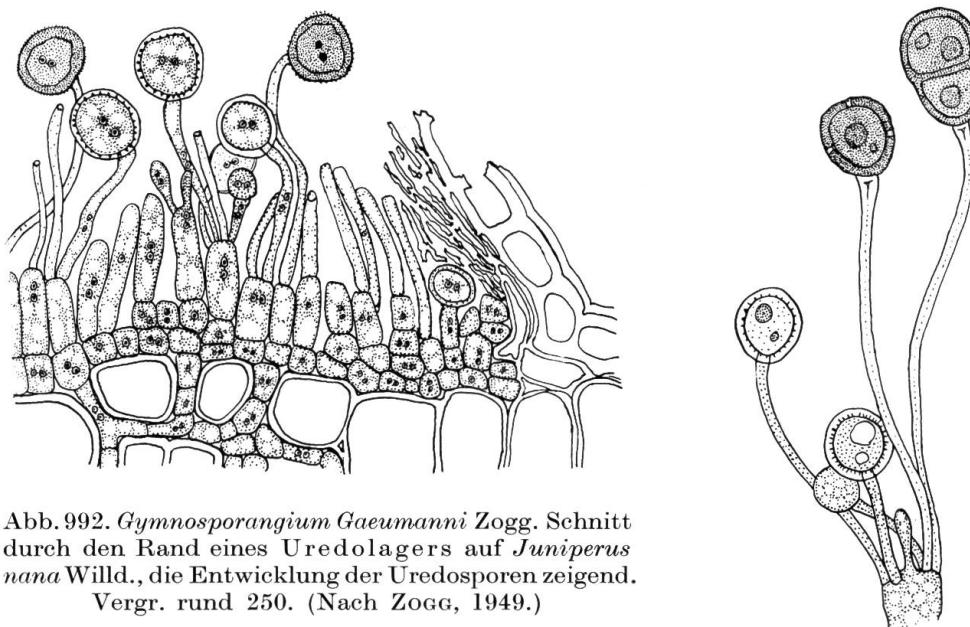


Abb. 992. *Gymnosporangium Gaeumannii* Zogg. Schnitt durch den Rand eines Uredolagers auf *Juniperus nana* Willd., die Entwicklung der Uredosporen zeigend.  
Vergr. rund 250. (Nach Zogg, 1949.)

Abb. 993. *Gymnosporangium Gaeumannii* Zogg. Aus derselben Basalzelle sind mehrere Uredosporen und eine Teleutospore hervorgegangen. Vergr. rund 370. (Nach Zogg, 1949.)

**Biologie.** Der Entwicklungsgang des *Gymnosporangium Gaeumannii* ist noch unbekannt; Versuche, den Pilz auf *Amelanchier ovalis* Med., *Cotoneaster integerrima* Med., *Cotoneaster tomentosa* (Ait.) Lindl., *Sorbus Aria* (L.) Crantz, *Sorbus aucuparia* L. und *Sorbus chamaemespilus* (L.) Crantz zu übertragen, schlugen bis jetzt nach brieflicher Mitteilung von Herrn Kollegen H. ZOGG fehl. Wahrscheinlich überwintert der Pilz nicht nur mit seinem dikaryontischen Myzel, sondern auch mit seinen Amphisporen.

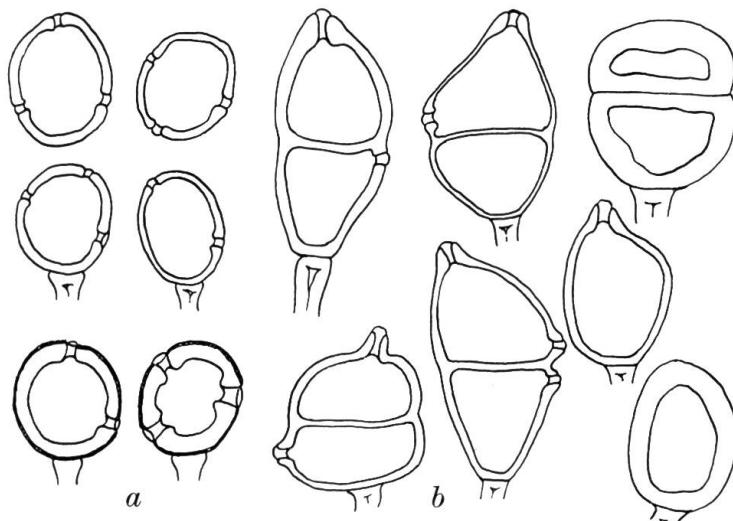


Abb. 994. *Gymnosporangium Gaeumannii* Zogg. a Sechs Uredosporen, wovon unten zwei als dickwandige Amphisporen ausgebildet sind, b fünf zweizellige und zwei einzellige Teleutosporen, alle von *Juniperus nana* Willd. Vergr. rund 500. (Nach ZOGG, 1949.)

**Verbreitungsgebiet:** Zentral- und Westalpen.

**Bemerkungen.** Die vorliegende Art wurde von ZOOG (1949) aus dem Kanton Graubünden beschrieben; sie ist dort verhältnismäßig weit verbreitet, wurde aber bisher übersehen; denn Gymnosporangien bewohnen normalerweise die Triebe, nicht die Nadeln ihrer Coniferenwirte.

**Gymnosporangium clavariaeforme** (Jacquin) de Candolle

Spermogonien auf der Blattoberseite in der Mitte der Blattflecken, unten halbkugelig eingesenkt, oben kegelförmig ziemlich weit vorragend, etwa  $110 \mu$  breit,  $130-140 \mu$  hoch.

Aecidien auf gelben, später in der Mitte rot oder braun werdenden, etwas anschwellenden Flecken der Blätter unterseits hervorbrechend, manchmal auch auf angeschwollenen Stellen junger Zweige oder auf Früchten, die sie oft ganz überziehen. Pseudoperidie zylindrisch, oben geöffnet, oft bis weit hinunter faserig zerschlitzt, bis  $\frac{1}{2}$  mm im Durchmesser, 2–3 mm weit hervorragend. Pseudoperidiennellen  $14-20 \mu$  breit, mit einer dünnen Außenwand und stark verdickten Innen- und Seitenwänden. Innenwand mit feinen, längsverlaufenden Streifen, bei höherer Einstellung mit sehr kleinen, lockerstehenden Warzen. Seitenwände mit zahlreichen, unregelmäßig gestalteten, ungleich großen Höckern. Aecidiosporen unregelmäßig kugelig bis stumpf polyedrisch,  $26-32 \mu$  lang,  $22$  bis  $25 \mu$  breit. Wand derb, etwa  $3 \mu$  dick, braun, feinwarzig; Warzen verhältnismäßig derb, Warzenabstand kaum  $1 \mu$ . Keimporen 6 oder mehr.

Teleutosporen lager bis 5 mm lang, bis 2 mm dick, zylindrisch, band- oder zungenförmig, orangefarben, naß bedeutend aufquellend. Teleutosporen langgestreckt spindelförmig, am Rande der Lager dickwandig, hellbraun,  $50-110 \mu$

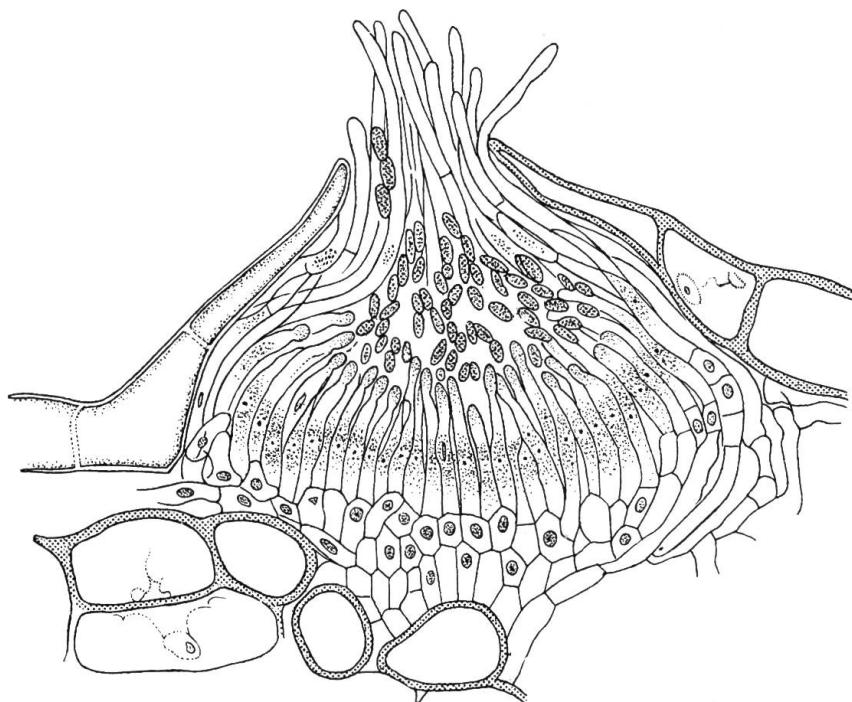


Abb. 995. *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) DC. Schnitt durch ein Spermogonium auf einem *Crataegus*-Blatt. Vergr. 520. (Nach BLACKMAN, 1904.)

lang, 15–20  $\mu$  breit. Wanddicke 2–2,5  $\mu$ , im Innern der Lager dünnwandig, farblos, und dann oft nur 10  $\mu$  breit, dafür 100–120  $\mu$  lang und mit verjüngtem Scheitel; zwischen diesen beiden Extremen zahlreiche Übergänge. Basis in den Stiel verschmälerst; Wand glatt, ohne besondere Skulpturen. Basidiosporen 16–18  $\mu$  lang, 9–11  $\mu$  breit.

Entwicklungsgang: oopsis-Form.

Als Wirtspflanzen sind experimentell nachgewiesen für den Haplonten (Tab. 88, S. 1124): *Amelanchier canadensis* T. et G., *Amelanchier erecta* Blanch., *Amelanchier intermedia* Spach., *Amelanchier ovalis* Med., *Crataegus Douglasii* Jacq., *Crataegus erythropoda* Ashe, *Crataegus grandiflora* Koch, *Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus nigra* W.K., *Crataegus Oxyacantha* L., *Crataegus sanguinea* Pall. = *Crataegus altaica* Ledeb., *Crataegus tanacetifolia* Pers., *Crataegus tomentosa* L. und *Pirus communis* L. als Hauptwirte mit Spermogonien- und Aecidienbildung und *Cydonia vulgaris* Pers., *Pirus Malus* L., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus latifolia* Pers. und *Sorbus terminalis* (L.) Crantz als Nebenwirte, zum Teil nur mit Spermogonienbildung.

