

Studien zur Biologie von *Gymnosporangium juniperinum*.

Von

Ed. Fischer.

Mit 8 Textfiguren.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Kurze Zeit nachdem de Bary an *Puccinia graminis* den einwandfreien Nachweis der Heteroecie bei den Uredineen erbracht hatte, wurde durch Oersted im Jahre 1866 auch für mehrere Arten von *Gymnosporangium* das Vorhandensein eines Wirtswechsels wissenschaftlich begründet. In den seit jenem Zeitpunkte verfloßenen 43 Jahren ist *Gymnosporangium* Gegenstand außerordentlich zahlreicher Untersuchungen gewesen, und es kann wohl gesagt werden, daß heute dieses Genus zu den in biologischer Hinsicht am Besten durchgearbeiteten Uredineen gehört. Man sollte daher denken, daß wir uns auf ausgetretenen Pfaden bewegen, wenn wir im Folgenden über die Biologie von *Gymnosporangium* noch eine weitere Untersuchung bringen. Allein diese zeigt uns im Gegenteil, daß wir nicht einmal über die allerverbreitetste mitteleuropäische Art völlig aufgeklärt sind: In den systematischen Bearbeitungen findet man nämlich für *Gymnosporangium juniperinum* neben *Sorbus aucuparia* auch *Amelanchier ovalis* (Syn. *A. vulgaris*, *Aronia rotundifolia*) als Aecidien- (*Rocstelia*-) Wirt angegeben. Wir werden nun zeigen, daß diese beiden Aecidien nicht zum gleichen *Gymnosporangium* gehören, daß es sich hier vielmehr um zwei verschiedene Arten handelt, die, wenn man sich so ausdrücken darf, auf der Grenze zwischen biologischen und morphologischen Spezies stehen¹⁾.

¹⁾ Die Hauptresultate dieser Untersuchung wurden bereits 1907 in der botan. Sektion der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft vorgetragen (Ed. Fischer 2), sind aber seither nach vielen Seiten hin ergänzt und erweitert worden.

Obwohl dieses Ergebnis sich auf einen sehr kleinen Detailpunkt bezieht, so glauben wir doch, daß die ausführliche Beschreibung des Weges, auf dem dasselbe gewonnen wurde, bei den Lesern Interesse finden kann, da wir auf diese Weise die Methoden einer solchen Spezialisationsuntersuchung darlegen können, bei welcher die Beobachtung im Freien mit dem Experiment und das Experiment mit der morphologischen Vergleichung Hand in Hand geht. Eine solche Darstellung ist um so eher gerechtfertigt, als sich auch in neuerer Zeit immer wieder Stimmen erheben, welche die Berechtigung des Experimentes für die Unterscheidung von »petites espèces« bezweifeln. Das vorliegende Beispiel ist gerade deshalb interessant, weil es zu denjenigen gehört, bei welchen die auf experimentellem Wege festgestellte Verschiedenheit zweier Formen durch das Auffinden kleiner Unterschiede in den Teleutosporen bestätigt wird.

I.

Dem Südostfuße des Schweizer Jura entlang zieht sich in reicher und schöner Entwicklung, freilich vielfach unterbrochen und durch die Kultur eingeschränkt, ein Streifen jener xerophilen Vegetationsformation hin, die von den Pflanzengeographen als Felsenheide bezeichnet wird. Für das Ufergelände des Bieler Sees hat E. Baumberger (1) ein sehr anziehendes Bild dieser Pflanzengesellschaft entworfen. Unter den Lokalitäten, die er eingehend schildert, befindet sich unter anderen auch die Umgebung des sogenannten Kapf bei Twann mit der Trämelfluh. Auf dem Rücken der letzteren finden wir eine trockene Weide mit Gruppen von Sträuchern oder kleineren Bäumen: *Juniperus communis*, *Prunus Mahaleb*, *Ligustrum vulgare*, *Corylus Avellana*, *Cotoneaster vulgaris*, *Prunus spinosa*, *Aemilanchier ovalis*, *Quercus sessiliflora*, *Sorbus Aria*, *Crataegus oxyacantha* sind die hauptsächlichsten Arten; dazu kommen noch *Berberis vulgaris*, *Viburnum Lantana*, *Pirus acerba*.

Bei einem Besuche dieser Stelle am 9. Mai 1906 waren auf den Zweigen von *Juniperus communis* in prächtiger Ausbildung die gallertigen Teleutosporenlager eines *Gymnosporangium* entwickelt. Ich hielt dieselben wegen ihrer muschelförmigen

Gestalt und weil *Sorbus Aria* in der Nähe ziemlich häufig auftritt, auf den ersten Blick für *G. tremelloides*. In dieser Erwartung leitete ich Tags darauf eine Reihe von Infektionsversuchen ein, bei denen als Versuchspflanzen kleine Topfexemplare von *Sorbus Aria*, *S. aucuparia*, *S. scandica*¹⁾ und *S. hybrida*¹⁾ zur Verwendung kamen. Außerdem wurde Teleutosporengallerte auch auf junge Blätter von Apfelbäumen, die im Freien stehen, aufgelegt. Zu meinem Erstaunen blieb jedoch, trotzdem sich das Sporenmateriale in gutem Zustande befand und in den meisten Versuchen auch reichliche Basidiosporen abwarf, jedweder positiver Infektionserfolg aus, auch auf *Sorbus Aria*. — Dasselbe war der Fall in einem weiteren Versuche, der am 15. Mai mit Teleutosporen von gleicher Herkunft auf *Sorbus Aria*, *S. hybrida* (?) und *S. aucuparia* ausgeführt wurde. Es konnte sich somit nicht um *Gymnosporangium tremelloides* handeln, aber auch nicht um das auf *S. aucuparia* übergehende *G. juniperinum*. Da nun auf der Trämelfluh *Amelanchier ovalis* sehr häufig auftritt, so lag es nahe zu vermuten, es sei dieser der Aecidienwirt unseres *Gymnosporangium*, eine Annahme, die dadurch noch an Wahrscheinlichkeit gewann, daß Herr Dr. E. Baumberger in der Gegend von Twann die *Roestelia* auf dieser Pflanze gesammelt hatte. Wenn dem aber so ist, so mußte dies zur weiteren Konsequenz führen, daß die Roestelien auf *Amelanchier ovalis* und *Sorbus aucuparia* nicht, wie bisher angenommen wurde, identisch sind, sondern zwei verschiedenen *Gymnosporangien* angehören.

Zur Lösung dieser Frage unternahm ich im folgenden Frühjahr 1907 weitere Versuche:

Versuchsreihe I.

Diese Versuchsreihe wurde am 29. Mai 1907 eingeleitet mit Teleutosporenlagern, die ich an demselben Tage auf der Trämelfluh bei Twann gesammelt hatte. Ich befestigte diese Gallert-

¹⁾ Ich erhielt die betreffenden Pflanzen unter diesem Namen, aber da sie noch jung sind, so ist die Bestimmung, namentlich für *S. hybrida*, nicht ganz zuverlässig. Die Blätter der unter dem Namen *S. hybrida* und *scandica* erhaltenen Pflanzen sind so übereinstimmend, daß es sich kaum um zweierlei Arten handelt. Wir werden daher im Folgenden diese beiden Arten überall mit einem ? versehen.

massen, nachdem sie in Wasser zum Quellen gebracht worden waren, in der Weise über den Versuchspflanzen, daß die abfallenden Basidiosporen so viel wie möglich auf junge Blätter gelangen mußten. Als Versuchspflanzen fanden folgende Arten, sämtlich in jüngeren Topfexemplaren, Verwendung:

{	No. 1 <i>Amelanchier ovalis</i>	{	No. 12 <i>Sorbus Aria</i>
	No. 2 <i>Sorbus aucuparia</i>		No. 13 <i>Sorbus aucuparia</i>
	No. 3 <i>Amelanchier spec.</i> ¹⁾		No. 14 <i>Amelanchier ovalis</i>
	No. 4 <i>Sorbus aucuparia</i>		No. 15 <i>Amelanchier spec.</i> ¹⁾
{	No. 5 <i>Amelanchier spec.</i> ¹⁾	{	No. 16 <i>Sorbus aucuparia</i>
	No. 6 <i>Sorbus aucuparia</i>		No. 17 <i>Amelanchier ovalis</i>
{	No. 7 <i>Sorbus Aria chrysophylla</i>	{	No. 18 <i>Sorbus aucuparia</i>
	No. 8 <i>Amelanchier ovalis</i>		No. 19 <i>Amelanchier Botryapium</i>
	No. 9 <i>Amelanchier Botryapium</i>		No. 20 <i>Sorbus hybrida?</i>
	No. 10 <i>Sorbus aucuparia</i>		No. 21 <i>Sorbus torminalis.</i>
{	No. 11 <i>Amelanchier spec.</i> ¹⁾		

Bei den Versuchspflanzen, deren Namen durch eine Klammer zusammengefaßt sind, wurde für die Infektion jeweils Teleutosporengallerte von ein- und demselben befallenen Zweigstücke verwendet; und von den Teleutosporenlagern einer solchen Zweigstrecke ist anzunehmen, daß sie aus ein- und derselben Infektion des *Juni-perus* und vermutlich aus einer *Aecidiospore* hervorgegangen sind.

