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: 4. Gattung : Pucciniastrum Otth

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: 10.12.2025

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

paarkernig. Vom Mai bis in den Spätherbst hinein werden auf den Wedeln von *Cystopteris fragilis* beide Uredosporen-Arten gebildet (DIETEL, 1911), sowohl die dünnwandigen, die sogleich keimen, als die dickwandigen, die vereinzelt auch sogleich keimen, zum größern Teil aber erst im folgenden Jahr. Die Entwicklung der beiden Sporenarten und der Pseudoperidie gestaltet sich gleich wie bei der *Hyalopsora Aspidiotus* (MOSS, 1926).

Teleutosporen treten im Mai und Juni auf und sind sogleich keimfähig. Infektionsversuche von BUBÁK (1904, 1906) auf *Abies pectinata* und *Pinus silvestris* schlugen fehl.

Verbreitungsgebiet: Die gesamte nördliche Erdhälfte, wie bei der vorangehenden Art.

Hyalopsora adianti Capilli-veneris Sydow

Spermogonien und Aecidien unbekannt.

Uredolager auf der Unterseite der Wedel, subepidermal, zerstreut oder in lockern Gruppen auf gelbbraunen Flecken, die zuweilen die ganze Spreite umfassen, rund oder elliptisch, 0,2–0,4 mm im Durchmesser, von der orangegelb verfärbten Epidermis bedeckt. Uredosporen kugelig, ellipsoidisch oder etwas eckig, 20–34 μ lang, 14–25 μ breit. Wand fein warzig, 1–1,8, selten bis 2,4 μ dick, mit 4 äquatorialen Keimporen. Inhalt orangefarben.

Teleutosporenlager meist blattunterseits. Teleutosporen im Innern der Epidermiszellen, durch senkrechte Wände in 2–4 Zellen geteilt, seltener einzellig, 12–20 μ hoch, etwa 25 μ breit, einzellige Sporen 9–13 μ im Durchmesser. Wand gleichmäßig dünn, 1 μ oder weniger, farblos, glatt.

Entwicklungsgang: Unbekannt; Haplont wahrscheinlich auf Nadeln von *Abies*-Arten.

Typuswirt: *Adiantum Capillus veneris* L.

Verbreitungsgebiet: Mittelmeerbecken und Vorderasien (Iran).

Bemerkungen. Die *Hyalopsora adianti Capilli-veneris* nimmt wegen des Fehlens von Amphisporen eine Sonderstellung ein.

Ebenfalls zu achten wäre bei uns auf die bis jetzt nur aus Japan bekannte *Hyalopsora aculeata* Kamei (1932), die von *Blechnum Spicant* (L.) Sm. var. *nipponicum* Miy. et Kudo auf *Abies Mayriana* Miy. et Kudo hinüberwechselt. Sie entbehrt ebenfalls der Amphisporen, besitzt dagegen in den Uredolagern eine kräftig ausgebildete Pseudoperidie.

4. Gattung. **Pucciniastrum** Otth

Pucciniastraceen mit Aecidien auf Coniferen und mit Uredo- und Teleutosporen auf den verschiedenartigsten Phanerogamen. Teleutosporen meist mehrzellig, mit gelblich oder bräunlich gefärbter Wand, interzellular, subepidermal oder im Mesophyll zerstreut; S. 14.)

Die Gattung *Pucciniastrum* hat ihre reichste Entwicklung in Ostasien erfahren und dort eine Reihe endemischer Arten ausgebildet (z. B. HIRATSUKA, 1927). Einige von ihnen dringen ziemlich weit vor und könnten gelegentlich auch in unserem Gebiet auftauchen, so das *Pucciniastrum tiliae* Miyabe auf *Tilia*-Arten, darunter auch *Tilia cordata* Mill., und das *Pucciniastrum coryli* Komarov auf *Corylus*-Arten bis in die Mandschurei, das *Pucciniastrum castaneae* Dietel auf *Castanea*-Arten bis auf die Philippinen.

Mitteleuropa ist im übrigen für diese Gattung nur ein Randgebiet mit einigen wenigen, zufällig versprengten Arten. Wegen der Zusammenhangslosigkeit dieser bei uns vorkommenden Vertreter erübrigt es sich, sie nach Formenkreisen zu ordnen. Wir gliedern sie folgendermaßen:

1. Mündungszellen der Pseudoperidie der Uredolager auf der Außenseite glatt	
Auf Vertretern der Gattung	
Epilobium und Verwandte	*Pucciniastrum epilobii* (Pers.) Otth (S. 41)
Circaea	*Pucciniastrum circaeae* (Schum.) Speg. (S. 46)
1*. Mündungszellen der Pseudoperidie der Uredolager auf der Außenseite ± stachelwarzig	
Auf	
Rosaceen	*Pucciniastrum agrimoniae* (Diet.) Tranzsch. (S. 48)
Ericaceen	*Pucciniastrum pyrolae* (Pers.) Schroet. (S. 50)
Orchideen	*Pucciniastrum goodyerae* (Tranzsch.) Arth. (S. 52)

Pucciniastrum epilobii (Persoon) Otth

Spermogonien auf der Unterseite der Nadeln, der Epidermis aufgesetzt, von der Kutikula bedeckt, flach kegelförmig, 45–210 μ breit, 15–35 μ hoch. Spermatien farblos, etwa 3,5 μ lang, 1,6 μ breit.

Aecidien auf der Unterseite der schwach gelblich verfärbten Nadeln, meist in zwei Reihen, den beiden weißen Streifen entsprechend, mit zylindrischer Pseudoperidie, die bei kaum ¼ mm Durchmesser eine Höhe von 1 mm und darüber erreicht und an der Spitze oder mit seitlichen Längsrissen sich öffnet. Pseudoperidienzellen plattgedrückt, von der Fläche gesehen unregelmäßig polygonal, 25–50 μ hoch, 10–20 μ breit, mit dünner, feinwarziger Wand. Aecidiosporen in Ketten mit deutlich erkennbaren Zwischenzellen, meist oval, auch rundlich und unregelmäßig, 13–21 μ lang, 10–14 μ breit. Wand ungleich dick; dünne Stelle kaum 1 μ dick, außen glatt, bei sehr starker Vergrößerung eine äußerst feine Warzenstruktur zeigend, die ungefähr einen Achtel der Fläche einnimmt und mitunter einen Längsstreifen bildet; dicke Stellen bis 1,5 μ dick oder wenig dicker, durch eine Stäbchenstruktur, die über die Hälfte der Wanddicke einnimmt, außen feinwarzig; Abstand dieser Stäbchen kaum 1 μ.

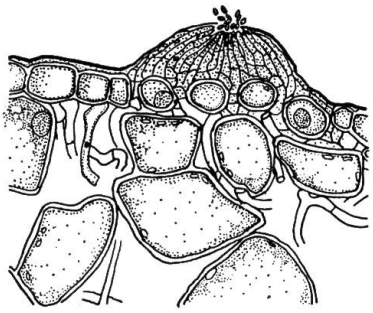

Abb. 30. *Pucciniastrum epilobii* (Pers.) Otth. Spermogonium auf einer Nadel von *Abies balsamea* (L.) Mill. Vergr. 280. (Nach HUNTER, 1927.)