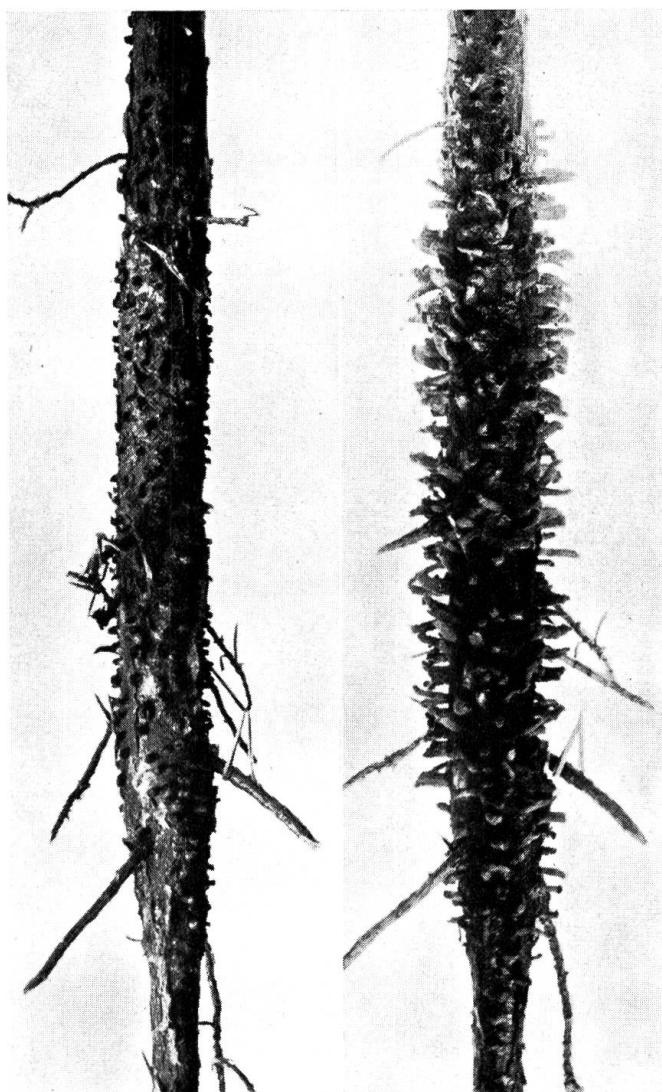


Abb. 996. *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) DC. Schematischer Längsschnitt durch eine Teleutosporengallerie. (Nach WÖRNLE, 1894.)

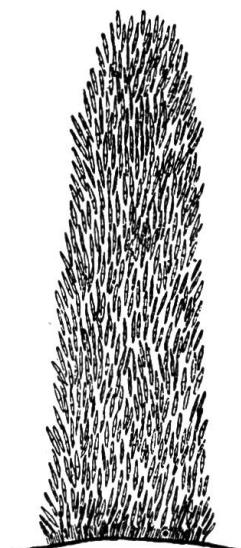


Abb. 997. *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) DC. Teleutosporenlager auf *Juniperus sibirica* Burg., links in trockenem Zustande, rechts nach dem Aufquellen. Etwa halbe nat. Gr. (Nach KERN, 1911.)

Ferner werden als Aecidienwirte beispielsweise *Crataegus azarolus* L., *Crataegus calycina* Peterm., *Crataegus chlorosarca* Maxim., *Crataegus Lamberiana* Lange, *Crataegus macrocantha* Lodd., *Crataegus melanocarpus* Lodd., *Crataegus ruscinonensis* Gren. et Blanc, *Sorbus arranensis* Hedl., *Sorbus Meiniichii* (Lindeb.) Hedl., *Sorbus neglecta* Hedl. und *Sorbus scopulina* Greene genannt;

für den Dikaryophyten: *Juniperus communis* L., *Juniperus hibernica* Gord., *Juniperus nana* Willd., *Juniperus Oxycedrus* L. und *Juniperus sibirica* Burg. Ferner wird als Teleutosporenwirt beispielsweise *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc. genannt.

**Biologie.** Wirtswechsel und Wirtswahl des *Gymnosporangium clavariaeforme* wurden durch die Untersuchungen von OERSTED (1867), CORNU (1878), RATHAY (1880, 1883), THAXTER (1887, 1889), TUBEUF (1891, 1893), ED. FISCHER (1898, 1928), KLEBAHN (1902, 1903), PEYRITSCH (bei MAGNUS, 1894), LIRO (1906), ARTHUR (1908, 1909, 1912, 1915), DODGE (1918), ERIKSSON (1919), DUPIAS (1946) und BERNAUX (1956) klargestellt.

Das paarkernige Myzel überwintert bzw. perenniert in den Zweigen (bei *Juniperus nana* auch in den Nadeln) der *Juniperus*-Arten und ruft eine allseitige Anschwellung der befallenen Partien und oft auch eine Verkrümmung der Zweige hervor. Die pathologisch-anatomischen und histologischen Einzelheiten wurden von WÖRNLE (1894) und BERNAUX (1956) verfolgt. Anfangs April treten bei feuchter Witterung allseitig zwischen den Schuppen die hellgelben, gallertigen TeleutosporenLAGER hervor, deren Teleutosporen sogleich keimen. Bei Trockenheit schrumpfen die Lager ein und fallen ab.

Die Basidiosporen infizieren die jungen Blätter von *Crataegus* usw. und wachsen zu einem lokalen haploiden Myzel aus, das in den Blattgeweben kleine, höckerartige Anschwellungen auslöst; ihre pathologische Anatomie wurde von BERNAUX (1956) eingehend verfolgt. 7–11 Tage nach der Infektion erscheinen die ersten Spermogonien, in der Regel 25–32 Tage nach der Infektion die ersten Aecidien. Die Aecidiosporen infizieren wieder die *Juniperus*-Tribe, an denen nach 1–2 Jahren im Frühjahr wieder die ersten TeleutosporenLAGER auftreten.

Auf Grund der Infektionsergebnisse, die im Laufe der Jahre in den verschiedenen Ländern erzielt wurden, gelangt ERIKSSON (1919) zum Schluß, daß das *Gymnosporangium clavariaeforme* in mindestens drei spezialisierte Formen aufgespalten werden müsse, die sich hauptsächlich durch ihre Bevorzugung bestimmter Hauptwirte voneinander unterscheiden, nämlich die

f.sp. *crataegi* Erikss. mit *Crataegus*-Arten als Hauptwirten, gelegentlich schwach auf *Cydonia vulgaris*, *Pirus communis* und *Amelanchier canadensis*, *Amelanchier erecta* und *Amelanchier intermedia* übergehend; ferner die

f.sp. *piri communis* Erikss. mit *Pirus communis* als Hauptwirt. Gelegentlich konnte diese Form auch auf *Crataegus*-Arten und auf *Cydonia vulgaris* übertragen werden; und endlich die

f.sp. *amelanchieris* Erikss. mit *Amelanchier*-Arten als Hauptwirten.

Ferner scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen zu sein, daß unter Umständen auch das haploide Myzel auf Pomoideenzweigen zu überwintern und im folgenden Frühjahr, ohne Neuinfektion der betreffenden Pflanzen, neue Aecidien zu bilden vermag.

**Verbreitungsgebiet:** Die gesamte nördliche Erdhälfte.

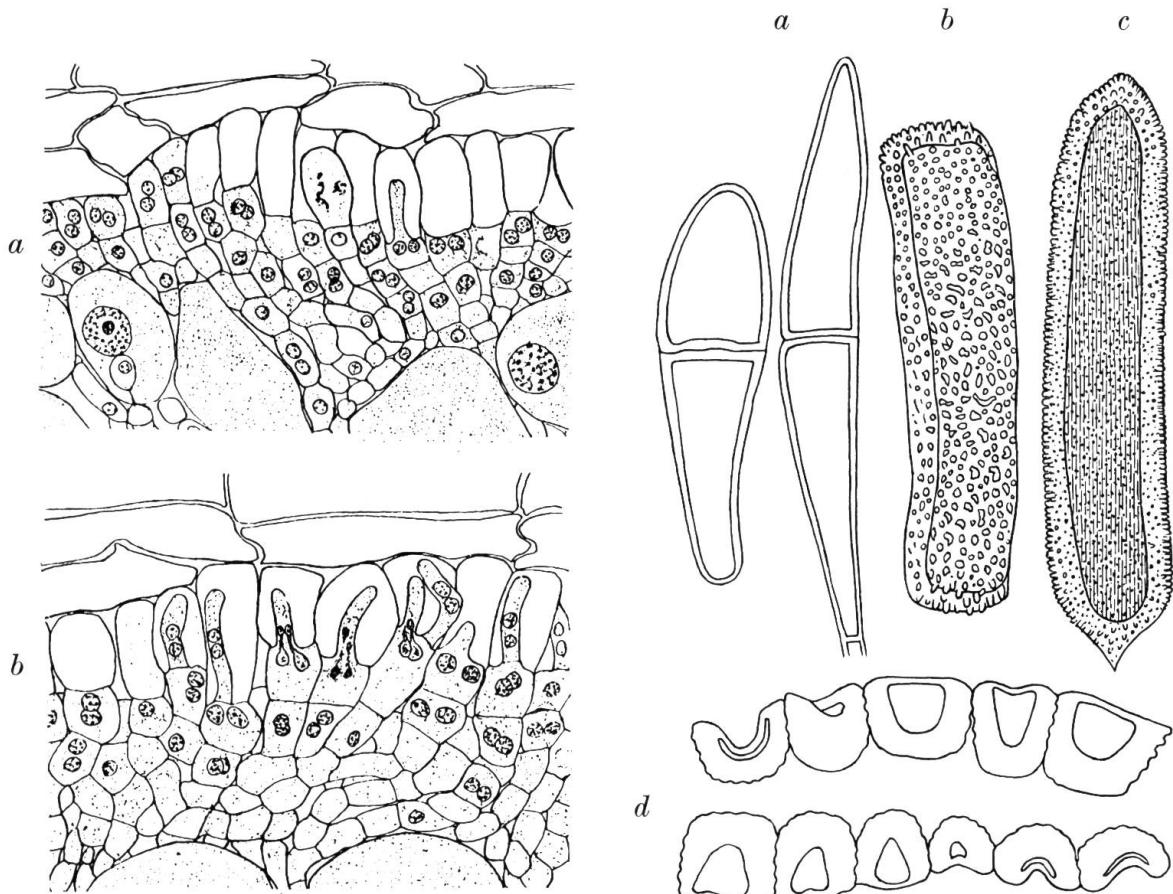


Abb. 998. *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) DC. Die Entwicklung eines Teleutosporen-lagers. *a* Junges Stadium, bei welchem die terminalen Zellen der dikaryontischen Hyphen desorganisiert werden und am Scheitel des Lagers eine zusammenhängende, leere Schicht gegen die Wirtsgewebe hin bilden. *b* Älteres Stadium. Aus den subterminalen Hyphenzellen entstehen die jungen Teleutosporen, die durch die desorganisierte Scheitelschicht hindurchwachsen und später die peripheren Wirtsgewebe sprengen. Vergr. etwa 1000. (Nach DODGE, 1918.)

Abb. 999. *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) DC. *a* Teleutosporen, *b* Pseudoperidienzelle von der Seite, *c* von innen, *d* Querschnitte durch die Pseudoperidie, mit der Innenseite einander zugekehrt. Vergr.

620. (Nach ED. FISCHER, 1904.)

Bemerkungen. Hinsichtlich der Wahl der Aecidiennährpflanzen steht das *Gymnosporangium clavariaeforme* dem *Gymnosporangium confusum* am nächsten; nur bildet dieses (abgesehen von den morphologischen Verschiedenheiten; S. 1150) seine Teleutosporen auf *Juniperus Sabina* aus. Die beiden Arten sind also gewissermaßen *Juniperus communis* bzw. *Juniperus Sabina* bewohnende Parallelformen.

Nach SACCARDO, «Sylloge», 23, 1925, S. 817, hat MONTEMARTINI in der «Riv. patol. veget.», 10, 1920, S. 125, eine forma *longissima* n.f. auf den Früchten und Blättern von *Crataegus Oxyacantha* aus der Toscana beschrieben, die sich vom Typus durch ihre bis 14 mm langen Pseudoperidien und ihre 22–28  $\mu$  messenden, mit der Zeit bräunlich werdenden Aeciosporen unterscheidet. Ihr Entwicklungsgang ist noch unbekannt.

### *Gymnosporangium gracile* Patouillard

Spermogonien und Aecidien nicht näher beschrieben, offenbar mit denen des *Gymnosporangium clavariaeforme* übereinstimmend.