Das Ergebnis dieser Reihe war folgendes:

Versuch No. 1 (*Amelanchier ovalis*) zeigt am 6. Juni an mehreren Blättern gelblich verfärbte Stellen; am 7. Juni finde ich solche an wenigstens 7 Blättern; am 8. Juni sind auf 5 dieser Blätter deutlich entwickelte Pykniden sichtbar. Zwei Tage später lassen sich an der keineswegs großen Pflanze nicht weniger als 18 Blätter zählen, welche Pykniden oder wenigstens gelbe Flecke erkennen lassen, und am 20. Juni bemerkt man sogar auf 22 Blättern Pykniden. Später beginnen die am stärksten befallenen Blätter abzusterben und dies greift so sehr um sich, daß schließlich alle infizierten Blätter zu Grunde gehen ohne es zur *Aecidienbildung* gebracht zu haben.

Versuch No. 8 (*Amelanchier ovalis*). Am 7. Juni erkennt man an 1—2 Blättern gelbliche Verfärbungen, am 8. Juni sind auf einem dieser Blätter, allerdings noch nicht deutlich entwickelt, Pykniden zu bemerken; auch am 10. Juni kann kein starker

¹⁾ Diese Pflanzen waren mir als *A. ovalis* geliefert worden. Allein das negative Versuchsergebnis auf denselben zeigte, daß es sich nicht um diese Art handeln kann, was dann auch durch das spätere Aussehen ihrer Blätter und Blüten bestätigt wurde. Eine nähere Bestimmung habe ich nicht vorgenommen.

Fortschritt konstatiert werden: an einem Blatte sind wenige Pykniden zu erkennen und 2—3 andere zeigen gelbe Flecken. Am 12. Juni weisen 3, am 14. Juni 6 Blätter Pykniden auf, allerdings zum Teil vereinzelt. Auch hier sterben die befallenen Blätter zum Teil ab. An den übrig bleibenden bemerke ich am 4. Juli, daß die Infektionsstellen ein wenig angeschwollen sind, aber noch am 1. August waren keine Accidien hervorgetreten. Wegen Abreise von Bern konnte ich den Versuch nicht weiter verfolgen.

Versuch No. 14 (*Amelanchier ovalis*) zeigte am 7. Juni und deutlicher am 8. Juni Verfärbungen. Am 10. Juni weist ein Blatt an einer Stelle Pykniden auf und an einem zweiten sieht man viele gelbe Flecken sowie Pyknidenanfänge. Ähnlich verhält sich die Sache am 12. Juni, nur sind die Pykniden zahlreicher geworden: auf einem Blatte treten sie an einer ganz circumscribten Stelle auf (offenbar hatte hier Teleutosporengallerte direkt aufgelegt), auf dem andern erscheinen sie fast auf der ganzen Spreite. Am 14. Juni bemerkt man auf 3 Blättern Pykniden und am 17. zeigen sich noch auf vier weiteren zerstreute Pykniden. Auch an dieser Versuchspflanze sterben später die stärker befallenen Stellen ab; diejenigen, welche erhalten bleiben, beginnen im Laufe des Juli anzuschwellen, doch waren auch hier bis zum 1. August noch keine Accidien erschienen.

Versuch No. 18 (*Sorbus aucuparia*). Hier bemerkte ich am 10. Juni an zwei Blättern je eine intensiv rotgelbe Pyknidengruppe. Bei diesem vereinzelt Auftreten ist es aber mehr als wahrscheinlich, daß eine Fremdinfection vorliegt, die wohl schon vor Beginn unserer Versuche, als die *Sorbus*pflanzen noch im Freien standen, erfolgt ist.

Alle übrigen Versuche auf *Sorbus aucuparia* (No. 2, 4, 6, 10, 13, 16), ferner diejenigen auf *Sorbus hybrida* (?) (No. 20), *Sorbus torminalis* (No. 21), *Sorbus Aria* (No. 7, 12), *Amelanchier spec.* (No. 3, 5, 11, 15) und *Amelanchier Botryapium* (No. 9, 19) blieben völlig frei von jeder Infektion: während der ganzen Dauer der Beobachtung traten keine Pykniden auf. — Dasselbe gilt für Versuch No. 17; da die Pflanze in diesem Falle nach ihrem Aussehen wohl unzweifelhaft richtig als *Amelanchier ovalis* bestimmt ist, so neige ich zur Annahme, daß die zu Versuch 16 und 17 verwendete Teleutosporengallerte *Gymnosporangium tremelloides* gewesen sein könnte; oder vielleicht haben in diesem Falle die Teleutosporen keine Basidien gebildet.

Versuchsreihe II.

Das Teleutosporenmaterial, welches für diese Reihe diente, wurde am 12. Mai 1909 ebenfalls auf der Trämelfluh bei Twann gesammelt und am gleichen Tage zu Versuchen auf folgenden Pflanzen verwendet:

{	No. 1 <i>Amelanchier ovalis</i>	{	No. 4 <i>Amelanchier ovalis</i>
	No. 2 <i>Sorbus aucuparia</i>		No. 5 <i>Sorbus aucuparia</i>
	No. 3 <i>Sorbus hybrida</i> ?		No. 6 <i>Sorbus hybrida</i> ?

Tags darauf wird mit Teleutosporengallert vom gleichen Zweigstück wie die zu No. 1 bis No. 5 verwendete noch ein weiterer Versuch auf

No. 7 *Sorbus Aria*

eingerrichtet. Die Teleutosporenlager, welche zu Versuch No. 1 bis 3 und No. 7 dienten, waren kleinere abgeflachte Polster auf ein und derselben angeschwollenen Partie eines dünneren *Juniperus*zweiges; beim Sammeln erschienen sie noch kompakt und dunkelbraun, waren somit vorher noch nicht gequollen gewesen. Die Lager hingegen, welche zu Versuch No. 4—6 dienten, saßen einem dickern Zweige an und wurden beim Quellen in Wasser größer und mehr muschelförmig häutig, vermutlich waren sie auch am Standort selber schon früher gequollen gewesen und nachher wieder mehr oder weniger zusammengeschrumpft.

Das Ergebnis dieser Reihe entsprach genau dem der vorangehenden:

No. 1 (*Amelanchier ovalis*). Am 21. Mai sind an den Blättern verdächtige gelbliche Verfärbungen bemerkbar, die Tags darauf ausgeprägter geworden sind und am 23. Mai Pykniden erkennen lassen. Am 24. und 26. Mai zählte ich 6 Blätter mit Infektionsstellen; später bemerkte ich Pykniden noch auf einem 7. Blatte; wahrscheinlich waren diese vorher übersehen worden. Bei einer Kontrolle des Versuches am 22. Juni sieht man, daß die Infektionsstellen etwas angeschwollen sind, am 28. Juni sind diese Verdickungen schon ziemlich kräftig; am 7. Juli schien mir zum ersten Male eine Aeciidienspitze sichtbar zu sein, die aus einer der höckerförmigen Anschwellungen eben vorzutreten beginnt, und am 12. Juli sind deutlich ausgetretene Peridien entwickelt.

No. 4 (*Amelanchier ovalis*) zeigt im Wesentlichen dasselbe Verhalten: am 21. Mai gelbliche Verfärbungen, am 22. Mai beginnen Pykniden zu erscheinen, am 24. und 26. Mai zähle ich 6, am 3. Juni 7 infizierte Blätter. Später fangen die Infektionsstellen an abzusterben, doch bleiben immerhin solche übrig, welche anschwellen und am 12. Juli austretende Aeciidienspitzen zeigen.

Die übrigen Versuchspflanzen: *Sorbus aucuparia* (No. 2 und 5), *Sorbus hybrida* (?) (No. 3 und 6) blieben gesund; ebenso auch *Sorbus Aria* (No. 7), der aber am 2. Juni zu einem erfolgreichen Infektionsversuch mit *Gymnosporangium tremeloides* verwendet wurde.

Die beiden Versuchsreihen I und II bestätigen somit unsere Vermutung, daß die auf *Amelanchier ovalis* auftretende *Roestelia* nicht zum gleichen *Gymnosporangium* gehört wie diejenige auf *Sorbus aucuparia*.

Einen noch vollständigeren Einblick in die biologischen Verhältnisse dieses *Gymnosporangium* gaben aber Versuche, in welchen *Juniperus* mit Aecidiosporen besät wurde, sowie die Rückinfektionen mit den so erhaltenen Teleutosporen:

Versuchsreihe III.

Am 18. Juli 1907 fand ich auf der Trämelflugh die in der Nähe der *Gymnosporangium*-befallenen *Juniperus* stehenden *Amelanchier*-sträucher reichlich infiziert. Sie zeigten an ihren Blattunterseiten kräftig vortretende Anschwellungen, aus denen zum Teil schon Roestelien hervorbrachen. Die Aecidiosporen derselben trug ich nun am 20. Juli auf drei kleine Sämlinge von *Juniperus nana* auf; es geschah dies in der Weise, daß ich sie in Wasser verteilte und das sporenführende Wasser an Blättern und Stengelchen aufstrich. Bis zum 24. Juli blieben die Pflänzchen unter einer mit Filtrierpapier ausgekleideten Glasglocke, dann kamen sie ins Freie und überwinterten auch draußen.

Am 15. April 1908 unterwarf ich sie einer Kontrolle, allein ich vermochte noch keine Teleutosporenlager zu entdecken. Das einzige was ich bemerkte, war gelbliche Verfärbung, vielleicht auch Anschwellung einer Blattbasis und des angrenzenden Stengelstückes.