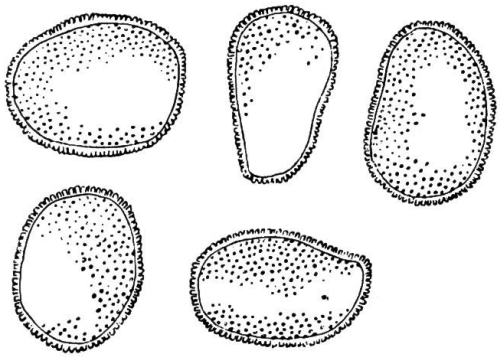

Abb. 31. *Pucciniastrum epilobii* (Pers.) Otth. Aecidiosporen auf *Abies alba* Mill. Vergr. rund 1100. (Nach SAVULESCU, 1953.)

Uredolager auf der Unterseite der Blätter, oben gelbe oder rote Flecken erzeugend, klein, etwa ¼ mm groß, einzeln oder in kleinen Gruppen beisammen, von einer halbkugeligen Pseudoperidie umgeben, die von der emporgehobenen Epidermis bedeckt ist und sich oben in der Mitte mit einem meist rundlichen Loche öffnet. Pseudoperidienzellen im Blattquerschnitt schief viereckig, 10 μ hoch, 8 μ dick, dünnwandig, Wanddicke 1–2 μ, auch die die Öffnung umgebenden Zellen ohne besondere

Struktur. Uredosporen meist oval, manchmal nach dem einen Ende zu etwas spitzer, 14–24 μ lang, 11–17 μ breit. Wand farblos, etwa 1 μ dick, entfernt stachelwarzig, Warzenabstand 2,5–3 μ. Paraphysen fehlen.

Teleutosporenlager auf der Unterseite der Blätter, von der Epidermis bedeckt, trotzdem den Eindruck von Krusten hervorrufend, klein, ¼ mm, aber meist in Gruppen beisammen größere Flächen bedeckend, zuletzt schwarzbraun. Teleutosporen in der Mitte der Lager palisadenartig dicht nebeneinander gebildet, durch gegenseitigen Druck prismatisch und von einer *Melampsora* schwer zu unterscheiden, 17–28 μ hoch, 7–14 μ breit; in den äußeren Teilen der Lager stärker voneinander getrennt, 1–3, seltener 4teilig, besonders häufig 2zellig. Wand hellbraun, dünn (1 μ), am Scheitel zuweilen auf 2–3 μ verdickt und mit einer dünnern Stelle (Keimporus) versehen.

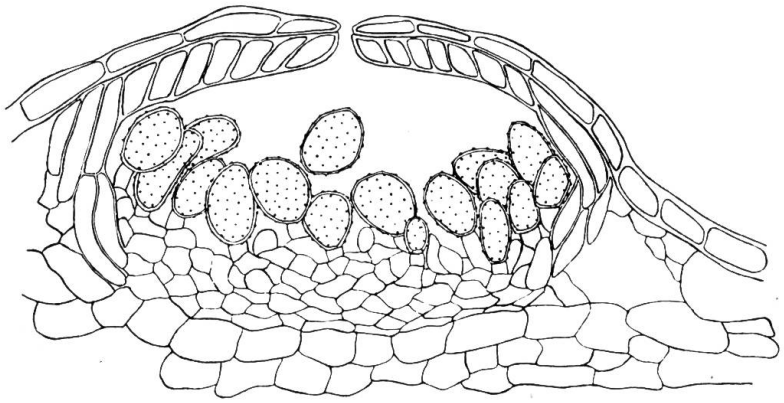

Abb. 32. *Pucciniastrum epilobii* (Pers.) Otth f. sp. *abieti-chamaenerii* Kleb. Schnitt durch ein Uredolager auf *Epilobium angustifolium* L. Vergr. rund 400. (Nach SAVULESCU, 1953.)

Entwicklungsgang: Hetereuform.

Als Wirtspflanzen sind experimentell nachgewiesen

für den Haplonten: Nadeln von *Abies alba* Mill. = *Abies pectinata* DC., *Abies balsamea* (L.) Mill., *Abies cephalonica* Loud., *Abies grandis* Lindl., *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt., *Abies Mayriana* Miy. et Kudo, *Abies Nordmanniana* (Stev.) Lk. und *Abies Pinsapo* Boiss. und ihre var. *glauca*.

Ferner werden als Aecidienwirte beispielsweise *Abies concolor* (Gord.) Engelm. und *Abies sibirica* Ledeb. genannt;

für den Dikaryophyten: *Epilobium adenocaulon* Haussk., *Epilobium alpestre* (Jacq.) Krock. = *Epilobium trigonum* Schrank, *Epilobium alpinum* L. = *Epilobium anagallidifolium* Lam., *Epilobium alsinifolium* Vill. = *Epilobium origanifolium* Lam., *Epilobium amplectens* Benth., *Epilobium angustifolium* L. = *Epilobium spicatum* Lam., *Epilobium collinum* Gmel., *Epilobium Dodonaei* Vill. = *Epilobium rosmarinifolium* Hänke, *Epilobium Duriaei* Gay, *Epilobium Fleischeri* Hochstr., *Epilobium glandulosum* Lehm., *Epilobium hirsutum* L., *Epilobium Lamyi* Schultz, *Epilobium obscurum* Schreb., *Epilobium pallidiflorum* Retz., *Epilobium palustre* L., *Epilobium parviflorum* Schreb., *Epilobium roseum* Schreb., *Epilobium rubescens* Rydb., *Epilobium tetragonum* L. = *Epilobium adnatum* Griseb. = *Epilobium decurrens* Spreng., *Fuchsia splendens* Zucc., *Godetia amoena* G. Don und *Godetia carminea* hort.

Ferner werden in der nördlichen und südlichen gemäßigten Zone zahlreiche andere Oenotheraceen als Wirte genannt, von denen für uns vor allem in Betracht fallen dürften *Epilobium davuricum* Fisch., *Epilobium Hectori* Haussk., *Epilobium Hornemanni* Reich., *Epilobium indicum* Haussk., *Epilobium inodorum* Haussk., *Epilobium latifolium* L., *Epilobium montanum* L. und *Oenothera acaulis* Cav.

Biologie. Das *Pucciniastrum epilobii*, das zuweilen nomenklatorisch unrichtig auch unter dem Namen *Pucciniastrum pustulatum* (Pers.) Diet. bzw. *Pucciniastrum chamaenerii* Rostr. geht, ist über die ganze Welt verbreitet und durch ganz Europa (von Großbritannien und Skandinavien über Frankreich usw. bis nach Italien, Rumänien, Rußland usw.), durch Nordafrika und das östliche Mittelmeergebiet, durch das nördliche und östliche Asien (Sibirien, Kamtschatka, Japan usw.), Neuseeland und durch ganz Nordamerika (von der Ostküste bis Britisch-Columbien und Alaska) nachgewiesen worden.