Teleutosporenlager auf der ganzen Länge der Zweige der Hexenbesen hervorbrechend, zylindrisch, gerade, orangerot, 2–4 mm lang, kaum 1 mm breit. Teleutosporen wie beim *Gymnosporangium clavariaeforme* von zweierlei Art; entweder dünnwandig, an beiden Enden zugespitzt; sehr blaß oder farblos, an der Scheidewand eingeschnürt, 60–80  $\mu$  lang, 12–15  $\mu$  breit; oder dickwandiger, bräunlich gefärbt und kürzer und breiter, 50–60  $\mu$  lang, etwa 18  $\mu$  breit. Teleutosporen gelegentlich auch 3zellig. Stiele extrem lang, hyalin.

Entwicklungsgang: opsis-Form.

Als Wirtspflanzen wurden experimentell nachgewiesen für den Haplonten: *Crataegus monogyna* Jacq. und *Crataegus Oxyacantha* L. als Hauptwirte und *Amelanchier ovalis* Med., *Cydonia lusitanica* Tourn. und *Cydonia vulgaris* Pers. = *Cydonia maliformis* Mill. = *Cydonia oblonga* Mill. als Nebenwirte mit schwächerem Befall; für den Dikaryophyten: *Juniperus Oxycedrus* L. Ferner wird als Teleutosporen-wirt *Juniperus macrocarpa* Sibth. et Sm. genannt.

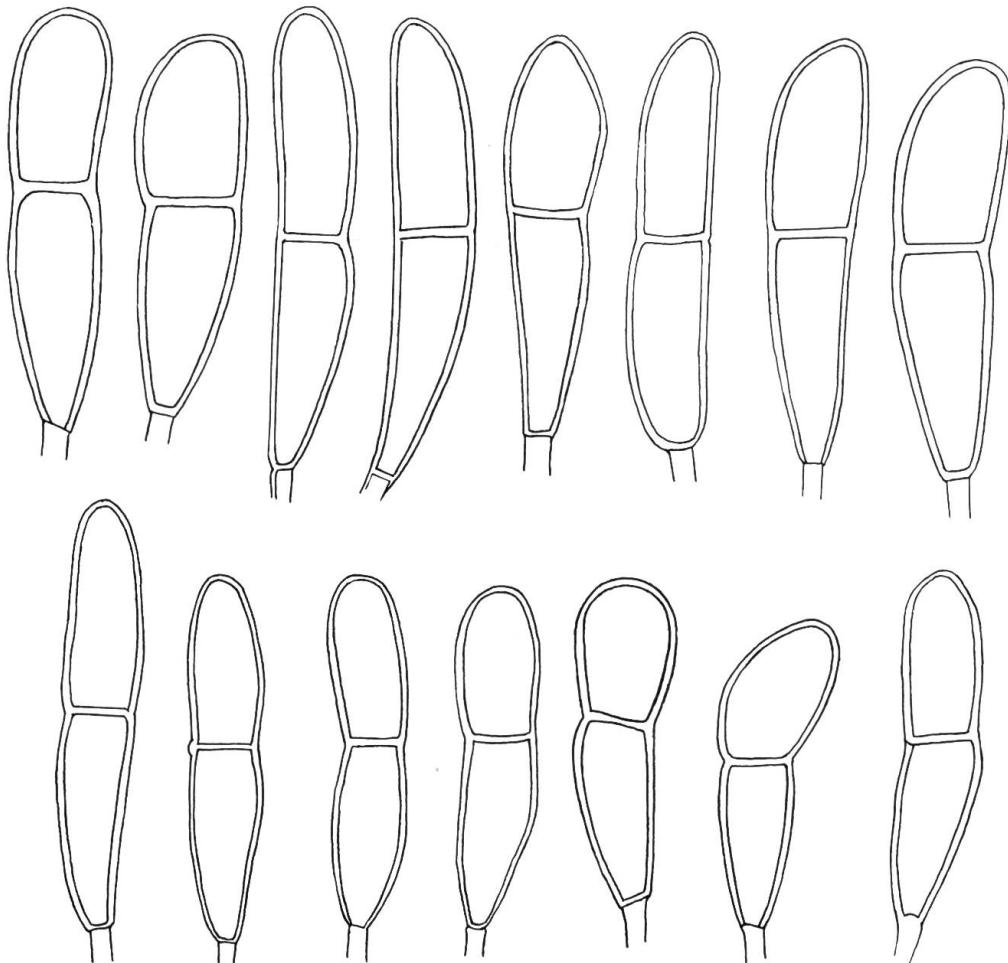


Abb. 1000. Oben Teleutosporen des *Gymnosporangium clavariaeforme* (Jacq.) DC. auf *Juniperus communis* L. Unten Teleutosporen des *Gymnosporangium gracile* Pat. auf *Juniperus Oxycedrus* L. Vergr. 620. (Nach Ed. FISCHER, 1930.)

**Biologie.** Neben dem *Gymnosporangium clavariaeforme*, dessen dikaryontisches Myzel nur leichte Deformationen, insbesondere Anschwellungen, der befallenen Triebe verursacht, kommt auf *Juniperus Oxycedrus* im Mittelmeergebiet das vorliegende morphologisch mit dem *Gymnosporangium clavariaeforme* weitgehend übereinstimmende Gymnosporangium vor, dessen dikaryontisches Myzel jedoch die Bildung von buschigen Hexenbesen auslöst. Ihre pathologische Anatomie wurde von MARESQUELLE (1930) und BERNAUX (1956) eingehend verfolgt. Ihre Zweige sind in der ganzen Länge (außer den jüngsten Teilen) mit Teleutosporenlagern besetzt. Die Teleutosporen sind kürzer und schlanker als beim *Gymnosporangium clavariaeforme*.

Der Wirtswechsel des *Gymnosporangium gracile* wurde von CORNU (1878), PATOUILARD (1902), ED. FISCHER (1928, 1930), MAIRE und WERNER (1937) und BERNAUX (1956) verfolgt. Er stimmt mit demjenigen des *Gymnosporangium clavariaeforme* im wesentlichen überein, desgleichen der Bau der Aecidien und der Pilzgallen auf den Wirtsblättern (BERNAUX, 1956). Dennoch liegt der Hauptunterschied gegenüber dieser Schwesterart auf biologischem Gebiet, nur nicht in der Wirtswahl, sondern in der völlig abweichenden Art der Einwirkung auf den Teleutosporenwirt: nur leichte Anschwellungen beim *Gymnosporangium clavariaeforme*, dagegen auffallende Hexenbesen beim *Gymnosporangium gracile*. Der Unterschied in der pathogenen Einwirkung auf den Wirt ist somit ähnlich wie zwischen der *Puccinia graminis* und der *Puccinia arrhenatheri*: harmlose Blattinfektionen bei der erstern, Knospeninfektionen, die zu buschigen Hexenbesen führen, bei der letztern.

**Verbreitungsgebiet:** Mediterran, jedoch in Südfrankreich bis an die Grenzen unseres Einzugsgebietes heranreichend.

#### ***Gymnosporangium Sabinae* (Dickson) Winter**

Spermogonien mehr als halbkugelig eingesenkt, oben wenig kegelförmig hervorragend, 170–190  $\mu$  breit, 150–170  $\mu$  hoch.

Aecidien auf anfangs lebhaft roten, später sich dunkler färbenden und nach der Blattunterseite hin stark gallenförmig anschwellenden Blattflecken, unterseits hervorbrechend, groß, bis fast 1 mm weit, 1–2 mm tief eingesenkt; mitunter auch auf den Früchten. Pseudoperidie bis 3 mm weit oder selbst noch mehr hervorragend, am Scheitel geschlossen bleibend und konisch zugespitzt, in der Mitte erweitert und durch seitliche Längsspalten geöffnet. Untere Pseudoperidienzellen von 14–20  $\mu$  Tiefe, obere größer, Innen- und Seitenwände stark verdickt, Innenvände mit ziemlich dicht stehenden, namentlich an einem Ende der Zelle stark vorspringenden Höckern, Seitenwände mit kräftigen Höckern, die von innen nach außen immer lockerer stehen. Aecidiosporen unregelmäßig kugelig bis stumpf polyedrisch, 27–31  $\mu$  lang, 19–27  $\mu$  breit. Wand 3–4  $\mu$  dick, braun, etwas gallertig gequollen erscheinend, mit 6 oder mehr Keimporen, außen dicht und gleichmäßig mit feinen Warzen besetzt; Warzenabstand kaum 1  $\mu$ .

Teleutosporenlager braunschwarz, herdenweise auf ältern, etwas angeschwollenen Zweigen, erst polsterförmig, allmählich höher werdend, bis 5 mm breit und hoch, durch Feuchtigkeit zu großen, bis 1 cm breiten, bis 2 cm hohen, unregelmäßig konischen, am Scheitel abgestumpften, gelbbraunen Lappen anschwellend; einzelne kleinere Lager auch auf ganz jungen Zweigen zwischen den Nadeln, selten auf den Nadeln selbst. Teleutosporen oval, nach beiden Enden



Abb. 1001. *Gymnosporangium Sabinae* (Dicks.) Wint. Aecidien an Birnästen aus überwintertem Myzel. (Nach TUBEUF, 1907.)

etwas kegelförmig verjüngt, oben meist etwas spitz, mitunter fast papillenartig vorgezogen, seltener gerundet,  $39-49 \mu$  lang,  $22-28 \mu$  breit, alle Übergänge von dickwandigen zu dünnwandigen Sporen zeigend, die dickwandigen mit dunkelbrauner,  $2-4 \mu$  dicker, die dünnwandigen mit nur  $1 \mu$  dicker, farbloser oder wenig gefärbter Wand, ohne Wandverdickung am Scheitel; die dünnwandigen Sporen meist etwas schmäler.

Entwicklungsgang: opsis-Form.

Als Wirtspflanzen wurden experimentell nachgewiesen für den Haplonten (Tab. 88, S. 1124): *Pirus amygdaliformis* Vill., *Pirus communis* L., *Pirus Michauxii* Koch, *Pirus nivalis* Jacq., *Pirus salviifolia* Pall. und *Pirus tomentosa* DC. Ferner werden als Aecidienwirte beispielsweise *Pirus betulifolia* Bge., *Pirus eleagnifolia* Pall., *Pirus orientalis* Pall., *Pirus salicifolia* Pall., *Pirus sinensis* Lindl., *Pirus syriaca* Boiss. und *Pirus ussuriensis* Maxim. genannt; für den Dikaryophyten: *Juniperus chinensis* L., *Juniperus Sabina* L. und *Juniperus virginiana* L. Ferner werden als Teleutosporenwirte beispielsweise *Juniperus foetidissima* Willd., *Juniperus Oxycedrus* L., *Juniperus phoenicea* L. und *Juniperus sphaerica* Lindl. genannt.

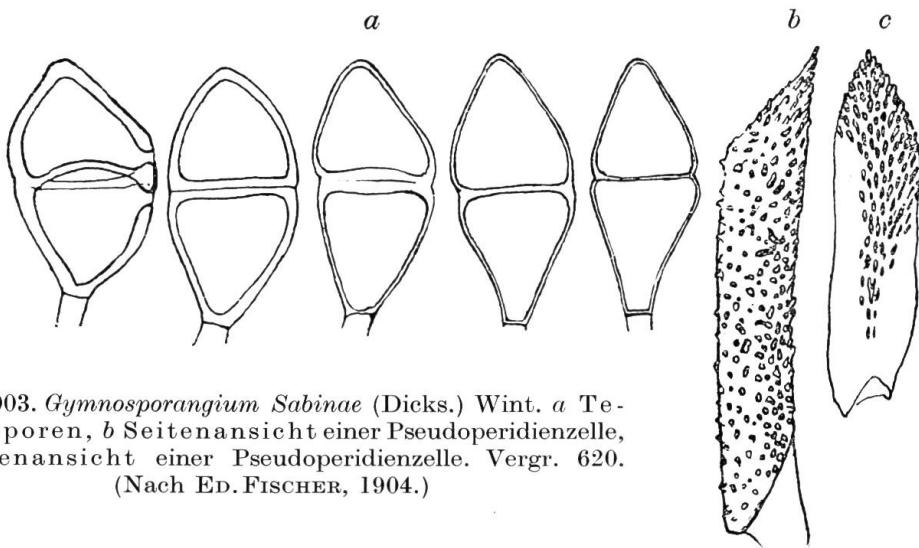


Abb. 1003. *Gymnosporangium Sabinae* (Dicks.) Wint. a Teileutosporen, b Seitenansicht einer Pseudoperidienzelle, c Innenansicht einer Pseudoperidienzelle. Vergr. 620.  
(Nach ED. FISCHER, 1904.)