Die Pflänzchen blieben weiterhin im Freien bis zum folgenden Frühjahr 1909. Als sie nun am 27./28. April 1909 wieder einer Untersuchung unterzogen wurden, da zeigten zwei derselben im unteren Teil der beblätterten Partie ihres Stengels polsterförmige, abgeflacht halbkugelig sich verwölbende, unter den Rindenaußenschichten hervorbrechende Teleutosporenlager. In der Umgebung der letzteren sind die Blätter abgestorben oder gelb verfärbt. Auf den Nadeln selber habe ich keine Lager bemerkt. Auch der obere Teil des Stengels zeigt keine solchen; aber die ganze obere Partie der beiden teleutosporentragenden *Juniperus*-pflänzchen kränkelt etwas und ist viel weniger kräftig entwickelt als bei dem dritten Exemplar, das keinen Infektionserfolg zeigt.

Versuchsreihe IV.

Viel reichlicher waren reife Aecidien entwickelt, als ich am 1. August 1907 die Trämelflugh wieder aufsuchte, um Material

zu sammeln. Letzteres diente zu einer Aussaat auf *Juniperus communis*. Es waren das kleine einjährige Pflänzchen, die ich wenige Tage vorher von F. Delaunay in Angers bezogen hatte, und die zu wenigen in Töpfe gepflanzt worden waren, von denen jeder eine besondere Nummer trug. Die Aussaat der Aecidiosporen erfolgte am gleichen Tage und zwar in folgender Weise:

No. 1—5. Die Pflänzchen werden zuerst trocken mit Sporenpulver bestäubt, dann sporenführendes Wasser auf ihnen fein verteilt und endlich noch Zweige mit accidientragenden Blättern über denselben befestigt. Das Ganze wird mit einer Glasglocke bedeckt, die nicht mit Filtrierpapier ausgekleidet ist.

No. 6—10. Die Pflänzchen werden ebenso behandelt, aber die bedeckende Glasglocke ist mit Filtrierpapier ausgekleidet.

No. 11—13. Hier wird das Bestäuben mit sporenführendem Wasser unterlassen, im übrigen werden die Pflänzchen ebenso behandelt wie diejenigen von No. 1—5.

Den Winter über blieben diese Versuchspflanzen ebenfalls in einem Kasten im Freien.

Im Frühjahr 1908 sind auch hier keine Teleutosporenlager aufzufinden. Erst 1909 konnten solche beobachtet werden: Eine Revision der Versuche, die am 27./28. April vorgenommen wurde, ergab folgendes Resultat:

No. 1. Der Topf enthält ein einziges *Juniperus*pflänzchen. Im untern Teil seines Stengels sind mehrere flach polsterförmige Teleutosporenlager sichtbar, während die ganze obere Partie, also derjenige Sproßteil, welcher wohl erst seit 1907 entstanden ist, keine solchen aufweist.

No. 4. Eine einzige *Juniperus*pflanze. Ein Teleutosporenpolster ist im unteren Teil des Hauptstengels sichtbar.

No. 5. 3 Pflänzchen. Eines derselben trägt im untern Teil des Hauptstengels über einem Zweigansatz ein Teleutosporenlager.

No. 6. Zwei Pflänzchen, von denen das eine im untern Teile des Stengels in circa 1 cm Abstand zwei Teleutosporenlager aufweist. In unmittelbarer Nähe des weiter oben befindlichen tritt auf einer Zweigbasis ein Polster auf. Endlich ist, in gleicher Höhe, auch ein Blatt mit einem Lager besetzt.

No. 8. 3 *Juniperus*pflanzen. Die schwächste derselben weist keinen Infektionserfolg auf. Die beiden andern dagegen tragen im untern Teile des Hauptstengels oder an der Basis von ebendasselbst abgehenden Zweigen Teleutosporenlager. Einige solche fand ich auch auf Blättern der untern Stengelpartie.

No. 9. Ein Pflänzchen. Im untersten Teile des Stengels zeigt sich eine Anschwellung, aus der ein Sporenpolster hervorbricht.

Keinen Erfolg hatte die Infektion in den Versuchen No. 2, 3, 10, 11, 12 und 13.

Die Gesamtzahl der bei der Durchsicht am 27./28. April vorhandenen *Juniperus*pflänzchen betrug 22; von diesen sind sieben mit Teleutosporenlagern besetzt. Der Mißerfolg in den Versuchen No. 11—13 mag darauf zurückzuführen sein, daß die Aecidiosporen nur in trockenem Zustande und nicht in Wasser verteilt aufgetragen worden sind. Diese drei Versuche umfaßten im April 1909 sechs Pflänzchen; rechnet man diese von der Gesamtzahl ab, so sind von 16 *Juniperus*pflanzen sieben mit positivem Ergebnis infiziert worden. — Wenn nun auch dieses Resultat nicht einen durchschlagenden Erfolg bedeutet, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß die auf den *Juniperus*pflanzen aufgetretenen Teleutosporenlager wirklich aus den ausgesäten Aecidiosporen hervorgegangen sind; es findet dies insbesondere auch seine Bestätigung in dem Umstande, daß die Teleutosporenlager immer nur an den älteren Teilen der Versuchspflanze auftraten, während die jüngeren seit der Aecidiosporenaussaat entstandenen Sproßteile keine Polster aufweisen.

Resümieren wir das Ergebnis von Versuchsreihe III und IV, so sehen wir, daß die Inkubationszeit der Teleutosporengeneration dieses *Gymnosporangium* sich auf $1\frac{3}{4}$ Jahre beläuft und daß die Teleutosporen desselben vorwiegend an den Achsenteilen, und nur seltener auf den Blättern erscheinen.

Immerhin ist es aber nicht ganz ausgeschlossen, daß nicht schon in der Pepinière Delaunay oder in Bern während des Aufenthaltes der *Juniperus* im Freien eine Fremdinfection¹⁾ erfolgt sein könnte; es ist daher auch nicht ausgeschlossen, daß die auf den Blättern aufgetretenen Teleutosporenlager einem anderen *Gymnosporangium* angehören, als die an den Achsenteilen erschienenen. Um diese Einwände zu beseitigen, waren Rückinfektionen notwendig. Ein erster derartiger Versuch war

Versuchsreihe V.

Diese wurde am 17. Mai 1909 eingeleitet mit den Teleutosporenlagern, die in Versuch IV No. 8 auf den *Juniperus*blättern

¹⁾ Von einer solchen wird in der Tat unten (Versuchsreihe VII) die Rede sein.

aufgetreten sind. Ich legte diese auf die jüngeren Blätter einer Topfpflanze von *Amelanchier ovalis* auf. Leider keimten aber die Sporen nicht und der Versuch blieb erfolglos. — Besser gelang die am 26. Mai 1909 eingeleitete

Versuchsreihe VI

mit folgenden Versuchspflanzen und Infektionsmaterialien:

No. 1 <i>Amelanchier ovalis</i>	}	Als Infektionsmaterial diente das in Versuch IV
		No. 6 auf einem Blatte aufgetretene Teleutosporenlager.
No. 2 <i>Amelanchier ovalis</i>	}	Als Infektionsmaterial dienten Teleutosporenlager, welche in Versuch IV No. 6 am Stengel aufgetreten sind.
No. 3 <i>Sorbus aucuparia</i>		
No. 4 <i>Sorbus aucuparia</i>		
No. 5 <i>Amelanchier ovalis</i>	}	Als Infektionsmaterial dienten Teleutosporenlager, welche in Versuch IV No. 5 am Stengel aufgetreten sind.
No. 6 <i>Amelanchier ovalis</i>	}	Als Infektionsmaterial dienten Teleutosporenlager, welche in Versuch IV No. 1 am Stengel aufgetreten sind.
No. 7 <i>Sorbus aucuparia</i>		

Am folgenden Tage konnte, zum Teil makroskopisch durch das Vorhandensein von abgeworfenem gelben Sporenstaub, zum Teil mikroskopisch nachgewiesen werden, daß Basidiosporen gebildet worden sind. Die Versuchspflanzen wurden erst unter Glasglocke im Laboratorium, dann in einem Gewächshäuschen gehalten. Das Ergebnis dieser Reihe war folgendes:

No. 1 (*Amelanchier ovalis*). Erst am 7. und 9. Juni bemerkte ich, daß 2 bzw. 3 Blätter Pykniden trugen. Wahrscheinlich sind sie zum Teil schon früher aufgetreten, aber, weil nicht zahlreich, übersehen worden. Bis zum 29. Juli waren an den Infektionsstellen starke höckerförmige Anschwellungen entstanden.

No. 2 (*Amelanchier ovalis*). Am 2. Juni sind rings um die Stellen, wo ich Teleutosporengallerte auf die Blätter aufgelegt hatte, verfärbte Höfe sichtbar. Am 3. Juni waren noch keine Pykniden sichtbar, wohl aber am 5. Juni. Am 9. Juni zeigen 3 Blätter größere pyknidentragende Flecken. Am 12. Juli sind die infizierten Stellen angeschwollen. Am 20. Juli beginnt ein *Aecidium* vorzutreten, am 29. Juli sind mehrere solche sichtbar.

No. 5 (*Amelanchier ovalis*). Am 7. Juni bemerkte ich zum ersten Male auf einem Blatte vereinzelt Pykniden. Am 12. Juli sind auch hier die infizierten Blattstellen angeschwollen und am 24. Juli konstatiere ich den Beginn des Vortretens einiger *Aecidien*.