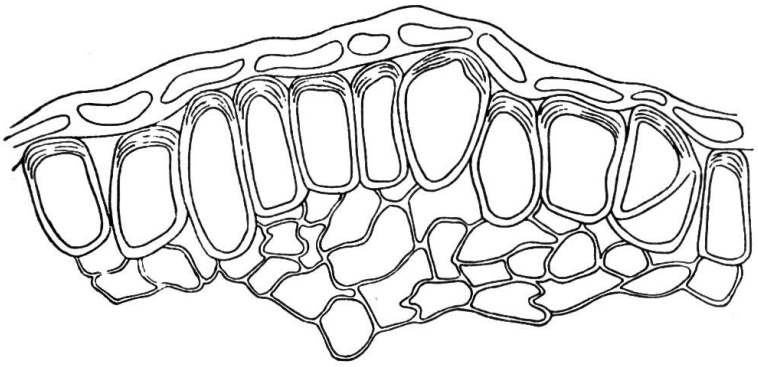

Abb. 33. *Pucciniastrum epilobii* (Pers.) Otth f. sp. *epilobii-chamaenerii* Kleb. Schnitt durch ein Teleutosporenlager auf *Epilobium angustifolium* L. Vergr. rund 650. (Nach Savulescu, 1953.)

Sein Wirtswechsel und seine Spezialisierung wurden durch die Versuche von Klebahn (1899, 1900, 1905, 1912), Ed. Fischer (1900), Tubeuf (1902), Bubák (1906), Fraser (1912), Weir und Hubert (1916, 1917), Mayor (1918, 1922), Hiratsuka (1932), Gäumann (1941) und Wilson und Henderson (1954) klargelegt. Das *Pucciniastrum epilobii* zerfällt vorläufig in zwei biologische Arten, die

f. sp. *abieti-chamaenerii* Klebahn (1899) auf *Epilobium angustifolium* L. und *Epilobium Dodonaei* Vill., nicht übergehend auf *Epilobium hirsutum*, *Epilobium montanum*, *Epilobium palustre*, *Epilobium parviflorum*, *Epilobium roseum*, *Epilobium tetragonum* und *Oenothera biennis*, und die

f. sp. *palustris* Gäumann (1941, 1942) auf *Epilobium adenocaulon* Haussk., *Epilobium alpestre* (Jacq.) Krock., *Epilobium alpinum* L., *Epilobium alsinifolium* Vill., *Epilobium amplectens* Benth., *Epilobium collinum* Gmel., *Epilobium Dodonaei* Vill., *Epilobium Duriaei* Gay, *Epilobium Fleischeri* Hochstr., *Epilobium glandulosum* Lehm., *Epilobium hirsutum* L., *Epilobium Lamyi* Schultz, *Epilobium obscurum* Schreb., *Epilobium pallidiflorum* Retz., *Epilobium palustre* L., *Epilobium parviflorum* Schreb., *Epilobium roseum* Schreb., *Epilobium rubescens* Rydb., *Epilobium tetragonum* L., *Fuchsia splendens* Zucc., *Godetia amoena* G. Don und *Godetia carminea* hort., nicht übergehend auf *Epilobium angustifolium*, *Epilobium microphyllum* Less. et Rich. und *Epilobium montanum*.

Die f. sp. *abieti-chamaenerii* ist demnach scharf auf Vertreter der Untergattung Chamaenerion spezialisiert und geht nicht über auf Arten der Untergattung Lysimachion, wohingegen die f. sp. *palustris* multivor ist und sich weder an die Sektions- noch an die Gattungsgrenzen hält. *Epilobium Dodonaei* ist ein Sammelwirt für beide biologische Arten. Neben diesen zwei muß es mindestens noch eine dritte (wahrscheinlich eng spezialisierte) biologische Art mit *Epilobium montanum* als Hauptwirt geben, da dieser Wirt weder von der f. sp. *abieti-chamaenerii* noch von der f. sp. *palustris* befallen wird.

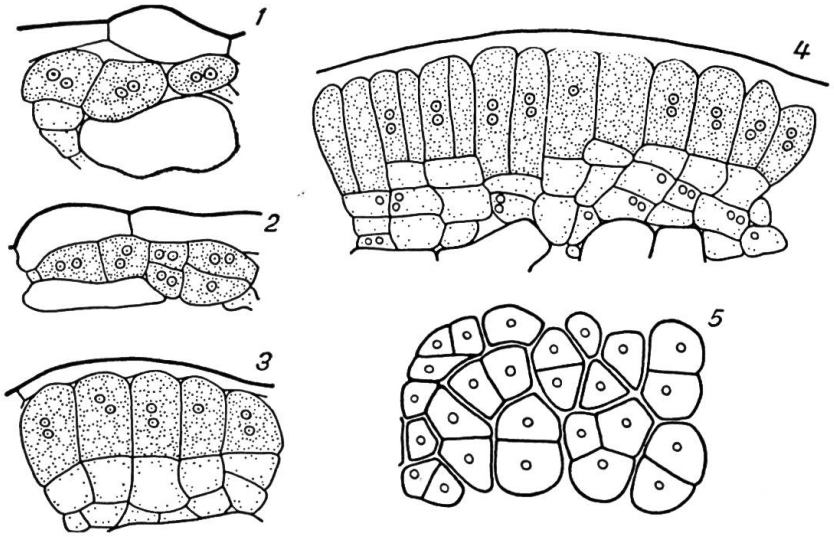

Abb. 34. *Pucciniastrum epilobii* (Pers.) Otth auf *Epilobium angustifolium* L. Entwicklung der Teleutosporen. *1* Paarkernige Primordialzellen unter der Epidermis. *2* Die Primordialzellen beginnen sich durch eine perikline Wand zu teilen. *3* Die Scheitelzelle hat sich gestreckt und bleibt inhaltsreich, während die basale Zelle inhaltsarm geworden ist. *4* Unter den fertilen Zellen (den jungen Teleutosporen) liegt eine etwa dreizellige Schicht von degenerierenden Basalzellen; die jungen Teleutosporen haben begonnen, sich durch senkrechte Wände zu septieren. *5* Horizontaler Schnitt durch ein Teleutosporenlager mit verdickter Teleutosporenwand und scheitelständigem Keimporus. Vergr. 480. (Nach Pady, 1933, aus Gäumann, 1949.)

Endlich lassen die Angaben von Wilson (1924, 1934) aus Schottland noch eine vierte, eng spezialisierte biologische Art vermuten, indem dieser Verfasser mit Material von *Epilobium alpinum* L. nur wieder *Epilobium alpinum* zu infizieren vermochte, nicht aber (wie in den eben genannten Versuchen) *Epilobium angustifolium* L. und *Epilobium montanum* L. und auch nicht (im Gegensatz zur f. sp. *palustris*) *Epilobium alsinifolium* Vill. und *Epilobium obscurum* Schreb.

Die beiden oben genannten formae speciales unterscheiden sich auch in morphologischen Einzelheiten, weshalb die erste von ihnen seinerzeit von Klebahn (1899) als besondere Art, *Pucciniastrum abieti-chamaenerii* Kleb., aufgestellt wurde.