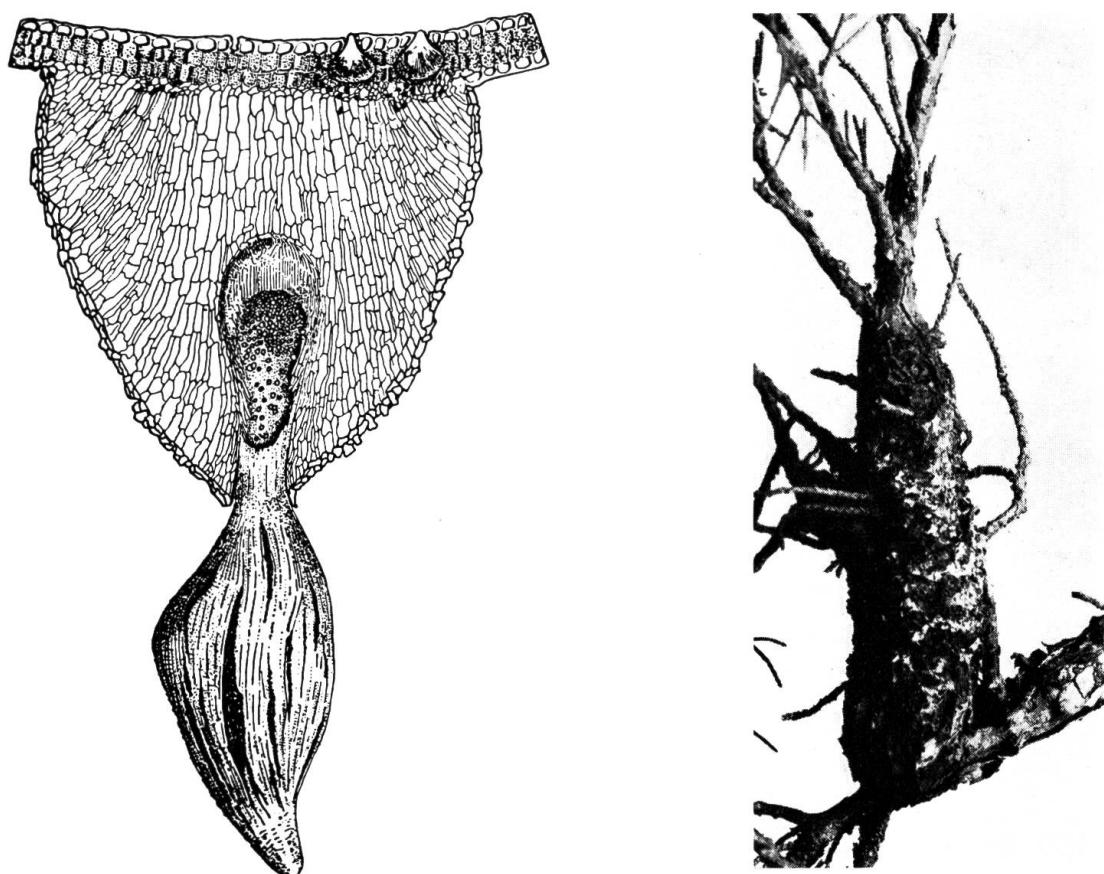


Abb. 1002. *Gymnosporangium Sabinae* (Dicks.) Wint. Schnitt durch ein infiziertes Birnblatt, das auf der morphologischen Oberseite die Spermogonien und auf der morphologischen Unterseite auf einer Gewebewucherung ein Aecidium vom Roestelia-Typus trägt. Vergr. 50. (Nach VIENNOT-BOURGIN, 1949.)

Abb. 1004. Gallenbildung von *Gymnosporangium Sabinae* (Dicks.) Wint. auf *Juniperus Sabina* L. Halbe nat. Gr. (Aus GÄUMANN, 1951.)

**Biologie.** Der Wirtswechsel, die ökologischen Ansprüche und die Wirtswahl des *Gymnosporangium Sabinae* wurden durch OERSTED (1865) und nach ihm hauptsächlich durch DE BARY (1865), CORNU (1878), RATHAY (1880), PLOWRIGHT (1883, 1887), TUBEUF (1891), ED. FISCHER (1891), KLEBAHN (1892), TROTTER (1916), BREMER (1951) und BERNAUX (1956) klargestellt.

Das dikaryontische Myzel perenniert in den Zweigen von *Juniperus Sabina* und reizt sie zu allseitigen Anschwellungen (WÖRNLE, 1894; BERNAUX, 1956). Im

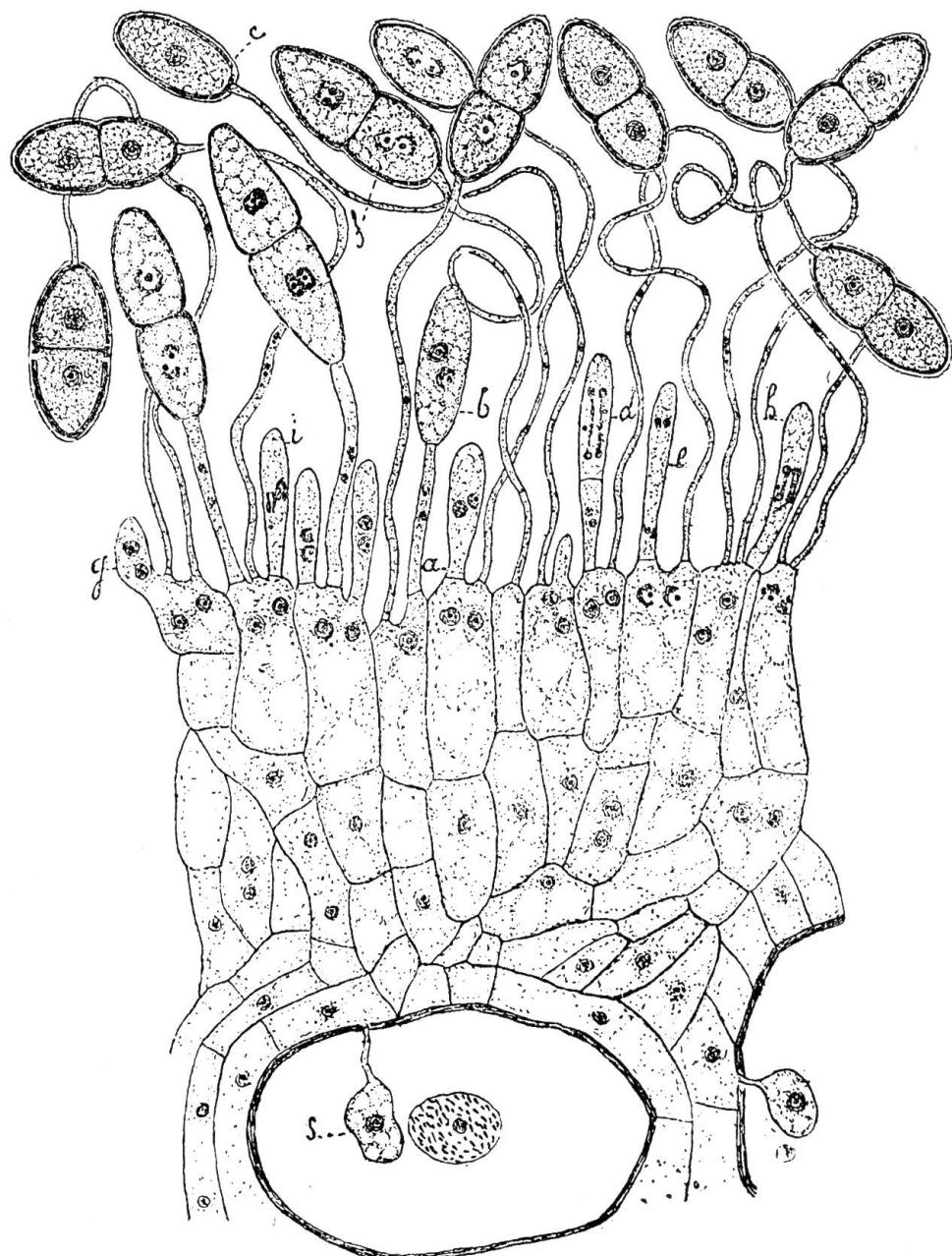


Abb. 1005. *Gymnosporangium Sabinae* (Dicks.) Wint. Schnitt durch eine Partie aus einem Teleutosporen-lager. a, g und h Teleutosporen-mutterzellen, b und c junge Teleutosporen, d-f heranwachsende Teleutosporen. Vergr. 510. (Nach SAPPIN-TROUFFY, 1896.)

April oder Mai brechen die gallertigen Teleutosporen lager hervor; sie sind infolge Abreißens der Teleutosporenstiele hohl und ziehen sich deshalb nach Rückgang der Verquellung nicht wieder zur ursprünglichen hornförmigen Gestalt zurück. Die Teleutosporen keimen sogleich nach ihrer Reife (Leptotypus). Die Basidiosporen infizieren die jungen Birnblätter; auf diesen beginnen Ende Mai oder im Juni die verfärbten Infektionsstellen sichtbar zu werden (BERNAUX, 1947), auf deren Oberseite sogleich die Spermogonien und auf deren polsterförmig wuchern der Unterseite im Spätsommer (meist im August oder September) die charakteristischen Aecidien mit ihrer am Scheitel verklebten und nur an den Seiten in regelmäßige Gitterstäbe aufspaltenden bzw. zerfasernden Pseudoperidie hervorbrechen (daher der Name Gitterrost der Birnbäume, *Roestelia cancellata* Reb.).

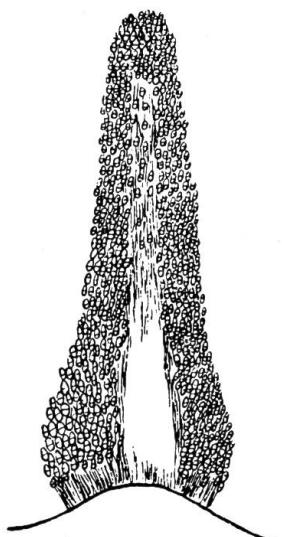


Abb. 1006. *Gymnosporangium Sabinae* (Dicks.) Wint. Schematischer Längsschnitt durch eine Teleutosporenlagerralle, den zentralen Hohlraum zeigend.  
(Nach WÖRNLE, 1894.)

wird, besser zu streichen; denn es dürfte heute schwerhalten, zu entscheiden, was DE CANDOLLE wirklich vor sich hatte.

**Verbreitungsgebiet:** Europa und Nordafrika.

**Bemerkungen.** Als eingeschleppte Adventivart wurde von VIENNOT-BOURGIN (1933, S. 280) im botanischen Garten der Landwirtschaftlichen Hochschule in Grignon (S.-et-O.) das *Gymnosporangium japonicum* Syd. auf *Juniperus chinensis* L. und *Pirus sinensis* Lindl. beobachtet; es zeichnet sich gegenüber dem *Gymnosporangium Sabinae* durch seine außerordentlich großen Teleutosporen (Länge 44–66  $\mu$ ) aus.