No. 6 (*Amelanchier ovalis*) läßt am 2. Juni an einem Blatte eine etwas verfärbte und verkrümmte Partie erkennen; am 3. Juni zeigt auch ein zweites Blatt eine deutliche Verfärbung, aber erst bei der nächsten Durchsicht des Versuchs am 5. Juni war beginnende Pyknidenbildung wahrzunehmen. Am 7. Juni fand ich noch auf einem weiteren Blatte zerstreute Fleckchen. Am 9. Juni sind sehr zahlreiche Pykniden vorhanden, die an zwei Blättern auf größeren verfärbten Flecken stehen, auf dem dritten zerstreut auftreten. Am 12. Juni zeigen die Infektionsstellen Anschwellungen und am 29. Juli mehrere vortretende Aecidien.

Es konnte also *Amelanchier ovalis* sowohl mit dem blattbewohnenden, als mit den am Stengel aufgetretenen Teleutosporenlagern erfolgreich infiziert werden; beiderlei Lager sind somit aus der Infektion mit den von *Amelanchier* stammenden Aecidiosporen hervorgegangen. Dagegen blieben sämtliche *Sorbus aucuparia* (Versuche No. 3, 4, 7) dauernd Pykniden- und Aecidienfrei.

Dieses Versuchsergebnis steht in völligem Einklange mit demjenigen der Reihen I und II. Die auf *Amelanchier ovalis* auftretende *Roestelia* gehört somit zu einem auf Stengel- und Zweigachsen, seltener auf den Blättern von *Juniperus communis* lebenden, auch auf *J. nana* übergehenden *Gymnosporangium*, welches aber nicht auf *Sorbus aucuparia*, *S. Aria*, *S. torminalis* und *Amelanchier Botryapium* übertragen werden kann.

Nun kann aber immer noch der Einwand gemacht werden, daß die negativen Ergebnisse auf *S. aucuparia* für die Nichtidentität des auf *Amelanchier ovalis* und des auf *S. aucuparia* übergehenden Pilzes nicht unbedingt beweisend seien¹⁾. Es war daher zur besseren Sicherstellung des Resultates erwünscht, den umgekehrten Versuch auszuführen und zu zeigen, daß das zur *Sorbus-Roestelia* gehörige *Gymnosporangium* nicht auf *Amelanchier ovalis* übergeht. Gleichzeitig mußten solche Versuche auch zeigen, ob nicht auch sonstige biologische Differenzen zwischen den beiden *Gymnosporangien* bestehen.

¹⁾ »... On a accordé une importance exagérée aux résultats négatifs des inoculations, sans songer . . . que les insuccés peuvent être susceptibles de multiples interprétations« (L. Mangin im Vorwort zu Hariot, Les Urédinées). — S. auch die bezügliche Bemerkung von Tubeuf's im Abschnitt V dieses Aufsatzes (pag. 710).

II.

Am 30. August 1907 fand ich bei Längenbalm am Hasli-berg ob Meiringen (Berner Oberland) bei ca. 1350 m ü. M. in sehr reichlicher Entwicklung die *Roestelia* auf *Sorbus aucuparia*. In unmittelbarer Nähe stand eine *Juniperus nana*, deren Blätter noch braune Wülste, die Narben der im Frühjahr an ihnen ansitzenden Teleutosporenlager, erkennen ließen. Die in diesen Roestelien entwickelten Aecidiosporen wurden Tags darauf verwendet zur Einrichtung von

Versuchsreihe VII.

Als Versuchspflanzen dienten auch hier kleine einjährige *Juniperus communis*, die zugleich mit denen der Versuchsreihe IV von Delaunay in Angers bezogen worden waren

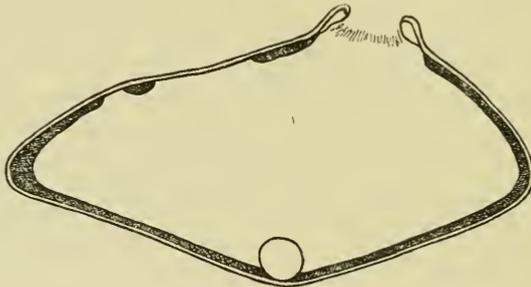


Fig. 1. Querschnitt durch eine *Juniperus*-Nadel mit jungem an hypodermisfreier Stelle hervorbrechendem Lager. Hypoderma dunkel gehalten. Vergr. c. 60.

Die Sporen wurden wie dort sowohl trocken aufgestäubt, als auch in Wasser fein verteilt auf die Pflänzchen gebracht, und nachher noch aecidientragende Blätter darüber befestigt. Das geschah bei 10 Töpfen, in denen je 1 bis 2 oder 3 Pflänzchen eingesetzt waren. Einige Tage verblieben die Versuche unter Glasglocke, dann kamen sie getrennt von Versuchsreihe IV in ein Gewächshaus und wurden im Freien überwintert. Eine genauere Durchsicht dieser Versuchsreihe erfolgte am 15. April 1908. Dabei ergab sich für sämtliche Töpfe mit Ausnahme eines einzigen das Auftreten von mehr oder weniger zahlreichen Teleutosporenlagern auf den Blättern, und zwar brechen diese Lager stets an der Oberseite, an den hypodermisfreien Streifen auf (Fig. 1). Ich konnte hier auch einige

Beobachtungen über die Verbreitung des Mycels und die erste Anlage der Teleutosporenlager machen, auf die ich kurz eingetreten möchte:

Das Mycel scheint sich in den Nadeln auf größere Strecken zu verbreiten, dürfte sie wohl in ihrer ganzen Länge durchziehen. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß der Pilz von den Nadeln aus später in die Achsenteile weiter wachsen könnte, wie dies auch schon P. Woernle (1) angibt. An der Stelle, wo die Teleutosporenlager hervorbrechen, ist das Mesophyll angeschwollen, indem sich seine Zellen senkrecht zur Oberfläche verlängert und zum Teil durch Querwände weitergeteilt haben (Fig. 2), was auch bereits von P. Woernle (1, S. 6 des Separat-

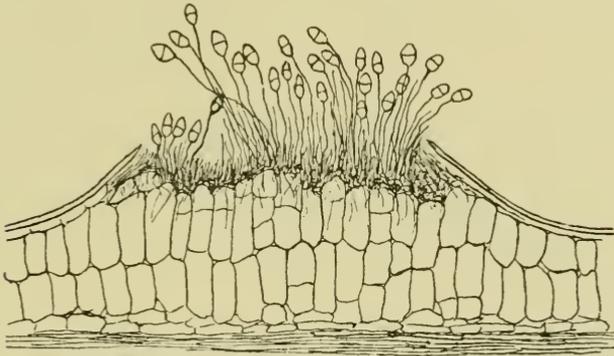


Fig. 2. Längsschnitt durch eine *Juniperus*-Nadel mit jungem Teleutosporenlager aus Versuchsreihe VII No. 5. Zeigt die polsterförmige Anschwellung unter dem Lager. Vergr. c. 80.

abdruckes) beschrieben und abgebildet wird. Das Mycel ist hier sehr stark entwickelt. In den größeren Interzellularräumen erscheint es reichlich und unregelmäßig verzweigt und zeigt an einigen Stellen dickwandige kurze Seitenzweige (Fig. 3), deren Bedeutung mir nicht klar ist. — Zwischen den Palisadenzellen wachsen die Hyphen senkrecht gegen die Oberfläche, finden aber da, wo sie an das Hypoderma anstoßen, einen Widerstand, den sie nicht zu überwinden vermögen und der sie daher zu rechtwinkligem Abbiegen veranlaßt (Fig. 4).

Der Bildung der Lager geht eine sehr reichliche Verästelung der Hyphen unter der Epidermis voraus; jedoch geschieht

dies wie erwähnt nur unter den hypodermafreien aber Spaltöffnungen führenden Particeen derselben. Woernle schreibt das Hervorbrechen der Teleutosporenpolster an diesen Stellen dem

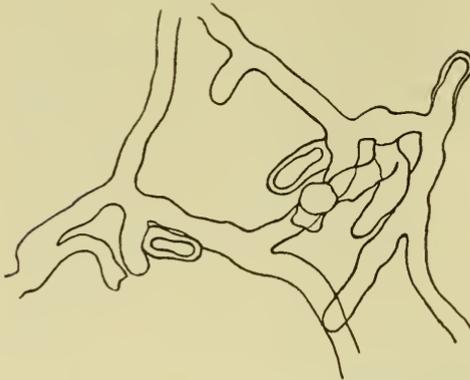


Fig. 3. Mycel aus einem *Juniperus*-Blatt (Versuchsreihe VII No. 5), mit den kurzen dickwandigen Seitenzweigen. Vergr. 720.

Umstände zu, daß sich hier der locus minoris resistentiae befindet. Dem gegenüber möchte ich hervorheben, daß nicht nur das Hervorbrechen, sondern schon die allererste Anlage da erfolgt, wo die Spaltöffnungen liegen. Man möchte daher eher geneigt sein, an einen Aërotropismus oder an negativen Hydrotropismus der Hyphen zu denken. Das Anlegen

der Sporenlager unter den Spaltöffnungen ist übrigens eine bei den Uredineen sehr häufige Erscheinung; ich habe sie zum Beispiel (3, S. 5 ff) auch für die Teleutosporenlager von *Melampsora Larici-retusae* beobachtet. Der Vorgang des Hervorbrechens selber gestaltet sich so, daß die Epidermis bräunliche Zellinhalte und gelbliche Membranen bekommt, dann wird sie gesprengt und es erfolgt die Bildung der ersten Teleutosporen (Fig. 5 und 2), deren Stiele jedoch in diesem Stadium noch keine gallertartige Verquellung erkennen lassen. Am Rande der jungen Lager erkennt man da und dort unter der Epidermis gebräunte, an Periderm erinnernde Zellen.