Bei der f. sp. *abieti-chamaenerii* werden die Teleutosporen reichlich gebildet und sind zu größern Krusten vereinigt, die sich, obschon subepidermal entstehend, über die Blattfläche erheben. Wegen dieses reichlichen Anfalles an Teleutosporen ist denn auch der Wirtswechsel des *Pucciniastrum epilobii* erst für das Material auf *Epilobium angustifolium* sichergestellt (in Europa, Nordamerika und Ostasien).

Überdies ist die Wand der Teleutosporen am Scheitel bis auf 2–3 μ verdickt. Endlich ist die Wand der Uredosporen verhältnismäßig kräftig, reichlich 1 μ dick.

Bei der f. sp. *palustris* werden die Teleutosporen spärlich und zudem nur in winzigen, nicht nach außen hervortretenden Lagern gebildet, und ihre Wand ist am Scheitel nicht oder nur sporadisch verdickt. Ferner ist die Uredosporenwand dünner als bei der f. sp. *abieti-chamaenerii*, nämlich nur schwach 1 μ dick.

Auch zytologisch besteht zwischen den zwei Formen ein kleiner Unterschied. Bei der f. sp. *abieti-chamaenerii* auf *Epilobium angustifolium* teilen sich die subepidermalen Teleutosporenprimordien (Abb. 34, *1*) zunächst durch eine perikline Wand in eine obere und eine untere Zelle (Abb. 34, *2*), wobei die obere Zelle ihren Inhalt anreichert, die untere den ihren verliert (Abb. 34, *3*). Diese Abschnürung von inhaltsarm werdenden basalen Zellen kann sich wiederholen, so daß schließlich etwa drei leere Basalzellen unter der inhaltsreichen Primordialschicht liegen (Abb. 34, *4*). Die Primordialzellen bilden sich unmittelbar zu jungen Teleutosporen um, teilen sich unter Umständen ein- bis zweimal senkrecht (Abb. 34, *4*, links außen) und verdicken hernach ihre Wand (Abb. 34, *5*) und insbesondere ihren Scheitel.

Bei der f. sp. *palustris* auf *Epilobium adenocaulon* unterbleibt dagegen die mehrfache Abschnürung von Basalzellen, so daß nur eine einzige (spät) inhaltsarm werdende basale Zellschicht unter der eigentlichen fertilen Primordialschicht liegt (Pady, 1933).

Der Rost auf den Gartenfuchsien, *Fuchsia splendens* Zucc. und den verwandten Arten, wurde lange Zeit für eine besondere Art gehalten, *Coleosporium fuchsiae* Cooke (1885), *Uredo fuchsiae* Arthur et Holway (bei Arthur, 1918, S. 538) und *Pucciniastrum fuchsiae* (Arth. et Holw.) Hiratsuka (1927; z. B. Smith und Rees, 1931). Arthur (1934) vermutete, daß es sich um einen tropischen Pilz handle, der sich in unsern Gewächshäusern zu halten vermöge. Nähere Untersuchung lehrte jedoch, daß nur das *Pucciniastrum epilobii* f. sp. *palustris* vorliegt (Gäumann, 1942). Damit ist auch der Weg zur Bekämpfung des Fuchsienrostes gewiesen. Da dieser auf Fuchsien keine Teleutosporen bildet (weil die infizierten Blätter vorzeitig abfallen) und deshalb seinen Wirtswechsel auf *Abies*-Arten hinüber nicht vollziehen kann, so muß er stets wieder aus dem Freiland von Epilobien und Godetien her in die Gewächshäuser eingeschleppt werden. Man braucht also nur dafür zu sorgen, daß im Bereich der in Frage stehenden Gewächshäuser keine Epilobien als Unkräuter vorkommen und keine kultivierten Godetien gehalten werden; denn von diesen beiden Gattungen geht ja der Rost immer wieder auf die Fuchsien über.

Verbreitungsgebiet: Kosmopolitisch.

Bemerkungen. Nach Ed. Fischer (1904) unterscheiden sich die Aecidien des *Pucciniastrum epilobii* von den sonst sehr ähnlichen Aecidien der *Calyptospora Goeppertiana* durch die glatte Stelle auf der Wand der Aecidiosporen, die ungleiche Dicke der Wand, die an der glatten Stelle stets dünner ist, und durch das Vorhandensein von Spermogonien. Das ebenfalls auf Weißtannennadeln lebende Aecidium der *Melampsorella symphyti* hat größere Sporen, und bei der *Melampsorella caryophyllacearum* findet Hexenbesenbildung statt.

Von Dietel und Eichhorn wird bei Sydow (1942) aus Kärnten auf *Epilobium Dodonaei* Vill. ein *Pucciniastrum epilobii Dodonaei* n. sp. beschrieben, das sich vom *Pucciniastrum epilobii* durch die Ausmaße der Uredosporen (18–30 μ lang, 14–22 μ breit) und vor allem der Teleutosporen (25, meist 35–50 μ hoch, 14–22 μ breit), ferner durch die Art seines Auftretens («die Blätter sind auf beiden Seiten mehr oder weniger vollständig von Uredolagern und vermutlich noch mehr in späterer Jahreszeit von Teleutolagern bedeckt. Von weitem sieht die erkrankte Pflanze aus wie ein gelber Besen, der vermutlich im Herbst schwarzbraun erscheinen wird») unterscheidet. Die letztere Verschiedenheit kann, wie die Verfasser hervor-

heben, durch die Art der Verteilung der Spaltöffnungen mitbedingt sein; sie finden sich nämlich bei *Epilobium angustifolium* ausschließlich auf der Blattunterseite, bei *Epilobium Dodonaei* dagegen gleichmäßig auf beide Blattseiten verteilt. Da unsere f. sp. *palustris* auch auf *Epilobium Dodonaei* übergeht, würde dieser Wirt zwei verschiedene, nahe verwandte *Pucciniastrum*-Arten beherbergen; es wäre deshalb wertvoll, wenn die Selbständigkeit des *Pucciniastrum epilobii Dodonaei* durch Infektionsversuche sichergestellt werden könnte.

Pucciniastrum circaeae (Schumacher) Spegazzini

Spermogonien sowohl auf der Ober- als auf der Unterseite der Nadeln, makroskopisch betrachtet honiggelb, der Epidermisaußenwand aufsitzend und anfänglich von der Kutikula bedeckt, die sie später sprengen; Durchmesser 100–130 μ, Höhe etwa 25–35 μ, also meistens etwas niedriger als bei der *Thecopsora sparsa*.