#### ***Gymnosporangium confusum* Plowright**

Spermogonien blattoberseits in der Mitte der Flecken, halbkugelig, eingesenkt, oben kegelförmig vorragend, etwa 100  $\mu$  breit, 110  $\mu$  hoch.

Aecidien auf der Blattunterseite, aus gelben, teilweise rot werdenden Flecken, die nach unten wenig anschwellen, hervorbrechend; zuweilen auch auf den

Früchten. Pseudoperidie anfangs konisch, später zylindrisch, am Scheitel geöffnet, bis ziemlich weit hinunter faserig zerschlitzt, etwa 2 mm weit hervorragend; Durchmesser  $\frac{1}{4}$  mm. Pseudoperidienzellen 18–24  $\mu$  breit, mit einer dünnen Außenwand und stark verdickten Innen- und Seitenwänden. Innenwand mit feinen, kurzen, längsverlaufenden Linien und Höckern; Seitenwände mit kräftigen, länglichen, quer und schräg über die Fläche verlaufenden Höckern und Leisten. Aecidiosporen unregelmäßig kugelig bis stumpf polyedrisch, 21–29  $\mu$  lang, 17–21  $\mu$  breit. Wand 2,5–3  $\mu$  dick, blaß bräunlich, gleichmäßig und sehr fein warzig, Warzenabstand kaum 1  $\mu$ . Keimporen mehr als 6.

Teleutosporen lager wie bei *Gymnosporangium Sabinae* anfangs polsterförmig, braunrot, beim Aufquellen unregelmäßig konische, am Scheitel abgestumpfte Lappen von gelbbrauner Farbe bildend, auch in der Größe mit *Gymnosporangium Sabinae* im wesentlichen übereinstimmend. Teleutosporen oval, fast stets nach unten, zuweilen auch nach oben kegelförmig verjüngt, häufiger oben abgerundet, zum Teil mit 2–3  $\mu$  dicker, brauner Wand, 37–42  $\mu$  lang, 22–26  $\mu$  breit, zum Teil dünner, mit nur 1  $\mu$  dicker, farbloser Wand und dann meist etwas länger und schmäler; dazwischen alle Übergänge. Wand am Scheitel nicht verdickt.

Entwicklungsgang: opsis-Form.

Als Wirtspflanzen wurden experimentell nachgewiesen für den Haplonten (Tab. 88, S. 1124): *Cotoneaster integerrima* Med., *Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus Oxyacantha* L., *Crataegus ruscinonensis* Gr. et Bl., *Cydonia vulgaris* Pers., *Sorbus latifolia* Pers. und *Sorbus terminalis* (L.) Crantz als

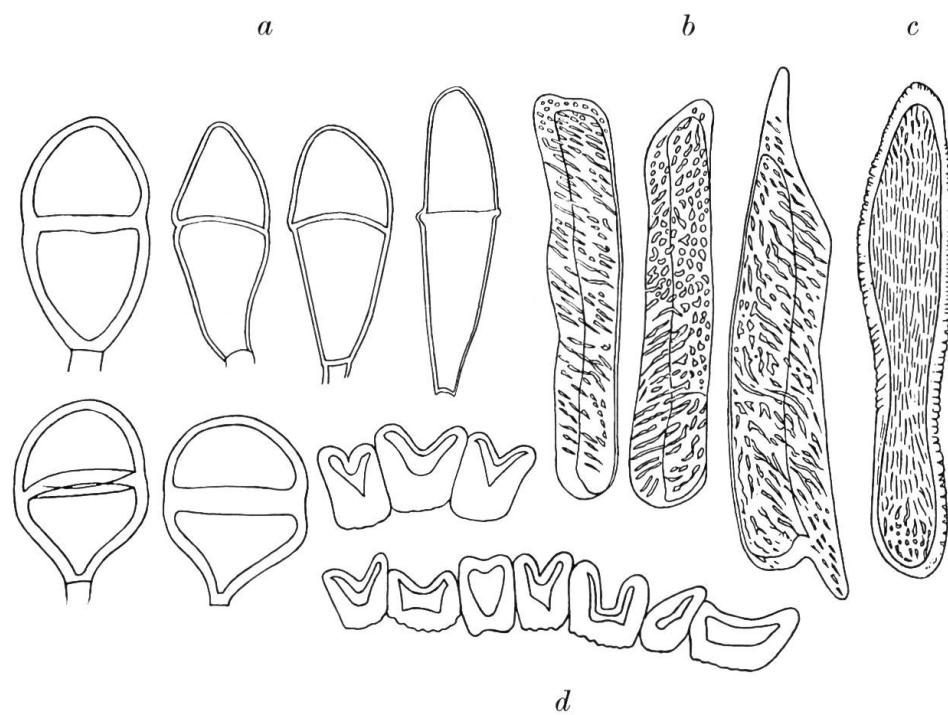


Abb. 1007. *Gymnosporangium confusum* Plowr. a Teleutosporen in allen Übergängen von den dickwandigen zu den dünnwandigen Formen, b Pseudoperidienzellen in der Seitenansicht, c Pseudoperidienzelle von innen gesehen, d Pseudoperidienzellen im Querschnitt (Außenseite nach oben). Vergr. 620. (Nach Ed. FISCHER, 1904.)

Hauptwirte und *Mespilus germanica* L. und *Pirus communis* L. als Nebenwirte mit seltenerem und schwächerem Befall. Ferner werden als Aecidienwirte beispielsweise *Cotoneaster Fontanesii* Spach., *Cotoneaster nigra* Fr., *Cotoneaster nummularia* Fisch. et Mey., *Cotoneaster tomentosa* Ait., *Crataegus altaica* Ledeb. = *Crataegus sanguinea* Pall., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus Fischeri* C.K.Schneid., *Crataegus grandiflora* Koch, *Crataegus laciniata* Stev., *Crataegus orientalis* Pall., *Crataegus pinnatifida* Bunge, *Crataegus tanacetifolia* Pers. und *Pirus lanata* Don. genannt; für den Dikaryophyten: *Juniperus Oxycedrus* L., *Juniperus phoenicea* L., *Juniperus Sabina* L. und *Juniperus virginiana* L. Ferner werden als Teleutosporenwirte beispielsweise *Juniperus excelsa* M.B., *Juniperus foetidissima* Willd., *Juniperus macropoda* Boiss. und *Juniperus thurifera* L. genannt.

**Biologie.** Der Wirtswechsel und die Wirtswahl des *Gymnosporangium confusum* wurden durch PLOWRIGHT (1887, 1889), KLEBAHN (1892), ED. FISCHER (1892, 1898, 1918, 1928, 1930, 1931), MAIRE (1914), ERIKSSON (1919) und BERNNAUX (1956) geklärt. Der Pilz ist in bemerkenswerter Weise nicht nur, wie die meisten übrigen Gymnosporangien, in seiner Haplophase plurivor, indem er die verschiedensten Pomoideengattungen (*Cotoneaster*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Sorbus* usw.) zu bewohnen vermag, sondern auch in seiner Dikaryophase, die auf Vertretern von zwei *Juniperus*-Sektionen (*Sabina* und *Oxycedrus*) parasitiert, ein Verhalten, das sonst nur beim nordamerikanischen *Gymnosporangium clavipes* C. et P. beobachtet wurde.

Anderseits zerfällt er in der Haplophase in zwei biologisch scharf getrennte Formen (Tab. 88, S. 1124),

1. die f.sp. *typica* Gäumann n.f.sp. mit *Crataegus*-, *Cydonia*- und *Sorbus*-Arten als Hauptwirten, nicht übergehend auf *Cotoneaster integerrima*; hierher gehört wahrscheinlich auch das *Gymnosporangium Oxycedri* Bresadola (1903). Möglicherweise muß die *forma typica* noch mehr aufgespalten werden, nämlich in eine Form, die auf *Juniperus Oxycedrus* keine Polycladie bedingt, auf *Crataegus* Aecidien, auf *Cydonia* bloß hyperergische Reaktionen hervorruft und vielleicht mit dem *Gymnosporangium Oxycedri* Bres. identisch ist, und eine zweite, die Polycladie hervorruft (Abb. 1008), aber in ED. FISCHERS Versuchen (1930) auf *Crataegus* und *Cydonia* nicht zur Aecidienbildung kam; und
2. die f.sp. *fusispora* Ed. Fischer, die ihre Aecidien ausschließlich auf *Cotoneaster*-Arten bildet. ED. FISCHER (1918) hat diese Form als besondere Art, *Gymnosporangium fusisporum* n.sp., abgetrennt; doch dürfte hierfür keine Veranlassung bestehen, da die beiden Formen sowohl in der Haplophase als auch in der Dikaryophase in den wesentlichen Merkmalen übereinstimmen.

ERIKSSON (1919) vereinigt das *Gymnosporangium confusum* mit dem *Gymnosporangium Sabinae*, weil morphologisch zwischen diesen beiden Arten kein Unterschied bestehe, und gliedert dann das *Gymnosporangium Sabinae* s.l. in eine f.sp. *pyri-communis* Eriksson (entsprechend dem *Gymnosporangium Sabinae* in der hier vorgetragenen Fassung) und eine f.sp. *mespili* Eriksson (entsprechend unserem *Gymnosporangium confusum*). Dabei übersieht er jedoch die Wandskulpturen der Pseudoperidien, die distinkt verschieden sind und sich gerade bei den Gymnosporangien als ein sehr feines und zuverlässiges Unterscheidungsmerkmal erwiesen haben.

Das Teleutosporenmyzel perenniert, wie bei den übrigen Gymnosporangien, in den *Juniperus*-Zweigen. Die Spermogonien entstehen frühestens 7–12 Tage

nach der Infektion, die Aecidien meist nach 30–40 Tagen. Die ökologischen Ansprüche des Pilzes und die pathologische Anatomie der von ihm auf *Crataegus* und auf *Juniperus* ausgelösten Gallenbildungen wurden von BERNAUX (1956) eingehend verfolgt.



Abb. 1008. Polycladie von *Juniperus Oxycedrus* L., verursacht durch ein *Gymnosporangium* aus dem Kreis des *Gymnosporangium confusum* Plowr. Etwa zwei Fünftel nat. Gr. (Nach ED. FISCHER, 1930.)

ED. FISCHER (1912) und SAHLI (1914, 1916) suchten durch eine größere Zahl von Versuchen die Anfälligkeit der *Crataegomespili* für das *Gymnosporangium confusum* (und das *Gymnosporangium clavariaeforme*) abzuklären. *Crataegomespilus Asnieresii* C.S. ist nach BAUR ein *Crataegus*-Inneres, überzogen von einer einschichtigen *Mespilus*-Epidermis. Bei *Crataegomespilus Dardari* Simon soll nach BAUR das umgebende *Mespilus*-Gewebe zwei oder mehr Schichten enthalten.

Die eine Elternform, *Crataegus*, ist für beide Gymnosporangien empfänglich; die andere Elternform, *Mespilus*, ist gegen das *Gymnosporangium clavariaeforme* gänzlich widerstandsfähig und wird vom *Gymnosporangium confusum* nur selten und schwach befallen. Bei den Infektionsversuchen wurde nun *Crataegomespilus Asnieresii* von beiden Gymnosporangien befallen; bei beiden vermochten somit die Keimschlüsse der Basidiosporen die unempfängliche Epidermis zu durchdringen

und sich, da sie unmittelbar darunter empfängliches Gewebe fanden, im Blattinnern weiterzuentwickeln.