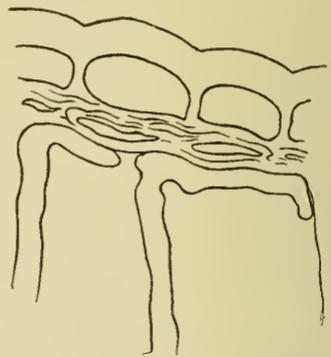


Fig. 4. Zwei Hyphen, die unter dem Hypoderma rechtwinklig abbiegen. Vergr. 720.

Als ich am 28. April des folgenden Jahres die infizierten *Juniperus*-pflanzen aufs neue untersuchte, fand ich an ihren Nadeln wieder Teleutosporenlager, aber, soweit ich sie unter-

sucht habe, scheinen sie nicht an derselben Stelle entstanden zu sein wie die vorjährigen, vielmehr scheinen sie neu angelegt worden zu sein. Es soll dadurch natürlich Woernles Beobachtung durchaus nicht bestritten werden, nach welcher mitunter 4 Jahre hintereinander Teleutosporenlager an demselben Orte auftreten; wahrscheinlich erfolgt dies aber doch mehr an kräftigen Nadeln am natürlichen Standorte. Immerhin beweisen auch meine Beobachtungen, daß das Mycel in den Nadeln perenniert.

Eine besondere Aufmerksamkeit schenkte ich der Frage, ob das zur *Roestelia* auf *Sorbus aucuparia* gehörende *Gymnosporangium* auch an den Achsenteilen Teleutosporenlager bilden kann. An den meisten Versuchspflänzchen blieben die letzteren auf die Nadeln beschränkt, aber mehrmals traten Lager auch

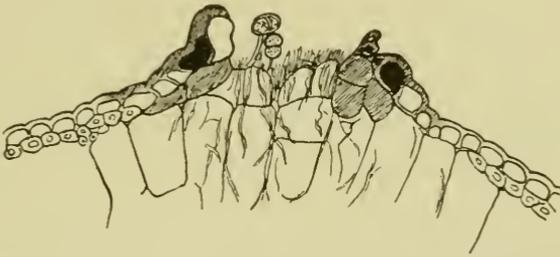


Fig. 5. Durchschnitt durch ein eben aufbrechendes junges Teleutosporenlager in Versuchsreihe VII No. 5. Vergr. 145.

auf dem Blattpolster unterhalb der Abgliederungsstelle auf. In einem einzigen Falle fand ich bei den Untersuchungen im Jahr 1909 auch eine Stengelanschwellung mit einem Teleutosporenlager. Es kann also die Achse wirklich auch von diesem *Gymnosporangium* ergriffen werden. Das geht übrigens schon aus den Beobachtungen von Oersted (1) aus dem Jahre 1866 hervor, da dieser Forscher mit Teleutosporen, welche an einer Zweigachse aufgetreten waren, *Sorbus aucuparia* erfolgreich infizierte.

An einem der Versuchspflänzchen trat neben den beschriebenen Teleutosporenlagern auch ein solches von *Gymnosporangium clavariacforme* auf, deutlich erkennbar an seiner lang zungenförmigen Gestalt und Orangefarbe. Da diese Art

bei Bern nicht häufig ist, so dürfte die betreffende Infektion schon im Jahre 1907, bevor die *Juniperus*-pflanzen nach Bern gekommen sind, erfolgt sein.

Die auf den Blättern von *Juniperus communis* aufgetretenen Teleutosporenlager wurden nun sowohl im Jahre 1908 als 1909 zu Rückinfektionen auf Pomaceen verwendet.

Versuchsreihe VIII,

eingeleitet am 5. Mai 1908. Vier teleutosporentragende Pflänzchen aus der Versuchsreihe VII wurden sorgfältig mit den Wurzeln aus ihren Töpfen genommen und nach Einlegen in Wasser (behufs Aufquellung der Sporenlager) in der Weise über die folgenden vier Versuchspflanzen befestigt, daß die Basidiosporen auf diese ausfallen konnten:

No. 1 *Sorbus torminalis*

No. 3 *Sorbus aucuparia*

No. 2 *Amelanchier spec.*

No. 4 *Sorbus hybrida?*

Leider übersah ich bei der Einrichtung dieser Reihe, daß der verwendete *Amelanchier* nicht *A. ovalis* war, sondern eine der *Amelanchier spec.*, die sich in Reihe I immun verhalten hatten. Diese Versuchsserie beweist also für die Nichtidentität der beiden in Rede stehenden Gymnosporangien nichts. Ich teile sie aber dennoch mit, weil sie über das Verhalten anderer Wirte wünschenswerte Auskunft gibt. Am 8. Mai wurden dann die vier verwendeten *Juniperus*-pflänzchen wieder in Töpfe gesetzt, wo sie sich mit einer Ausnahme weiter entwickelten und im folgenden Jahre wieder Teleutosporenlager produzierten.

Das Ergebnis dieser Versuchsreihe war folgendes:

No. 3 (*Sorbus aucuparia*). Am 13. Mai sind auf zirka 5 Blättern gelbliche Verfärbungen, zum Teil mit Pykniden, sichtbar. Diese vergrößern und vermehren sich: am 20. Mai zeigen 10 Blätter pyknidentragende orangefarbene Flecke, zum Teil in großer Zahl oder größerer Ausdehnung, zum Teil spärlich und klein. Bei Durchsicht des Versuches am 19. Juni waren an den infizierten Blattstellen vielerorts hervorbrechende Aecidien bemerkbar, von denen einzelne reif sind.

Die drei anderen Versuchspflanzen: *Sorbus torminalis* (No. 1), *Sorbus hybrida* (?) (No. 4) und *Amelanchier spec.* (No. 2) sind völlig gesund geblieben.

Vollständiger und für die Beantwortung unserer Frage entscheidender waren die Versuche vom Jahre 1909. Ich war bei denselben darauf bedacht, unzweifelhafte *Amelanchier*

ovalis zu verwenden und insbesondere auch diejenigen Exemplare, auf denen im Jahre 1907 ein positives Infektionsresultat erzielt worden war, für die es also feststand, daß sie für die *Amelanchier-Roestelia* empfänglich sind:

Versuchsreihe IX.

eingeleitet am 30. April 1909. Als Infektionsmaterial dienten die in Versuchsreihe VII auf den Blättern eines *Juniperus communis* entwickelten Telentosporenlager. Das Pflänzchen wurde in mehrere Stücke zerschnitten, von denen jedes mit teleutosporentragenden Blättern besetzt war. Diese Stücke befestigte ich dann über folgenden Topfpflanzen:

No. 1 *Amelanchier ovalis*, das Exemplar, welches im Jahre 1907 zu Versuch No. 14 der Versuchsreihe I gedient hatte. Die Blätter sind noch wenig entfaltet.

No. 2 *Sorbus aucuparia*.

No. 3 *Amelanchier ovalis*? Die Richtigkeit der Bestimmung ist mir wegen des späteren Aussehens der Blätter zweifelhaft geworden.

No. 4 *Sorbus aucuparia*.

Ich konnte mit Bestimmtheit feststellen, daß Basidiosporen auch auf die Blätter von *Amelanchier* ausgeworfen worden sind.

Am 8. Mai bemerkte ich auf *Sorbus aucuparia* verfärbte blässere Stellen an den Blättern und am 9. Mai Pykniden. Am 10. Mai zeigen beide Pflanzen eine äußerst intensive Infektion ausgedehntere Verfärbungen mit massenhaften Pykniden sind besonders an zwei, beziehungsweise vier Blättern auffällig; im ganzen sind an jeder Pflanze ca. sechs Blätter mit Infektionsstellen besetzt. Später war die Erkrankung noch weiter verbreitet: am 15. Mai zählte ich an der einen Pflanze 21, an der andern 14 Blätter mit Pykniden, teils auf vereinzelt Flecken, teils in massenhafter Entwicklung. Am 17. Juni sah ich an einzelnen Stellen Aecidien hervorbrechen.

Die beiden *Amelanchier* dagegen blieben während der ganzen Versuchsdauer vollkommen frei von Pykniden und Aecidien.

Versuchsreihe X.

eingeleitet am 6. Mai 1909. Als Infektionsmaterial dienten auch hier die in Versuchsreihe VII entwickelten Teleutosporenlager.

Zwei dieser *Juniperus*-Pflänzchen werden in Stücke zerschnitten und diese teleutosporentragenden Stücke über folgenden Topfpflanzen befestigt:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| No. 1 <i>Amelanchier ovalis</i> , das Exemplar, welches im Jahre 1907 zu Versuch
No. 17 der Versuchsreihe I gedient hatte. | |
| No. 2 <i>Sorbus aucuparia</i> . | No. 5 <i>Sorbus torminalis</i> . |
| No. 3 <i>Sorbus hybrida?</i> | No. 6 <i>Amelanchier ovalis</i> . |
| No. 4 <i>Amelanchier ovalis</i> . | |

Bei *Amelanchier* und *Sorbus hybrida?* waren erst wenige Blätter ausgebreitet, aber es wurde dafür gesorgt, daß die ausfallenden Basidiosporen dennoch auf deren Blattoberseite gelangten. Ich konnte dann auch, speziell auf den drei *Amelanchier*, konstatieren, daß sie gelben Sporenstaub erhalten haben.