Aecidien vom Typus des *Aecidium columnare* und insbesondere denen des *Pucciniastrum epilobii* sehr ähnlich sehend: wie bei *Thecopsora sparsa* als kleine Säulchen aus der Nadel hervorragend, und zwar an der Unterseite meist in zwei Reihen, entsprechend den beiden weißlichen Längsstreifen, an der Oberseite dagegen nur vereinzelt auftretend; Höhe bis etwa 1 mm, Durchmesser etwa ¼ mm; mitunter nehmen sie auch eine fast keulenförmig nach oben verdickte Gestalt an. Die Farbe dieser Säulchen ist, solange sie Sporen einschließen, fleischfarben, später durchscheinend weiß. Das Aufreißen der Pseudoperidie scheint nicht durch Ablösen eines Deckelchens, sondern durch unregelmäßiges Zerreißen vor sich zu gehen. Der Bau der Pseudoperidie ist ähnlich wie bei der *Thecopsora sparsa:* von der Fläche gesehen, stehen die Zellen in mehr oder weniger deutlichen Längsreihen; in ihren Längen- und Breitenmaßen scheinen sie an verschiedenen Stellen recht ungleich zu sein, bald breiter und kürzer, bald schmäler und länger. Von der Innenseite betrachtet, ist ihr oberes Ende, das über die nächstfolgende Zelle übergreift, oft unregelmäßig ausgebildet, in zwei zuweilen ungleiche Lappen ausgebuchtet. Die Innenwand scheint verdickt zu sein; die Außenwand ist dagegen sehr dünn. Von der Fläche gesehen, scheinen die Pseudoperidienzellen fein punktiert zu sein, wohl als Ausdruck der Stäbchenstruktur der Innenwand. Aecidiosporen gerundet polyedrisch, isodiametrisch bis stark verlängert, 14–32 μ lang, 11–21 μ breit, also wesentlich kleiner als bei der *Thecopsora sparsa*. Wand farblos, bis 2 μ dick; sie zeigt Stäbchenstruktur und kleine, dichtstehende Warzen. An einer Stelle, die oft einen Längsstreifen darstellt, ist die Wand jedoch dünner und glatt.

Uredolager auf der Unterseite der Blätter, auf großen, blassen, oft die ganze Blattfläche oder einen großen Teil derselben einnehmenden Flecken, ziemlich gleichmäßig verteilt, mitunter auch an den Stengeln bis zu deren Grund, klein, 0,1–0,2 mm, blaßgelb, etwas hervorragend. Pseudoperidie halbkugelig, oben mit Öffnung, gegen welche die Pseudoperidienzellen mehr oder weniger radial konvergierend angeordnet sind, von der Epidermis bedeckt; Zellen ohne besondere Struktur, 10–15 μ hoch, 7–9 μ breit. Uredosporen mehr oder weniger oval, 18–24 μ lang, 12–14 μ breit. Wand farblos, dünn (1 μ), entfernt feinwarzig, Warzenabstand 2–2,5 μ.

Teleutosporen einzeln oder in sehr kleinen Gruppen, die von bloßem Auge und auch mit der Lupe kaum sichtbar sind, in den Interzellularräumen des Mesophylls unter der untern Epidermis, mitunter auch etwas tiefer im Gewebe, die einzelnen Gruppen meist durch die dazwischenliegenden Zellen voneinander getrennt, mitunter aber auch unter Zusammendrückung dieser Zellen zusammenflie-

ßend, gelblich. Sporen von der Fläche der Epidermis gesehen rundlich und durch zwei gekreuzte Wände vierzellig, mit 20–28 μ Durchmesser, oder oval, 15–25 μ lang, 12–20 μ breit, durch eine Querwand zweiteilig; einzellige und dreizellige Teleutosporen sind seltener. Im Blattquerschnitt erscheinen die Teleutosporen meist oval, mit der längern Achse in der Flächenrichtung des Blattes, also mehr breit als hoch, und durch eine Querwand geteilt; die Höhe, senkrecht zur Blattfläche, beträgt 16–21 μ. Wand blaß gelblich, bis 2 μ dick.

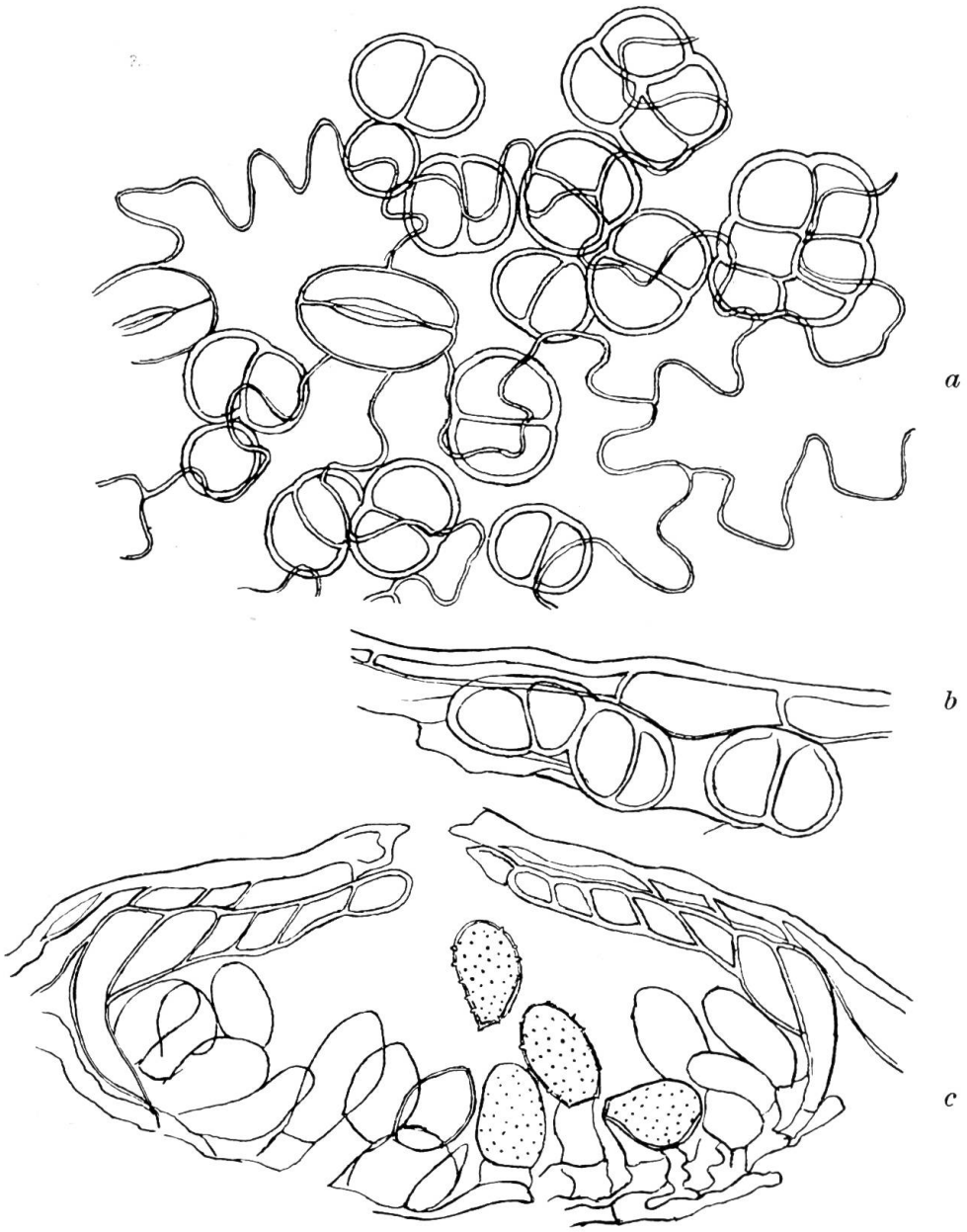

Abb. 35. *Pucciniastrum circaeae* (Schum.) Speg. *a* Teleutosporen, von der Epidermisfläche gesehen, *b* im Querschnitt durch das Blatt, *c* Uredolager. Vergr. 620. (Nach Ed. Fischer, 1904.)