*Crataegomespilus Dardari* erwies sich dagegen als widerstandsfähig gegen das *Gymnosporangium clavariaeforme* und als nur schwach empfänglich für das *Gymnosporangium confusum*; es wurde von diesem letztern in nur geringem Maße und erst nach längerer Zeit befallen. Diese Ergebnisse stehen daher mit der Annahme der Chimärennatur der Crataegomespili nicht im Widerspruch.

Weniger klar liegen die Verhältnisse bei den Pirocydonien, welche durch Pfropfung zwischen *Pirus communis* und *Cydonia vulgaris* entstanden sind. Es lassen sich bei ihnen zwei Formen unterscheiden, von denen die eine, *Pirocydonia Danieli*, mehr Züge von der Birne hat, während die andere, *Pirocydonia Winkleri*, sich viel mehr der Quitte nähert. Über ihren Bau ist jedoch nicht Näheres bekannt. Nun bringt schon DANIEL (1925) einige Beobachtungen über das Verhalten der Pirocydonien gegenüber dem *Gymnosporangium Sabinae*; er berichtet, daß dieser Pilz an *Pirocydonia Danieli* rote Flecken, aber keine Aecidien bildet und auf *Pirocydonia Winkleri* gar nicht auftritt.

Bei den Infektionsversuchen von MAURIZIO (1927) mit *Gymnosporangium Sabinae*, für das *Pirus communis* bekanntlich sehr empfänglich, *Cydonia vulgaris* dagegen widerstandsfähig ist, erschienen an *Pirocydonia Danieli* die Spermogonien als viele kleine, hellgelbe Punkte an gelben Anschwellungen der Blätter, während an *Pirocydonia Winkleri* nur vereinzelte große, rötliche Spermogonien gebildet wurden, die nach 4–6 Wochen wieder verschwanden. Aecidien traten weder an *Pirocydonia Danieli* noch an *Pirocydonia Winkleri* auf. Die Pirocydonien weisen also bezüglich ihrer Anfälligkeit für das *Gymnosporangium Sabinae* ein intermediäres Verhalten zwischen den beiden Eltern auf, wobei *Pirocydonia Danieli* stärker, *Pirocydonia Winkleri* schwächer befallen wird; ihre Pfropfbastardnatur läßt sich also nicht nach dem einfachen Periklinalchimärenschema erklären.

Verbreitungsgebiet: Eurasien.

#### *Gymnosporangium tremelloides* (A. Braun) Hartig

Spermogonien blattoberseits in der Mitte der Flecken, fast kugelförmig eingesenkt, oben kegelförmig vorragend, etwa 150  $\mu$  breit, 170  $\mu$  hoch.

Aecidien auf gelben, später roten oder rotbraunen, bis 3 mm dick anschwellenden Flecken der Blätter unterseits hervorbrechend. Pseudoperidie bis 3 mm weit hervorragend, anfangs zylindrisch, später oben und oft bis zum Grunde in schmale Fasern zerschlitzt; Durchmesser 0,5–1 mm. Pseudoperidienschichten 31–35  $\mu$  breit, mit stark verdickten Innen- und Seitenwänden; Innenwände mit schmalen, längsverlaufenden, anastomosierenden und spindelförmige Zwischenräumen zwischen sich lassenden Leisten. Seitenwände mit breiten, quer oder schräg verlaufenden, unter sich mehr oder weniger parallelen, dicht gestellten Leisten, die von der Innenfläche ausgehend nicht über die ganze Seitenfläche reichen, und einzeln dazwischen gelegenen rundlichen Höckern. Aecidiosporen meist rundlich bis polyedrisch, seltener etwas länglich, 30–39  $\mu$  lang, 25–30  $\mu$  breit. Wand derb, etwa 4  $\mu$  dick, braun, in der äußersten, sehr dünnen Schicht fein und gleichmäßig warzig (Warzenabstand weniger als 1  $\mu$ ), im übrigen homogen, mit 6–8 über die gesamte Oberfläche verteilten Keimporen.

Teleutosporen lager trocken flache, braune, bis  $\frac{1}{2}$  cm breite, bis 2 cm lange, 0,1–0,2 cm hohe Polster bildend, im gequollenen Zustande tremelloid,

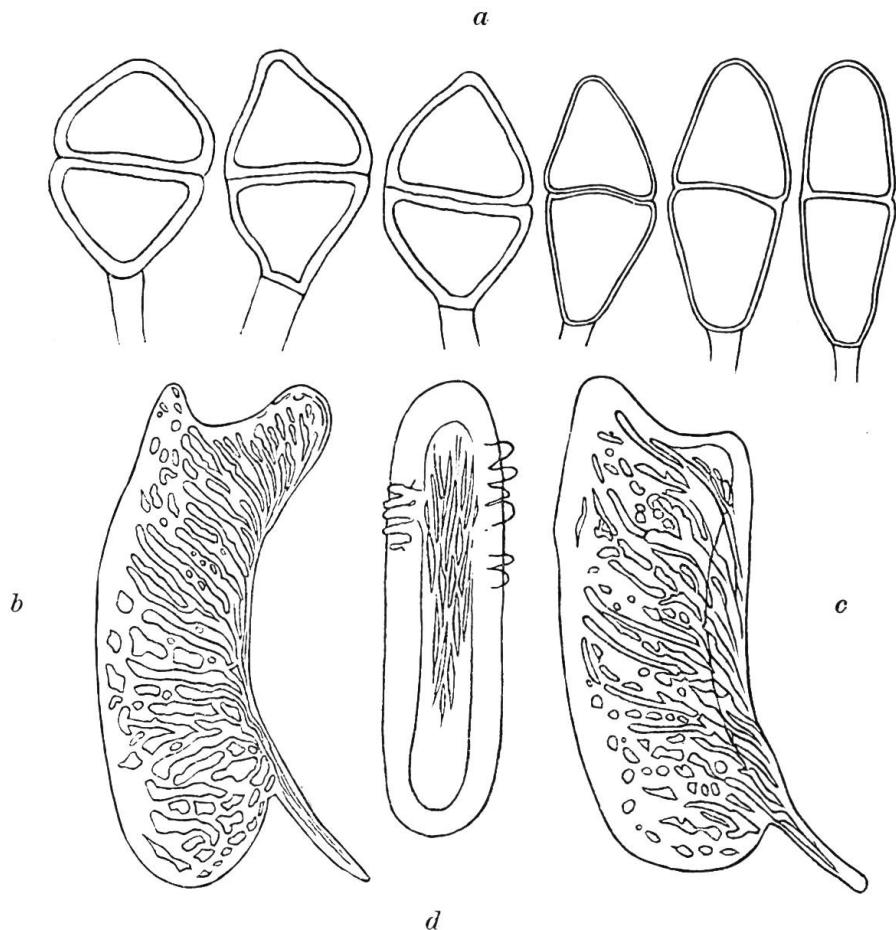


Abb. 1009. *Gymnosporangium tremelloides* (A.Br.) Hart. a Teleutosporen, b Seitenansicht der Pseudoperidienzellen auf *Sorbus Aria*, c auf *Pirus Malus*, d Skulptur der Innenseite der Pseudoperidienzellen auf *Sorbus Aria*. Vergr. 620. (Nach ED. FISCHER, 1904.)

orangefarben, vom Anheftungspunkte aus muschel- oder schüsselförmig sich ausbreitend. Teleutosporen glatt, 35–64  $\mu$  lang, 20–30  $\mu$  breit, teils mit dunkelbrauner, bis 2,5  $\mu$  dicker Wand und dann meist kürzer und dicker, teils dünnwandig, 1  $\mu$ , heller und dann länger und schmäler; doch können sich die Proportionen nach ERIKSSON (1919) auf den Zweigen und auf den Nadeln stark verschieben. Beide Zellen stumpf kegelförmig, die obere meist verjüngt, oft fast konisch, aber am Scheitel selten und bei den Keimporen nie vorgezogen, häufig oben gerundet, ohne Wandverdickung am Scheitel und ohne scheitelständigen Keimporus, mit langen, 7–9  $\mu$  dicken, farblosen Stielen.

Entwicklungsgang: oopsis-Form.

Als Wirtspflanzen wurden experimentell nachgewiesen für den Haplonten (Tab. 88, S. 1124): *Pirus Malus* L., *Sorbus americana* DC., *Sorbus Aria* (L.) Crantz, *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus Chamaemespilus* (L.) Crantz, *Sorbus hybrida* Koch, *Sorbus latifolia* Pers. und *Sorbus terminalis* (L.) Crantz. Ferner werden als Aecidienvirte beispielsweise *Cydonia oblonga* Mill., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Malus domestica* Borkh., *Malus silvestris* (L.) Mill., *Sorbus Hostii* (Jacq.) Koch = *Sorbus Chamaemespilus*  $\times$  *Mougeotii* Soy. et Godr., *Sorbus occidentalis* Greene und *Sorbus scopulina* Greene genannt;

für den Dikaryophyten: Zweige und Nadeln von *Juniperus communis* L. und *Juniperus sibirica* Burg. Ferner werden als Teleutosporenwirte beispielsweise *Juniperus nana* Willd. und *Juniperus Oxycedrus* L. genannt.

Biologie. Der Wirtswechsel und die Wirtswahl des *Gymnosporangium tremelloides* wurden u.a. durch OERSTED (1867), RATHAY (1880), HARTIG (1882), ROSTRUP (1888), PLOWRIGHT (1888), NAWASCHIN (1889), TUBEUF (1893, 1901), ED. FISCHER (1898, 1907, 1909), KLEBAHN (1902, 1905, 1908), ARTHUR (1912), GUINIER (1913) und ERIKSSON (1919) verfolgt.

Trotz (oder vielleicht gerade wegen) der in den verschiedensten Ländern durchgeführten Infektionsversuche ist die biologische Gliederung des *Gymnosporangium tremelloides* noch unklar. Sicher ist, daß die Art in eine Reihe biologischer Formen zerfällt, unsicher dagegen in den verschiedenen Ländern die Umschreibung des Wirtsspektrums dieser biologischen Arten.

KLEBAHN (1908) unterscheidet zwei formae speciales, die wir auch in unserer Tabelle 88 (S. 1124) aufgeführt haben, nämlich

1. die f.sp. *Ariae-tremelloides* Kleb. mit *Sorbus*-Arten als Hauptwirten und
2. die f.sp. *Mali-tremelloides* Kleb. mit *Pirus Malus* L. als Hauptwirt.

Doch gilt diese Aufspaltung offenbar nicht für alle Länder; so gelangt ERIKSSON (1919) auf Grund eingehender Infektionsversuche in Schweden zu der folgenden Einteilung:

1. f.sp. *aucupariae* Erikss. mit *Sorbus aucuparia* als Hauptwirt, nicht übergehend auf *Sorbus Aria*;
2. f.sp. *Ariae* Erikss. mit *Sorbus Aria* als Hauptwirt, nicht übergehend auf *Sorbus aucuparia*;
3. f.sp. *torminalis* Erikss. mit *Sorbus torminalis* und *Sorbus latifolia* als Hauptwirten; und
4. f.sp. *Mali* Erikss., die sich mit der KLEBAHNSchen f.sp. *Mali-tremelloides* deckt.

Schwankend wie die Wirtswahl ist leider auch die Benennungsweise des Pilzes. Wir bezeichnen ihn hier als *Gymnosporangium tremelloides*, unter welchem Namen man ihn allgemein kennt. P. und H. SYDOW (1915) bezeichnen ihn jedoch als *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Mart., worin ihnen auch ARTHUR (1934) folgt. Hierdurch wird das Maß der Konfusion wieder einmal voll; denn *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Mart. im Sinne von SYDOW ist gleich *Gymnosporangium tremelloides* im althergebrachten Sinne, und das *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Fr. im althergebrachten Sinne wäre dann als *Gymnosporangium juniperi* Link zu bezeichnen; wenn somit bloß *Gymnosporangium juniperinum* (ohne Beifügung der Autoren) steht, so weiß niemand, was gemeint ist.