Ein positiver Infektionserfolg zeigte sich einzig und allein in Versuch No. 2 (*Sorbus aucuparia*): Am 13. Mai waren an mehreren Blättern etwas verfärbte Stellen sichtbar, am 14. Mai beginnen diese etwas gelblich zu werden und am 15. Mai sind auf ihnen stellenweise Pykniden erschienen. Am 18. Mai zähle ich auf ca. 15 Blättern, am 24. Mai auf ca. 23 Blättern Infektionsstellen. Am 17. Juni zeigen die letztern starke Anschwellungen, von denen einzelne den ersten Beginn des Austretens von Aecidien erkennen lassen. Am folgenden Tage ist dies deutlicher und am 28. Juni sind die entwickelten Aecidien zahlreich.

Versuchsreihe XI,

eingeleitet am 11. Mai. Als Infektionsmaterial dienten wieder Teleutosporenlager, die in Versuchsreihe VII auf den *Juniperus*-blättern erschienen waren. Sie sind freilich etwas spärlich geworden, weil schon ziemlich viele, wohl infolge von bereits erfolgter Quellung, abgefallen sind. Als Versuchspflanzen (in Töpfen) dienten:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| No. 1 <i>Amelanchier ovalis</i> , der im Jahre 1907 zu Versuch No. 8 der Reihe I
gedient hatte. | |
| No. 2 <i>Sorbus aucuparia</i> . | No. 6 <i>Amelanchier Botryapium</i> |
| No. 3 <i>Amelanchier Botryapium</i> . | No. 7 <i>Amelanchier ovalis</i> . |
| No. 4 <i>Amelanchier ovalis</i> . | No. 8 <i>Sorbus aucuparia</i> . |
| No. 5 <i>Sorbus hybrida?</i> | No. 9 <i>Sorbus hybrida?</i> |
| No. 10 <i>Amelanchier ovalis</i> , der wahrscheinlich im Jahre 1907 zu Versuch No. 1
der Reihe I gedient hatte. | |

In Versuch No. 1, 5 und 10 konnte ich drei Tage später auf einzelnen Blättern ausgefallene Basidiosporen als gelben Staub makroskopisch wahrnehmen.

Der Erfolg dieser Reihe war folgender:

No. 2 (*Sorbus aucuparia*). Erst am 3. Juni fand ich auf einem Blatte einige wenige pyknidentragende Flecken. Die Spärlichkeit dieses Erfolges ist ohne Zweifel auf sehr schwache Basidiosporenbildung zurückzuführen.

No. 8 (*Sorbus aucuparia*). Am 16. Mai bemerkte ich an einem Blatte Verfärbungen, am 21. Mai an zwei Blättern gelbe Flecke und Pykniden. Zahlreicher sind die Infektionsstellen am 27. Mai: es sind jetzt 9 Blätter mit Infektionsstellen besetzt, aber meist nur vereinzelt; nur ein Blatt zeigt massenhafte Pykniden. Anschwellung von Infektionsstellen konstatierte ich am 18. Juni, aber erst bei der folgenden Durchsicht, am 28. Juni, sah ich austretende Aecidien.

Alle übrigen Versuchspflanzen: *Amelanchier ovalis* (No. 1, No. 4, No. 7, No. 10), *Amelanchier Botryapium* (No. 3 und No. 6), *Sorbus hybrida* (?) (No. 5 und No. 9) sind vollkommen Pykniden- und Aecidienfrei.

Überblickt man die drei Versuchsreihen IX, X und XI, so zeigen sie, daß das *Gymnosporangium*, welches aus den auf *Sorbus aucuparia* entwickelten Aecidiosporen erzogen wurde, nur auf *Sorbus aucuparia*, aber nicht auf *Amelanchier ovalis* übergeht.

III.

Die beschriebenen Versuche, welche sich über den Zeitraum von vier Jahren erstrecken, ergeben übereinstimmend das Resultat, daß die auf *Amelanchier ovalis* und die auf *Sorbus aucuparia* lebenden Roestelien nicht zum gleichen *Gymnosporangium* gehören. Beide waren in unsern Versuchen auf den genannten Wirt beschränkt und gingen auch nicht auf *Amelanchier Botryapium*, *Sorbus torminalis* und die als *Sorbus hybrida* bezeichneten Pflanzen über. In bezug auf letztere muß aber wiederholt werden, daß die Bestimmung Zweifeln unterliegt; auch konnte Liro (1) mit *Gymnosporangium juniperinum* (und zwar muß es sich um das auf *Sorbus aucuparia* übergehende handeln, da nur dieses im Norden vorkommt) *Sorbus hybrida* (Syn. *S. fennica*) infizieren, und im Herb. Trog in Bern befindet sich ein mit *Roestelia* besetztes Blatt dieser Spezies. — Auch *Sorbus Aria* ist für beide *Gymnosporangien* immun: meine Versuche zeigen dies für das auf *Amelanchier* übergehende, die-

jenigen von Plowright (2) für das auf *Sorbus aucuparia* übergehende.

Unsere Untersuchungen zeigen aber ferner, daß außer der Wahl des Wirtes noch andere biologische Verschiedenheiten vorhanden sind: zunächst entwickeln sich die beiden Gymnosporangien nicht ganz gleich rasch: Die ersten Pykniden erschienen auf *Sorbus aucuparia* fast regelmäßig 8 bis 9 Tage nach der Infektion, bei der *Amelanchier ovalis* bewohnenden Form dagegen nie vor dem zehnten Tage. Ausgesprochenener ist die Verschiedenheit in bezug auf das Erscheinen der Aecidien: auf *Sorbus aucuparia* brachen diese zirka 45—50 Tage nach der Infektion hervor, auf *Amelanchier ovalis* erschienen sie erst nach 55—60 Tagen. Am auffälligsten war aber der Unterschied im Verhalten auf *Juniperus*. Die Aussaat der Aecidiensporen, welche sich auf *Sorbus aucuparia* entwickelt hatten, war am 31. August 1907 erfolgt, und schon im darauffolgenden Frühjahr erschienen die Teleutosporenlager auf den Nadeln. Die Infektion mit der *Amelanchier-Roestelia* dagegen, welche schon am 20. Juli und 1. August 1907 stattgefunden hatte, ließ im Frühjahr 1908 äußerlich noch keinen Erfolg erkennen, vielmehr brachen die Teleutosporenlager erst im zweitfolgenden Frühling, 1909, hervor.

Eine dritte biologische Verschiedenheit zwischen den beiden Gymnosporangien besteht darin, daß die zur *Amelanchier-Roestelia* gehörenden Teleutosporen bei ihrem ersten Auftreten an den Achsenteilen erscheinen, während die zur *Sorbus-Roestelia* gehörenden zuerst auf den Blättern sichtbar werden. Es ist dies aber nicht durchgreifend, denn auch die *Amelanchier-Roestelia* bildet einzelne Teleutosporen auf den Blättern, und die *Sorbus-Roestelia* geht später auch auf die Achsenteile des *Juniperus* über. Vielleicht kann man diese Verschiedenheit so formulieren, daß man sagt: das *Sorbus-Gymnosporangium* kommt schon in einem Zeitpunkt zur Teleutosporenbildung, in welchem das Mycel sich noch nicht über die Blätter hinaus ausgebreitet hat, das *Amelanchier-Gymnosporangium* fruktifiziert dagegen erst, wenn das Mycel die Blattpolster und Achsen erreicht hat.

Gehen nun mit diesen biologischen Unterschieden auch morphologische Verschiedenheiten Hand in Hand? Sind die

beiden Gymnosporangien nur als biologische Arten auseinanderzuhalten oder auch als morphologisch differente Spezies?

Bekanntlich unterscheiden sich die meisten Gymnosporangien sehr scharf durch die Skulpturen der Seitenwände ihrer Peridienzellen: *G. Sabinac*, *G. confusum*, *G. clavariaeforme*, *G. tremelloides*, *G. juniperinum*, — um nur die einheimischen Arten zu nennen — lassen sich in dieser Hinsicht gut auseinanderhalten (vgl. Ed. Fischer 4 und 1). Ich verglich daher auch die beiden in Rede stehenden, bisher unter *G. juniperinum* vereinigten Arten miteinander, aber ich konnte keinen Unterschied in der Skulptur ihrer Peridienzellen erkennen; ebensowenig ließen sich die äußere Form der Roestelien und die Sporen voneinander unterscheiden.