Entwicklungsgang: Hetereuform.

Als Wirtspflanzen sind experimentell nachgewiesen worden
für den Haplonten: Nadeln von *Abies alba* Mill.
für den Dikaryophyten: *Circaea lutetiana* L. Ferner werden als Wirtspflanzen beispielsweise angegeben (ohne den experimentellen Nachweis der biologischen Identität): *Circaea alpina* L., *Circaea intermedia* Ehrh. und *Circaea Pricei* Hay.

Biologie. Nachdem BUBÁK (1906) mit Nadeln von *Picea excelsa*, *Abies alba* und *Pinus silvestris* und KLEBAHN (1907) mit Nadeln von *Picea excelsa*, *Abies alba* und *Larix decidua* negative Ergebnisse erhalten hatten, gelang ED. FISCHER (1917) der Nachweis, daß die Basidiosporen von *Circaea lutetiana* die ganz jungen Triebe von *Abies alba*, dagegen nicht *Picea excesa*, *Larix decidua*, *Pinus silvestris* und *Aruncus silvester* zu infizieren vermögen. Die Ursache des Fehlschlagens der Versuche von BUBÁK und KLEBAHN liegt offenbar im zu hohen Alter der von ihnen verwendeten Nadeln.

Verbreitungsgebiet: Ganz Eurasien, von Großbritannien, Frankreich und Norwegen durch Rußland, Sibirien usw. bis nach Japan; dagegen scheint der Pilz in Nordamerika zu fehlen.

Pucciniastrum agrimoniae (de Candolle) Tranzschel

Spermogonien und Aecidien unbekannt.

Uredolager klein, kaum ½ mm groß, pustelförmig, in großer Zahl auf der Blattunterseite, von der Epidermis bedeckt und von einer Pseudoperidie umgeben, welche sich durch einen scheitelständigen Porus öffnet. Pseudoperidienzellen klein, unregelmäßig polygonal, 7–18 μ im Durchmesser, mit dünnen, 1,5–2 μ dicken, glatten Wänden. Mündungszellen unregelmäßig vorgewölbt und oft über den Rand der Mündung vorgezogen, 20–25 μ hoch, mit 2,5–5 μ dicken Wänden, die

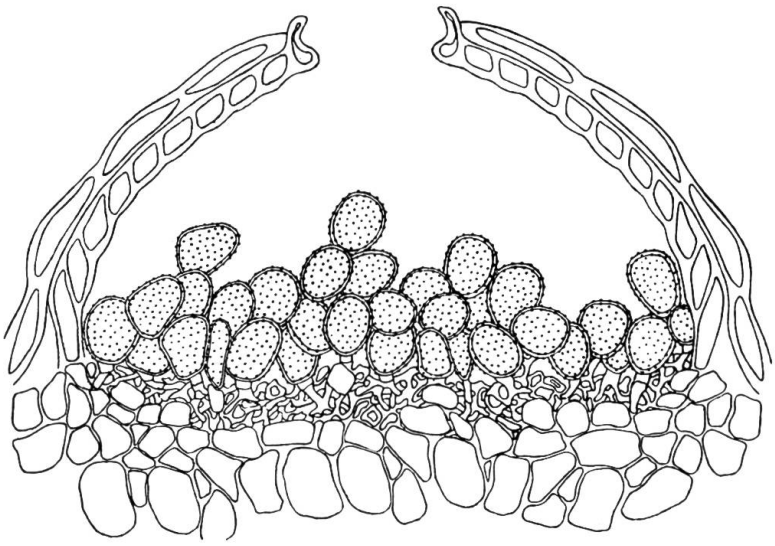

Abb. 36. *Pucciniastrum agrimoniae* (DC.) Tranzsch. Schnitt durch ein Uredolager auf *Agrimonia Eupatoria* L. Vergr. rund 225. (Nach SAVULESCU, 1953.)

auf der Außenseite fein stachelig oder zuweilen nahezu glatt sind. Uredosporen kurz ellipsoidisch, 15–25 μ lang, 13–20 μ breit. Wand etwa 1,5 μ dick, mit etwa 2 μ voneinander entfernten Stachelwarzen besetzt.

Teleutosporenlager in der Umgebung der Uredolager, kleine, rotbraune, wenig auffallende Krusten bildend. Teleutosporen interzellular, unter der Epidermis, in der Regel durch Scheidewände geteilt, häufig durch zwei gekreuzte Längswände 4zellig, aber auch 2-, 3- und mehr als 4zellig, die einzelnen rundlichen Zellenpakete 20–25 μ hoch, 15–25 μ im Durchmesser, teils frei, teils zu kleinen und diese zu größern Gruppen gehäuft, aber stets durch Lücken mehr oder weniger unterbrochen, nie völlig zusammenhängende Krusten bildend. Wand blaß bräunlichgelb, etwa 2 μ dick, nach oben zu nicht verdickt, ohne bemerkbaren Keimporus.

Entwicklungsgang: Unbekannt; Haplont wahrscheinlich auf *Abies*-Arten.

Typuswirt: *Agrimonia Eupatoria* L. Ferner werden als Wirte z.B. *Agrimonia leucantha* Kze., *Agrimonia odorata* (Gouan) Mill., *Agrimonia parviflora* Sol. = *Agrimonia polyphylla* Tub., *Agrimonia pilosa* Led. = *Agrimonia japonica* Koidz. und *Agrimonia repens* L. genannt.

Biologie. Obschon Teleutosporen im Frühwinter fast regelmäßig gebildet werden, ist der Entwicklungsgang dieses Pilzes, wohl wegen seines sporadischen Auftretens, noch nicht untersucht worden. Die Uredosporen vermögen, wie Klebahn (1908) und Fraser (1912) zeigten, im Klima der nördlichen gemäßigten Zone ihre Keimfähigkeit den Winter über zu behalten; möglicherweise perenniert auch das Myzel selbst im Wurzelstock; so fand Fraser in Canada infizierte *Agrimonia*-Blätter zu einer Zeit, da sich die jungen Coniferennadeln noch nicht entwickelt hatten.

Verbreitungsgebiet: Kosmopolitisch, nämlich ganz Europa (von Großbritannien bis Rußland), ganz Asien (Sibirien bis Mandschurei und Sachalin, Indien, Japan), ganz Afrika (Nordafrika, Kanarische Inseln usw. bis Südafrika, Kap der Guten Hoffnung und Transvaal) und ganz Nordamerika bis nach Südamerika (Brasilien).