Ich bezweifle, daß die SYDOWSche Beweisführung nomenklatortisch stichhaltig ist; wie will man heute feststellen, welches unserer Gymnosporangien vor mehr als 100 Jahren LINNÉ und MARTIUS vorgelegen hat? Sicher wurde die Zuweisung erst mit der Feststellung des Wirtswechsels, so daß der HARTIGSche Name *Gymnosporangium tremelloides* die erste zuverlässige Grundlage bildet. Ich bezweifle aber auch, daß derartige Umtaufungen, vor allem wenn sie auf schwanken Füßen ruhen, der geistigen Ökonomie förderlich sind.

Durch ED. FISCHER (1918–1920) wurden mit der f.sp. *Ariae* Erikss. eine Reihe von Infektionsversuchen durchgeführt, die zeigen, daß zwischen den Genen für Anfälligkeit und den Genen für morphologische Eigenschaften keine tiefen Beziehungen zu bestehen brauchen. *Sorbus aucuparia* ist für die f.sp. *Ariae* unemp-

fänglich, während *Sorbus Aria* und ihre Kleinart *longifolia* von ihr leicht befallen werden. Bei der Kreuzung von *Sorbus aucuparia* mit *Sorbus longifolia* entsteht in der  $F_1$  *Sorbus quercifolia* Hedl., ein Baum, den man nicht selten in Anlagen kultiert findet. Auf diesem bringt es die f.sp. *Ariæ* zur Entwicklung von Aecidien, woraus Dominanz der Empfänglichkeit geschlossen werden muß. Die Nachkommen von *Sorbus quercifolia* bilden in der  $F_2$ , wie schon HEDLUND gezeigt hat, hinsichtlich ihrer Blätter eine bunte Musterkarte mit allen Zwischenformen zwischen den ungeteilten *Aria*-Blättern und den gefiederten *aucuparia*-Blättern.

Einige dieser Zwischenformen sind in Abbildung 1010 zeichnerisch dargestellt. Nr. 1 entspricht dem reinen *Aria*-Typus, Nr. 3 einem *Aria-longifolia*-Typus, Nr. 4 einem *Aria*-Typus mit stärker eingeschnittenen Blättern, Nr. 7 einer mehr oder

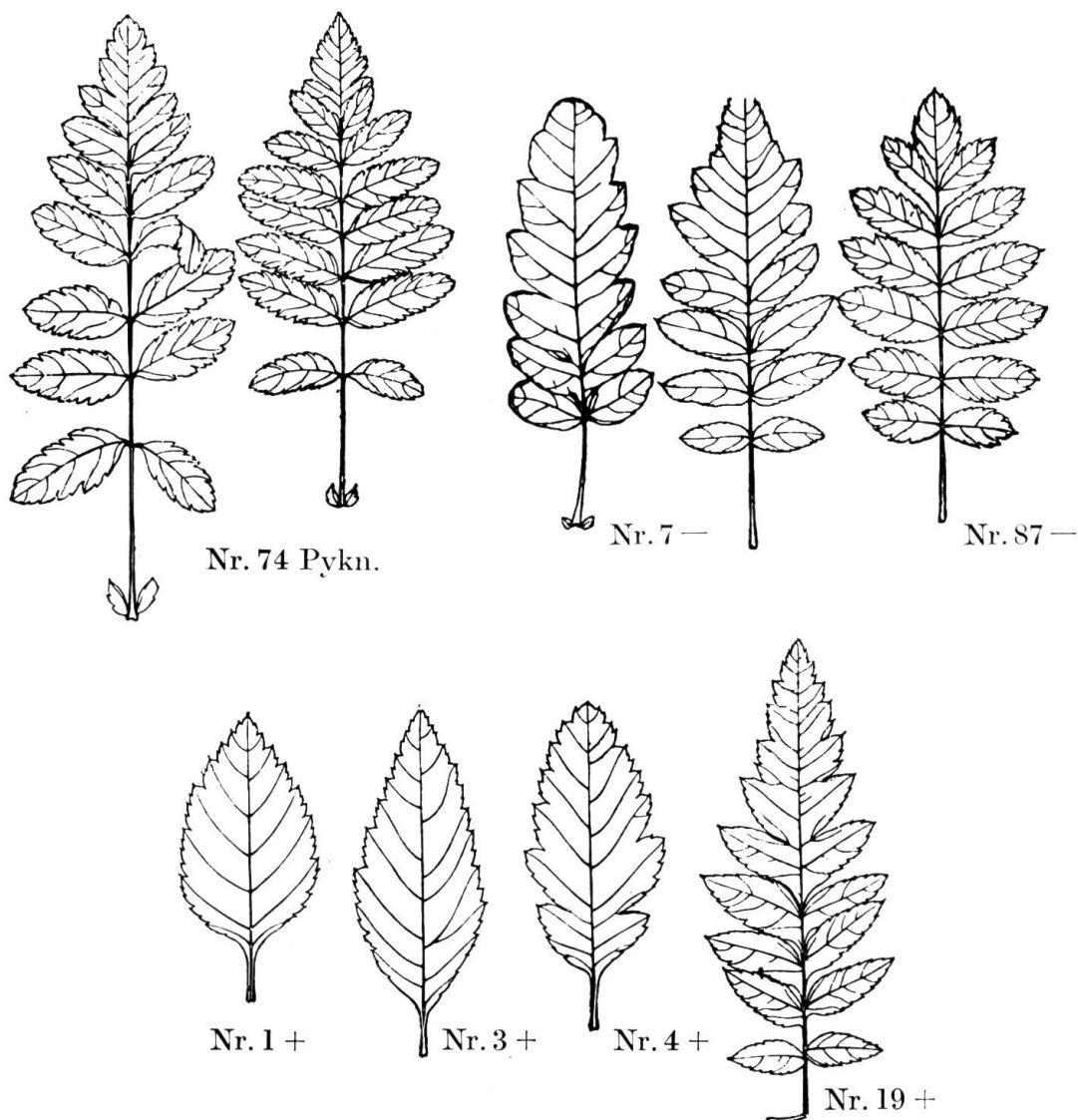


Abb. 1010. Blätter einiger Abkömmlinge von *Sorbus quercifolia* Hedl., die in den Infektionsversuchen mit *Gymnosporangium tremelloides* (A. Br.) Hart. verwendet wurden. Die Plus- und Minuszeichen bedeuten Empfänglichkeit bzw. Unempfänglichkeit gegenüber der f.sp. *Ariæ* Erikss. (Nach ED. FISCHER aus FISCHER und GÄUMANN, 1929.)

weniger ausgesprochenen *quercifolia* und Nrn. 19, 74 und 87 einem fast reinen *aucuparia*-Typus.

Ebenso verschiedenartig, aber nicht parallelgehend mit der Blattform ist auch die Empfänglichkeit der Bastarde. Dies ist für einige typische Fälle in Abbildung 1010 durch Plus- und Minuszeichen wiedergegeben. Die Exemplare mit Blättern vom *Aria*- und vom *Aria-longifolia*-Typus, ferner diejenigen mit stark eingeschnittenen *Aria*-Blättern erwiesen sich in normaler Weise als empfänglich und reisten ihre Aecidien in normaler Weise im August. An den Formen vom *quercifolia*-Typus und an den Zwischenformen zwischen letzterem und *Sorbus aucuparia* traten dagegen nur bei einer beschränkten Anzahl von Individuen Infektionen auf, und nur eine von ihnen (Nr. 19) brachte es Ende August zu Aecidien; Nr. 74 brachte es bis Ende Oktober zu Spermogonien («Pykn.») und zur Anschwellung der Infektionsstellen; auch die übrigen waren nicht weiter vorgerückt als Nr. 74. Die große Mehrzahl der Pflanzen, darunter auch solche, die sich *Sorbus Aria* mehr nähern als die Nrn. 19 und 74, blieben dagegen ohne Infektion.

Von den Formen vom *quercifolia*-Typus und von den Zwischenformen zwischen *quercifolia* und *aucuparia* sind also nur einzelne für die f. sp. *Ariae* anfällig, und zwar sind es solche, die bald mehr dem *quercifolia*-, bald mehr dem *aucuparia*-Typus nahestehen. Die Empfänglichkeit für die f. sp. *Ariae* geht somit der Blattform durchaus nicht parallel.

Verbreitungsgebiet: Die gesamte nördliche Erdhälfte.

### Gymnosporangium juniperinum (Linné) Fries

Spermogonien blattoberseits in der Mitte der Blattflecken, halbkugelig eingesenkt, nach oben kegelförmig hervorragend, etwa  $110 \mu$  breit und hoch.

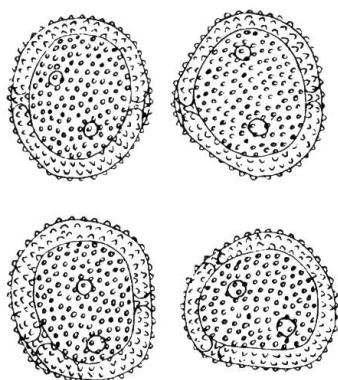


Abb. 1011. *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Fr. Aecidiosporen von *Sorbus aucuparia* L. Vergr. rund 700. (Nach SAVULESCU, 1953.)

Aecidien auf anfangs gelben, später roten, oft gelb gerandeten Flecken der Blätter, die verhältnismäßig wenig anschwellen, unterseits hervorbrechend. Pseudoperidie meist lang hornförmig, zylindrisch, am Scheitel anfangs konisch zugespitzt und geschlossen, später geöffnet, aber am Rande wenig oder gar nicht zerschlitzt, 3–4 mm lang, bis 0,5 mm weit. Pseudoperidienzellen 31–35  $\mu$  breit, mit stark verdickten Innen- und Seitenwänden; Innenwand mit feiner höckeriger Skulptur, Seitenwände mit mehr oder weniger dicht stehenden länglichen Höckern oder ganz kurzen Leisten besetzt, welche schräg querüber laufen. Aecidiosporen unregelmäßig kugelig bis stumpf polyedrisch, 20–29  $\mu$  lang, 18–25  $\mu$  breit; Wand 2,5–3  $\mu$  dick, blaßbraun, außen feinwarzig, stellenweise feiner, stellenweise größer, Warzenabstand ungefähr 1  $\mu$ . Keimporen 6–10.

Teleutosporen lager polsterförmig, auf den Nadeln klein, auf dünnen Zweigen größer, doch wohl in der Regel kleiner bleibend als die Lager von *Gymnosporangium tremelloides*, naß ähnlich wie bei diesem zu muschelartigen Massen aufquellend. Teleutosporen etwas kleiner und an den Enden mehr kegelförmig verjüngt als beim *Gymnosporangium tremelloides*, 31–52  $\mu$  lang, 18–30  $\mu$  breit, beidseitig abgestumpft konisch,

über jedem Keimporus und oft auch am Scheitel mit einer breiten, farblosen Papille, teils mit dickerer (etwa  $2\mu$ ), bräunlich gefärbter, teils mit dünnerer, farbloser Wand; einer der Keimporen häufig am Scheitel.

Entwicklungsang.: opsis-Form.

Als Wirtspflanzen sind experimentell nachgewiesen für den Haplonten (Tab. 88, S. 1124): *Amelanchier ovalis* Med. = *Amelanchier vulgaris* Moench = *Aronia rotundifolia* Pers., *Sorbus americana* DC., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus hybrida* Koch, *Sorbus latifolia* Pers. und *Sorbus terminalis* (L.) Crantz.