Auch die Teleutosporenlager scheinen in ihrem äußeren Habitus durchaus miteinander übereinzustimmen: bei beiden Pilzen sind die blattbewohnenden Lager mehr polsterförmig und die älteren zweigbewohnenden häutig muschelartig. Dagegen lassen sich in bezug auf die Gestalt der Teleutosporen kleine, aber charakteristische Verschiedenheiten erkennen, speziell wenn man die älteren dickwandigeren Sporen miteinander vergleicht. Wie bei anderen Gymnosporangien, so liegen auch hier die Keimporen der oberen und unteren Zelle hart neben der Scheidewand; allein bei unsern beiden Formen kann auch am Scheitel der oberen Zelle ein Keimporus vorhanden sein. An derjenigen Stelle, wo diese Keimporen auftreten, ist, wie schon Dietel (1) für *G. juniperinum* gezeigt hat, die Membran oft etwas papillenartig vorgezogen. Diese Erscheinung dürfte nun bei dem auf *Sorbus aucuparia* übergehenden *Gymnosporangium* häufiger und vielleicht auch ausgesprochener sein als bei dem auf *Amelanchier* übergehenden. Viel deutlicher ist aber ein anderer Unterschied, der aus unsern Figuren 6 und 7 ersichtlich ist: bei der zur *Sorbus-Roestelia* gehörigen Teleutospore (Fig. 6) ist der Scheitel der oberen Zelle, auch wenn er keinen Keimporus aufweist, verjüngt oder etwas vorgezogen; bei der zur *Amelanchier-Roestelia* gehörigen Teleutospore dagegen ist die obere Zelle, sofern sie keinen scheidelständigen Keimporus besitzt, fast immer ganz regelmäßig gerundet (Fig. 7). Dazu kommt noch der Umstand, daß die Teleutosporen der letzteren Art etwas größer

sein dürften als die zur *Sorbus-Roestelia* gehörigen. Es sind also deutliche morphologische Unterschiede vorhanden, aber sie sind sehr klein und kommen auch nicht an allen Sporen eines Lagers zum Ausdruck. Immerhin müssen sie, speziell derjenige, der die Form des Sporenscheitels betrifft, als konstant bezeichnet werden, da ich sie in allen untersuchten Lagern vorfand. Wir haben somit einen jener Fälle vor uns, wie sie bei den Uredineen öfters wiederkehren, bei denen wir an der Grenze zwischen biologischen und morphologischen Arten

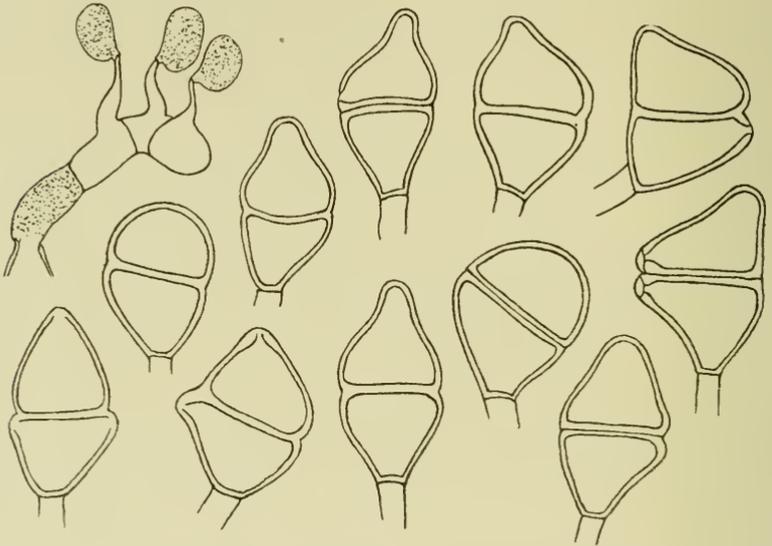


Fig. 6. Teleutosporen und Basidie von *Gymnosporangium juniperinum* (zur *Roestelia* auf *Sorbus aucuparia*). Vergr. 620.

stehen. Es wird also auch hier das bestätigt, was ich an anderer Stelle (5) ausgesprochen: es besteht keine scharfe Grenze zwischen morphologisch distinkten und biologischen Arten.

Zum Vergleiche mag noch *Gymnosporangium tremelloides* beigezogen werden, dessen auf *Sorbus Aria* auftretende Aecidienform bekanntlich von derjenigen des *G. juniperinum* sehr verschieden ist. Die Teleutosporenlager aber können äußerlich nicht unterschieden werden. Hingegen lassen sich die Sporen,

wie Dietel (1) gezeigt hat, wieder gut charakterisieren und ich möchte die Unterscheidungsmerkmale gegenüber *G. juniperinum* so zusammenfassen: Einen scheidelständigen Keimporus habe ich nie gefunden; die obere Zelle ist meistens verjüngt, oft fast konisch, aber am Scheitel selten und bei den Keimporen nie vorgezogen; häufig aber erscheint die obere Zelle gerundet wie beim *Amelanchier-Gymnosporangium* (Fig. 8).

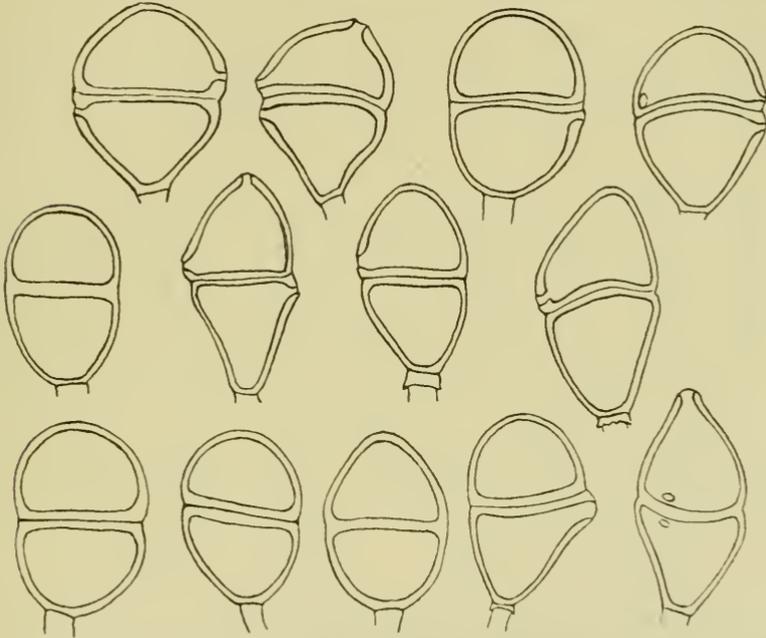


Fig. 7. Teleutosporen von *Gymnosporangium Amelanchieris*. Vergr. 620.

IV.

Mit den dargelegten Ergebnissen stehen in völligem Einklange die Beobachtungen im Freien und die geographische Verbreitung unserer beiden *Gymnosporangien*:

Auf der Trämelfluh habe ich *Sorbus aucuparia* nicht gefunden. Daraus erklärt sich auch das reine Ergebnis unserer Infektionsversuche mit Teleutosporenmaterial von dieser Lokalität (Versuchsreihe I und II). — Aber auch an Stellen, wo *Amelanchier* und *Sorbus* nebeneinander vorkommen, kann man gelegentlich beobachten, daß nur die eine der beiden Arten

von der *Roestelia* befallen ist. Herr Dr. Eug. Mayor in Neuchâtel, welcher auf meine Bitte in der Umgebung dieser Stadt der Verbreitung beider Pilze seine Aufmerksamkeit schenkte, schreibt mir darüber: «D'un côté j'ai rencontré ces deux supports voisins et simultanément malades, mais d'un autre côté, j'ai aussi pu observer deux ou trois fois des endroits où, les deux supports étant à côté l'un de l'autre, l'un était malade alors que l'autre ne l'était pas, et réciproquement.»

Aber auch wenn man die Verbreitung beider Pilze im Großen betrachtet, so erkennt man, daß ihre Areale sich nicht decken; sie gehören vielmehr zwei ganz verschiedenen Floren-

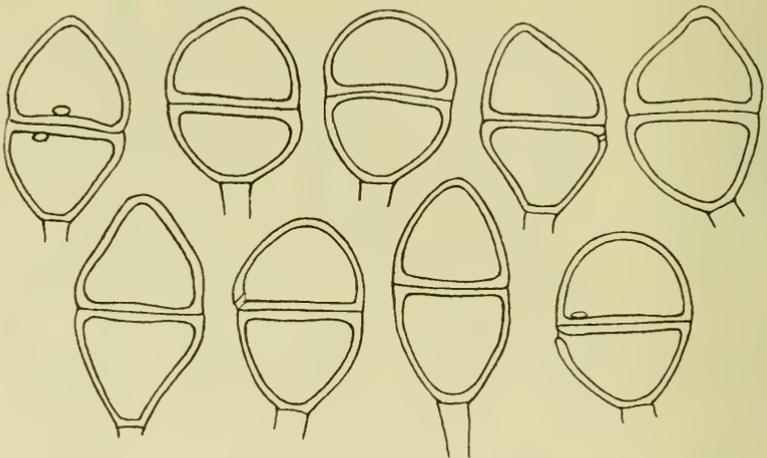


Fig. 8. Teleutosporen von *Gymnosporangium tremelloides*. Vergr. 620.