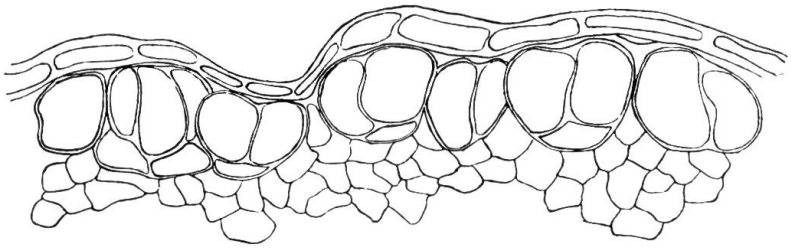

Abb. 37. *Pucciniastrum agrimoniae* (DC.) Tranzsch. Schnitt durch ein Teleutosporenlager auf *Agrimonia Eupatoria* L. Vergr. rund 400. (Nach Savulescu, 1953.)

Bemerkungen. Zwei weitere Rosaceen bewohnende *Pucciniastrum*-Arten sind zirkumpolar und könnten auch in unserem Gebiet gefunden werden, nämlich das *Pucciniastrum arcticum* (Lagerh.) Tranzschel auf *Rubus*-Arten, so auf *Rubus arcticus* L., *Rubus Chamaemorus* L. und *Rubus saxatilis* L., hinüberwechselnd auf Nadeln von *Picea canadensis* (Mill.) B.S.P. (Darker, 1929), und das *Pucciniastrum potentillae* Komarov auf *Potentilla*-Arten (Entwicklungsgang unbekannt). Endlich wäre bei uns auch auf das nordamerikanische *Pucciniastrum americanum* (Farlow) Arthur auf *Rubus*-Arten, darunter solchen der *Idaeus*-Gruppe, zu achten; es wechselt ebenfalls auf Nadeln von *Picea canadensis* hinüber (Darker, 1929).

Pucciniastrum pyrolae (Persoon) Schroeter

Spermogonien und Aecidien unbekannt.

Uredolager kleine, orangefarbene Pusteln bildend, die auf der Blattunterseite zu kleinen Gruppen auf gelblich verfärbten Flecken vereinigt sind, von einer Pseudoperidie, die sich mit einem Porus öffnet und teilweise von der Epidermis bedeckt bleibt, überwölbt. Pseudoperidie in der Umgebung der Mündung am dicksten; ihre Zellen haben hier auf der Innenseite eine sehr stark verdickte Wand; auf der Außenseite sind diejenigen Zellen, welche die Mündung umgeben, mit Stachelwarzen bedeckt. Uredosporen lang ellipsoidisch bis keulenförmig, 28–32 μ lang, 14–16 μ breit. Wand reichlich 2,5 μ dick, mit feinen, etwa 2 μ voneinander entfernten Stachelwarzen besetzt, die an dem einen Ende der Sporen kräftiger entwickelt zu sein scheinen als an den übrigen Stellen. Warzen nur in der äußersten Schicht, wie aufgesetzt erscheinend, Wand im übrigen homogen. Keimporen sind nicht sichtbar.

Teleutosporenlager blattunterseits, subepidermal, unauffällig, flach, eine ebene Schicht von seitlich vereinigten Zellen bildend. Teleutosporen länglich oder säulenförmig, 24–28 μ lang, 10–12 μ breit. Wand gleichmäßig dick, etwa 1 μ, farblos.

Entwicklungsgang: Unbekannt; Haplont wahrscheinlich auf Nadeln von *Abies*-Arten.

Typuswirt: *Pyrola secunda* L. = *Ramischia secunda* Garcke. Ferner werden als Wirtspflanzen beispielsweise *Pyrola asarifolia* Michx., *Pyrola chlorantha* Sw., *Pyrola corymbosa* Pursh., *Pyrola elliptica* Nutt., *Pyrola grandiflora* Rad., *Pyrola media* Sw., *Pyrola minor* L., *Pyrola picta* Sm., *Pyrola rotundifolia* L., *Pyrola uniflora* L. und *Chimaphila umbellata* (L.) DC. = *Pyrola umbellata* L. genannt.

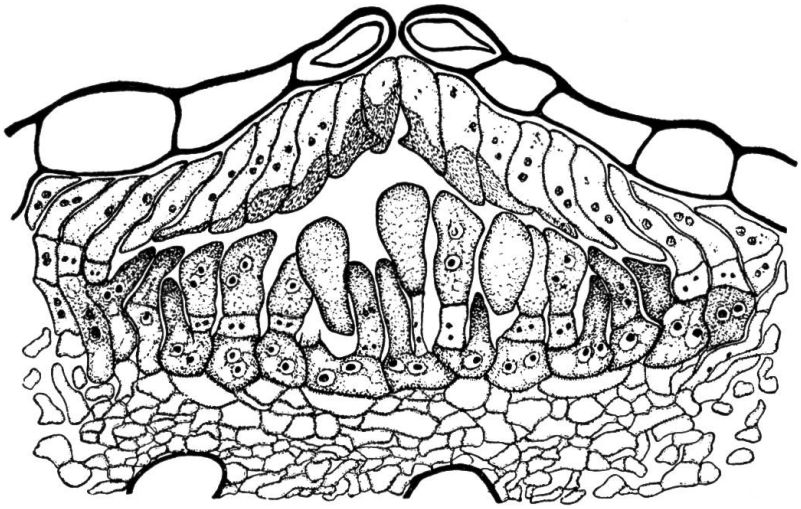

Abb. 38. *Pucciniastrum pyrolae* (Pers.) Schroet. auf *Pyrola elliptica* Nutt. Längsschnitt durch ein junges Uredolager, die Entstehung der Pseudoperidie und die Art der Ausbildung der Uredosporen zeigend. Vergr. 600. (Nach Moss, 1926.)

Biologie. Das Uredomyzel überwintert nach Treboux (1914) und Weir und Hubert (1918) in den immergrünen Blättern ihres Wirtes und propagiert dadurch den Pilz von einem Jahr zum andern.

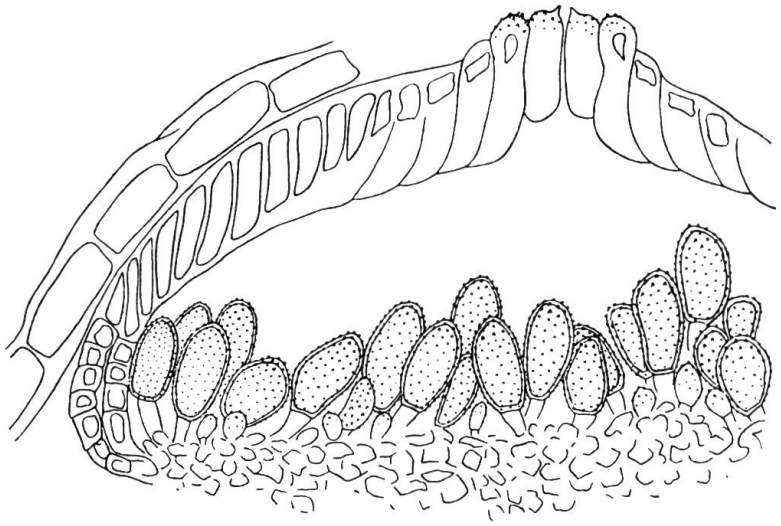

Abb. 39. *Pucciniastrum pyrolae* (Pers.) Schroet. Schnitt durch ein reifes Uredolager auf *Pyrola minor* L. Vergr. rund 330. (Nach SAVULESCU, 1953.)