Ferner werden als Aecidienwirte beispielsweise *Amelanchier asiatica* Endl., *Pyracantha coccinea* Roem. = *Crataegus Pyracantha* (L.) Pers., *Sorbus Chamaemespilus* (L.) Crantz, *Sorbus commixta* Hend., *Sorbus domestica* L., *Sorbus fennica* (Kalm.) Fr., *Sorbus Hostii* (Jacq.) Koch, *Sorbus kamtschatcensis* Kom., *Sorbus lanuginosa* Kit., *Sorbus macrophylla* Koidz., *Sorbus micrantha* Du Mont., *Sorbus Mougeotii* Soy. et Godr., *Sorbus sambucifolia* Roem., *Sorbus scandica* Fr., *Sorbus scopulina* Greene und *Sorbus Wilfordii* Koehn. genannt; für den Dikaryophyten: *Juniperus communis* L., *Juniperus nana* Willd., *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc. und *Juniperus sibirica* Burg.

Ferner wird als Teleutosporenwirt beispielsweise *Juniperus conferta* Parl. genannt.

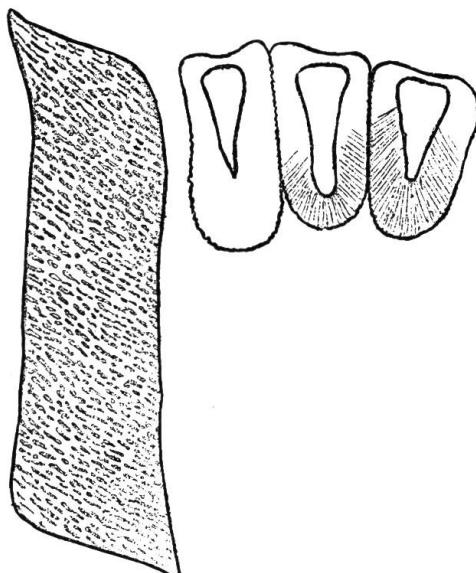


Abb. 1012. *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Fr. Seitenansicht einer Pseudoperidienzelle und Querschnitt durch die Pseudoperidie (Außenseite nach oben). Vergr. 620. (Nach Ed. FISCHER, 1904.)

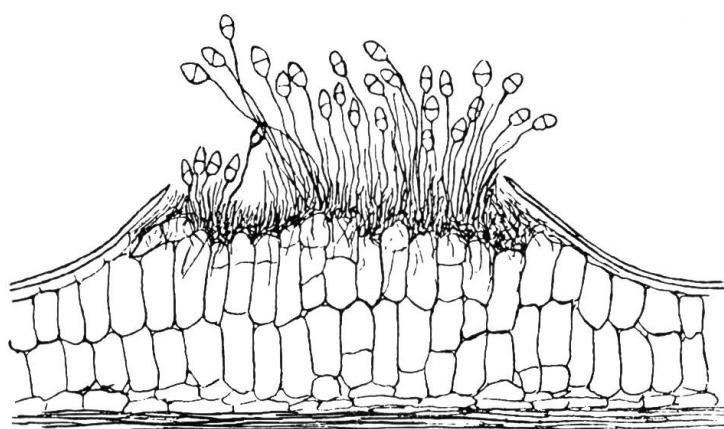


Abb. 1013. *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Fr. Schnitt durch eine Nadel von *Juniperus communis* L. mit einem jungen Teleutosporenlager, die polsterförmige Anschwellung unter dem Lager zeigend. Vergr. etwa 80. (Nach Ed. FISCHER, 1909.)

**Biologie.** Wirtswechsel und Wirtswahl des *Gymnosporangium juniperinum* wurden durch die Untersuchungen von OERSTED (1866), RATHAY (1880, 1883), PLOWRIGHT (1887, 1889), BREBNER (1888), TUBEUF (1893, 1901), PEYRITSCH (bei MAGNUS, 1894), KLEBAHN (1902, 1905), LIRO (1906), ED. FISCHER (1907, 1909, 1910, 1930), ARTHUR (1909, 1910, 1912) und YAMADA (bei HIRATSUKA, 1936) klar-gelegt.

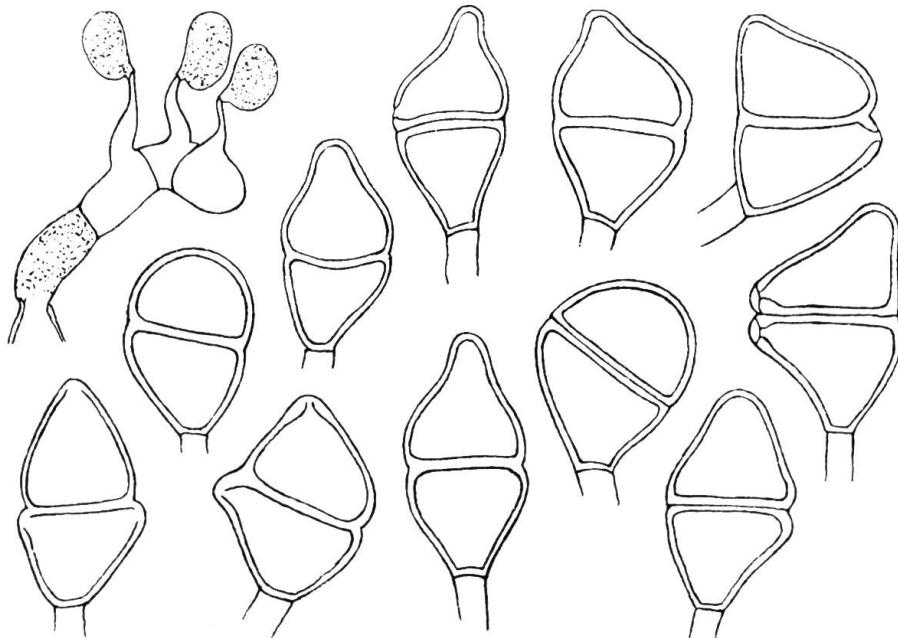


Abb. 1014. *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Fr. Teleutosporen und Basidie der f.sp. *aucupariae* Kleb. Vergr. 620. (Nach Ed. FISCHER, 1909.)

Nach der Wirtswahl der Haplophase zerfällt das *Gymnosporangium juniperinum* in mindestens drei biologische Formen, die auch morphologisch durch minimale, objektiv kaum faßbare Verschiedenheiten voneinander abweichen, nämlich (Tab. 88, S. 1124):

1. die f.sp. *aucupariae* Kleb. mit *Sorbus americana* DC., *Sorbus aucuparia* L. und *Sorbus hybrida* Koch als Hauptwirten;
2. die f.sp. *amelanchieris* Ed. Fischer = *Gymnosporangium amelanchieris* Ed. Fischer (1909) mit *Amelanchier ovalis* Med. als einzigem mitteleuropäischem Wirt; und
3. die f.sp. *torminali-juniperinum* Ed. Fischer = *Gymnosporangium torminali-juniperinum* Ed. Fischer (1910) mit *Sorbus torminalis* (L.) Crantz als Hauptwirt.

Die Teleutosporen lagen treten an den Nadeln und an den kleineren Zweigen auf und reifen im Frühjahr. Die Teleutosporen sind, wie bei den übrigen Arten, sogleich keimfähig. Die Spermogonien treten 6–7 Tage nach der Infektion auf, die Aecidien nach 1½–2 Monaten und die ersten Teleutosporen lagen bereits ¾ Jahre nach der Infektion, vor allem auf den Nadeln.

**Verbreitungsgebiet:** Die gesamte nördliche Erdhälfte.

Bemerkungen. Auf den nomenklatorischen Unfug, der bei gewissen Gymnosporangien getrieben wird, hat der Verfasser schon auf S. 1168 hingewiesen. Das vorstehend besprochene *Gymnosporangium juniperinum* heißt nach ARTHUR (1909) *Gymnosporangium cornutum* Arth., nach KLEBAHN (1914) *Gymnosporangium aucupariae-juniperinum* Kleb., nach SYDOW (1915) *Gymnosporangium juniperi* Link und nach ARTHUR (1934) *Gymnosporangium aurantiacum* Chev., wobei überdies mit *Gymnosporangium juniperinum* bei manchen (aber nicht bei allen!) amerikanischen Autoren im Anschluß an SYDOW (1915) das *Gymnosporangium tremelloides* gemeint ist. Man muß sich also in jedem einzelnen Falle erst zu vergewissern suchen, wovon der Autor spricht!

Die Teleutosporen des *Gymnosporangium juniperinum* sind von denen der übrigen europäischen Gymnosporangien durch den Besitz farbloser Papillen über den Keimporen verschieden. Die Aecidien nähern sich in ihrer Form und in der Beschaffenheit der Pseudoperidien denen von *Gymnosporangium confusum* und *Gymnosporangium clavariaeforme*; indessen sind die Pseudoperidienzellen breiter als bei diesen Arten, und die Skulptur ihrer Seitenwände besteht ausschließlich aus ganz kurzen Leisten. – Bezüglich der Entwicklungszeit der Aecidien hält das *Gymnosporangium juniperinum* ungefähr die Mitte zwischen dem *Gymnosporangium confusum* und dem *Gymnosporangium clavariaeforme* einerseits und dem *Gymnosporangium tremelloides* und dem *Gymnosporangium Sabinae* anderseits (ED. FISCHER, 1904.)

## 22. Gattung. *Pileolaria* Castagne

(Pucciniaceen mit subkutikularen Spermogonien, Uredo-artigen Aecidien und mit einzelligen, abgeplatteten Teleutosporen auf Anacardiaceen; S. 195.)

Die Gattung *Pileolaria* wird von manchen Autoren mit der Gattung *Uromyces* vereinigt; sie unterscheidet sich von ihr durch die subkutikularen (statt subepidermalen) Spermogonien, durch die Uredo-artigen Aecidien und durch ihre charakteristischen, in der Jugend kugeligen, später diskusartig abgeplatteten Teleutosporen; diese besitzen eine farblose, skulptierte Wand und werden von einem langen, fadenförmigen, farblosen Stiele getragen, der an einer nabelartig eingesunkenen Ansatzstelle angeheftet ist.

Die Gattung *Pileolaria* umfaßt weniger als ein Dutzend Arten, die sämtlich auf Anacardiaceen (*Pistacia* und *Rhus*), bei einer andern Fassung des Gattungsbegriffes auch auf *Acacia*-Arten parasitieren. Ihr Hauptverbreitungsgebiet ist Nordamerika bis nach Mexico hinunter. In unserem Gebiet ist sie durch eine einzige Art vertreten, durch *Pileolaria Terebinthi* (DC.) Cast. = *Uromyces Terebinthi* (DC.) Wint., deren Areal von Persien durch Südeuropa bis nach Südtirol und nach Mittelfrankreich (z. B. bis in die Gegend von Lyon) reicht.

### *Pileolaria Terebinthi* (de Candolle) Castagne

Spermogonien und Aecidien nicht bekannt.

Uredolager meist blattunterseits, in kreisförmigen oder unregelmäßigen, 2–6 mm messenden, gelblichen oder braunen Flecken kreisförmig angeordnet und meist sehr dicht stehend und infolgedessen zusammenfließend und dann den ganzen Blattflecken ausfüllend, unregelmäßig, längs der Blattnerven verlängert, früh nackt, zimtfarben. Uredosporen nahezu kugelig, ei- oder birnförmig, am Scheitel leicht (bis auf 6  $\mu$ ) verdickt, mit feinen Warzen dicht besetzt, gelbbraun, 24–44  $\mu$  lang, 16–25  $\mu$  breit; Wand etwa 3,5  $\mu$  dick, mit 4 äquatorialen Keimporen.

Teleutosporen lager auf beiden Blattseiten, doch vorwiegend blattoberseits, unregelmäßig angeordnet, doch häufig zusammenfließend, rund oder länglich, einzeln 1–2 mm im Durchmesser, früh nackt, staubig, schwarzbraun. Teleuto-