Die Entwicklung der Uredolager erfolgt bei *Pucciniastrum pyrolae* und in der Gattung *Pucciniastrum* überhaupt in gleicher Weise wie bei den drei vorangehenden Gattungen (DODGE, 1923; KURSSANOV, 1923; MOSS, 1926). In den jungen Anlagen richten sich die Hyphen senkrecht empor; ihre Endzelle gliedert sich in eine Scheitelzelle und eine Zwischenzelle; die Scheitelzellen verkleben seitlich zur Pseudoperidie und verlieren infolge der Auflösung der Zwischenzellen ihren Zusammenhang mit dem unter ihnen liegenden Uredolager.

Die subapikale Zelle wird zur sporogenen Zelle, die durch seitliche Ausknospung stets neue Sporenmutterzellen entstehen läßt, die sich ihrerseits in eine Uredospore und eine Zwischenzelle gliedern, welch letztere als «Stielzelle» eine vorübergehende Bedeutung besitzt. Bei *Pucciniastrum pyrolae* ist die Pseudoperidie stark verdickt, wobei die Anlagerung vom untern Ende her erfolgt und vom Rand des Lagers gegen die Mündung hin an Dicke stark zunimmt.

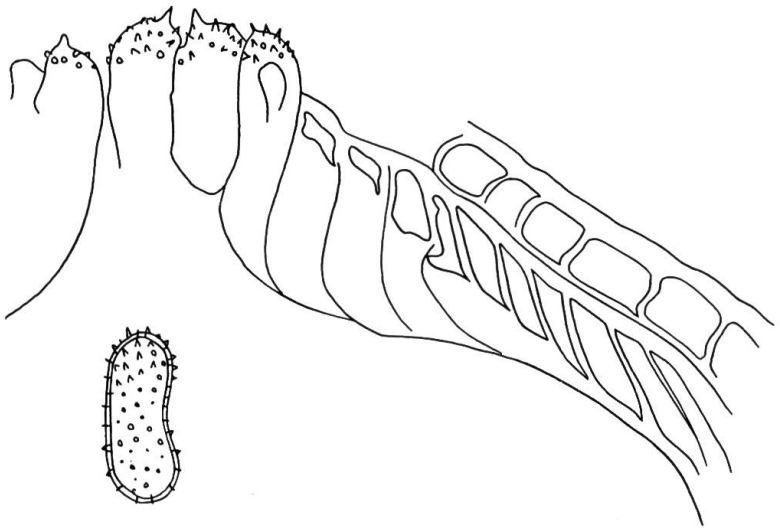

Abb. 40. *Pucciniastrum pyrolae* (Pers.) Schroet. Uredospore und Schnitt durch die Pseudoperidie eines reifen Uredolagers auf *Pyrola uniflora* L. Vergr. 620. (Nach ED. FISCHER, 1904.)

Verbreitungsgebiet: Die gesamte nördliche Halbkugel, von Nordamerika über Grönland durch ganz Eurasien bis nach Ostsibirien und Japan.

Bemerkungen. Über die morphologischen Unterschiede der Uredo gegenüber der *Chrysomyxa pyrolatum* siehe diese.

Die Bezeichnung *Pucciniastrum pyrolae* geht auf das *Aecidium pyrolae* zurück, das PERSOON bei C. CHR. GMELIN, «Systema naturae», *2*, 1791, S. 1473 (infolge eines Druckfehlers als *Aecidium pynolae*), beschrieben hat: «Aecidium sparsum depressum luteum, seminibus concoloribus; ... cortice distincto orbata, seminibus sub epidermide effusis.» Das Originalmaterial des *Aecidium pyrolae* Persoon und der *Uredo pyrolae* Persoon im Rijksherbarium in Leiden enthält nach der Bestimmung von Herrn Kollegen WALO KOCH *Pyrola chlorantha* und *Pyrola secunda*. Nun wurde aber, wie mir Herr Kollege CH. BAEHNI in Genf mitteilte, *Pyrola chlorantha* Sw. erst 1810 beschrieben; sie war also für PERSOON noch nicht spezifisch von der *Pyrola secunda* getrennt; infolgedessen muß *Pyrola secunda* als der Typuswirt des *Pucciniastrum pyrolae* gelten.

Pucciniastrum goodyerae (Tranzschel) Arthur

Spermogonien und Aecidien unbekannt.

Uredolager auf beiden Blattseiten, zerstreut oder zu kleinen Gruppen vereinigt, subepidermal, rund, sehr klein, 0,1–0,4 mm im Durchmesser, orangegelb, später hellgelb in der Farbe, lange von der Epidermis bedeckt. Pseudoperidie halbkugelig, durch einen apikalen Porus sich öffnend. Pseudoperidienzellen klein, isodiametrisch bis unregelmäßig polygonal, 7–15 μ im Durchmesser, die seitlichen radial verlängert; Wände dünn, glatt, farblos oder sehr leicht gelblich; Mündungszellen ziemlich groß, 32–42 μ hoch, auf der Außenseite fein stachelig. Uredosporen eiförmig, länglich oder länglich-keulenförmig, 23–34 μ lang, 16–21 μ breit. Wand fein stachelig, gleichmäßig dick, etwa 1,5–2 μ, farblos. Inhalt blaßgelb.

Teleutosporen unbekannt.

Entwicklungsgang: Unbekannt; Haplont wahrscheinlich auf Nadeln von *Abies*-Arten.

Typuswirt: *Goodyera repens* R. Br. Ferner werden z. B. *Goodyera decipiens* Hubb., *Goodyera Maximowicziana* Mak. und *Goodyera Menziesii* Lindl. als Wirte genannt.

Verbreitungsgebiet: Das *Pucciniastrum goodyerae* wurde sporadisch durch die ganze nördliche Erdhälfte gefunden, insbesondere durch ganz Europa und Nordamerika.

Bemerkungen. Obschon Teleutosporen noch nicht bekannt sind, hat ARTHUR (1907) die *Uredo goodyerae* Tranzschel wegen des Charakters ihrer Uredolager vorläufig in die Gattung *Pucciniastrum* gestellt, wo sie bis zum endgültigen Entscheid eine Heimstätte finden mag.

5. Gattung. **Thekopsora** Magnus

(Pucciniastraceen mit Aecidien auf den Zapfenschuppen oder den Nadeln von Coniferen und mit Uredosporen und mehrzelligen, mit einer gelblich oder bräunlich gefärbten Wand versehenen Teleutosporen im Innern der Epidermiszellen verschiedener Dikotylen; S. 14.)

Sämtliche bis jetzt vollständig bekannten *Thekopsora*-Arten bilden ihren Haplonten auf Coniferen, ihren Dikaryophyten auf Dikotylen. Nach der systematischen Zugehörigkeit dieser Dikotylenwirte lassen sich in unserem Gebiet drei Formenkreise unterscheiden: Dikaryophyt auf