elementen an. *Amelanchier ovalis* ist im Allgemeinen eine Pflanze der südlichen wärmeren Gebiete Europas und daher in der Schweiz vorwiegend auf den Florenbestandteil beschränkt, den H. Christ (1) als mediterrane Ausstrahlungen bezeichnet hat. Es läßt sich dies auch für die entsprechende *Roestelia* sehr deutlich verfolgen: Ich fand diese am Südfuße der Cevennen bei St. Guilhem-le-Desert in einer Pflanzengesellschaft von extrem xerophytem Charakter. Verfolgen wir dann mit R. Chodat (1) die Flora der Felsenheide (Garigue) von Südfrankreich dem Rhônenthal entlang bis in die Schweiz, so finden wir *Amelanchier* fast in allen Pflanzenverzeichnissen mit auf-

gezählt und sicherlich dürfte bei der allgemeinen Verbreitung des *Juniperus communis* die *Rocstelia* auch an vielen dieser Lokalitäten vorkommen, obwohl mir bezügliche Angaben erst wieder bekannt sind vom Salève, dann am Jura bei den Aiguilles de Baulmes und längs des Neuenburger- und Bieler-sees. Andererseits sind wieder eine Reihe von Standorten dieses Pilzes anzuführen an den warmen geschützten Stellen unserer Alpentäler, wo sich das meridionale Florenelement ebenfalls ansiedeln konnte: im Wallis bei Branson und Siders, im Berner Oberland am Hasliberg ob Meiringen, dann allerdings auch an Orten, welche solche Pflanzengesellschaften weniger ausgesprochen zeigen: im Schwarzwassertal bei Bern und am Albis bei Zürich. Aus den südlichen Teilen der Alpen kenne ich Standorte am San Salvatore bei Lugano, in der Grigna di Mandello; Magnus (2) erwähnt solche aus der Gegend von Bozen und im Pustertal. Endlich wird der Pilz aus dem östlichen Teile der Schweiz bei Vulpera im Unterengadin angegeben (Magnus 1), und dieser Standort steht wohl in Beziehung zu denjenigen, welche, wieder von Magnus (2), aus dem Tiroler Inntal zusammengestellt werden. — Von außerschweizerischen Lokalitäten seien noch erwähnt: La Lozère (de Candolle 1), Fontainebleau bei Paris (Chevallier 1 und gütige Mitteilung von Herrn P. Hariot in Paris), Stauffen bei Eppstein im Rheingebiete (Fuckel 1).

Viel ausgedehnter ist, entsprechend der Verbreitung von *Sorbus aucuparia*, das Areal des auf diese Pomacee übergehenden *Gymnosporangium*. Es dürfte dasselbe über ganz Mitteleuropa und bis nach Norwegen (Schröter 1) verbreitet sein. In der Schweiz trifft man es, wie oben gezeigt wurde, zwar häufig in Gesellschaft der *Amelanchier-Rocstelia*, aber ich habe doch den Eindruck gewonnen, daß es seine reichste Entwicklung in der Höhenzone über 1000 m zeigt. Man findet es in den Vor-alpen bis zur oberen Verbreitungsgrenze von *Sorbus aucuparia* bald in Gesellschaft von *Juniperus communis*, bald in Gesellschaft von *J. nana* oft in ganz massenhafter Entwicklung. Es gehört hier dieser Pilz zu den allerhäufigsten Parasiten.

V.

Ist nun das *Gymnosporangium*, welches seine Accidien auf *Amelanchier ovalis* ausbildet, schon früher als eine besondere Art erkannt worden? Es führt uns das zu einem kurzen geschichtlichen Rückblick auf die Entwicklung unserer Kenntnisse über *G. juniperinum*.

Der Speziesname *juniperinum* stammt von Linné. In seinen *Species plantarum* Ed. 1 T. II 1753 S. 1157 finden wir eine *Tremella sessilis membranacea auriformis fulva*, die mit dem Nomen triviale *juniperina* belegt wird. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß damit ein zweigbewohnendes *Gymnosporangium* vom Typus des *G. juniperinum* gemeint ist, aber nach unseren Ausführungen ist es ebenso klar, daß Linné die beiden von uns unterschiedenen Formen unmöglich von einander und von *G. tremelloides* unterscheiden konnte. Indeß läßt sich auf indirektem Wege mit ziemlicher Bestimmtheit feststellen, daß Linné in dieser *Tremella juniperina* nicht das *Amelanchier-Gymnosporangium* vor sich gehabt haben kann: der gleiche Pilz figurirt nämlich schon in der *Flora Suecica* desselben Autors; das Material, auf welches diese Art gegründet ist, stammte somit aus Schweden, und in Nordeuropa kommt *Amelanchier* nicht vor. — Die gleiche Erwägung dürfte auch für das von Fries beschriebene *Gymnosporangium juniperinum* gelten. — Immerhin könnte aber bei beiden Autoren noch *Gymnosporangium tremelloides* in Frage kommen, da dessen Accidienwirt *Sorbus Aria* in Südsandinavien auftritt.

Anders liegt die Sache bei den Autoren, die weiter südlich gelebt haben: Albrecht Haller erwähnt in seiner *Historia Stirpium Helvetiae* III, S. 136 ein »*Agaricum gelatinosum, flavorufum superne tuberculosum*«, dessen Beschreibung auch im Einzelnen gut mit *Gymnosporangium juniperinum* übereinstimmt: »Verna planta utcumque auriculae figuram exprimit, aut renis fere, aut ellipseos transversim latae, hinc convexae. Natura mollissima, pene diffluens; convexa facies tuberculis aspera, inferne levis. Color sordide aurantius«. Die Standorte werden folgendermaßen angegeben: »Ad Juniperos frequens, reperi in valle Emmia, supra Biennam etc. Staehelinus supra Dornach.« Diese Angaben können sich nun sehr wohl auf

unsere beiden Gymnosporangien beziehen, denn bei Bienna (Biel) kommt *Amelanchier ovalis* auch vor. Haller nimmt aber außerdem noch *Gymnosporangium Sabinæ* dazu, seine Standortsliste schließt nämlich mit den Worten: »Gagnebin ad Sabinas hortenses«. — Ebenso faßt de Candolle (1, Vol. II S. 216) unter dem Namen *Gymnosporangium conicum* Hedw. mehr als eine der heutigen Arten zusammen, denn auch er erwähnt als Wirt neben *Juniperus communis* noch *Juniperus Sabina*. — Ganz ähnlich verhält es sich mit Chevaliers (1, Vol. I S. 424) *Gymnosporangium aurantiacum*: Bei Paris kommt *Amelanchier ovalis* nach gütiger Mitteilung von Herrn P. Hariot mehrfach vor, und die entsprechende *Roestelia* ist, wie wir oben gesehen, bei Fontainebleau beobachtet. Zudem figuriert bei Chevalier ebenfalls *Juniperus Sabina* als Wirtspflanze. Es können also auch hier mehrere Gymnosporangien gemeint sein. Es würde uns jedoch viel zu weit führen, wenn wir für alle älteren Autoren, welche die Teleutosporenform von *Gymnosporangium juniperinum* unter diesem oder einem anderen Namen beschreiben, untersuchen wollten, was für eine der heute zu unterscheidenden Formen sie vor sich gehabt haben mögen. Nur eine einzige Benennung soll hier noch Platz finden, nämlich *Podisoma foliicolum* Berkeley (in Smith Engl. Flora): Da wir aus unserer Untersuchung wissen, daß die auf *Sorbus aucuparia* lebende *Roestelia* häufiger auf den Blättern zur Teleutosporenbildung übergeht, so haben wir es hier so gut wie sicher mit dem typischen, auf *S. aucuparia* übergehenden *G. juniperinum* zu tun.

Schon früh haben dagegen die Autoren die *Roestelia* auf *Sorbus aucuparia* und diejenige auf *Amelanchier ovalis* mit besondern Namen belegt: De Candolle (1, Vol. II S. 247 und Vol. VI S. 97) unterscheidet ein *Accidium cornutum* Pers. und ein *Accidium Amelanchieris*, und Chevallier trennt sein *Centridium mammosum* (= *Acc. Amelanchieris* DC.) von *Centridium Sorbi*.

Untersuchen wir nun ferner, ob die Autoren, welche Infektionsversuche gemacht haben, durch diese zur Trennung der beiden Arten geführt worden sind:

Oersted (1) erwähnt als Versuchspflanze nur *Sorbus aucuparia*, und wie wir schon oben erwähnt haben gelang es ihm,

dieselbe mit zweigbewohnenden Teleutosporenlagern des *G. juniperinum* zu infizieren. Auch Rathay (1) und Plowright (1) benützten bei ihren Versuchen offenbar *Amelanchier ovalis* nicht, aber ersterer stellt das *Accidium Amelanchieris* wegen seines Vorkommens an Teleutosporenstandorte zu derselben Spezies wie den Pilz von *Sorbus aucuparia*. Der erste, der *Amelanchier ovalis* als Versuchspflanze bezog, war unseres Wissens Peyritsch: Im Innsbrucker Herbar liegen Blätter dieser Pflanze, auf welchen er in den Jahren 1883 und 1885 durch Infektion mit *G. juniperinum* Roestelien erzogen hatte. Aber leider ist aus den beigefügten Notizen nicht zu ersehen, ob dasselbe Teleutosporenmateriale auch gleichzeitig auf *Sorbus aucuparia* gebracht worden ist. — Dagegen berichtet von Tubeuf (1), daß Versuche, welche er im Jahre 1892 mit nadelbewohnenden Lagern unternahm, nur auf *Sorbus aucuparia*, solche dagegen, die er im Jahre 1891 mit zweigbewohnenden Teleutosporenpolstern ausgeführt, nur auf *Amelanchier* Erfolg erzielten, der übrigens nur in Pyknidenbildung bestand. Es kommt also von Tubeuf das Verdienst zu, als erster die Verschiedenheit der beiden Gymnosporangien in einem Experiment beobachtet zu haben. Aber er verfolgte die Sache nicht weiter und war zu vorsichtig, um aus den gemachten Erfahrungen einen weiteren Schluß zu ziehen; er hebt vielmehr im gleichen Aufsätze ausdrücklich hervor, daß man auf Mißerfolge, d. h. auf dem Nichtgelingen einer Infektion keinen Schluß aufbauen dürfe und daß nur positiver Erfolg zu weiteren Folgerungen berechtigt. Zudem konnte er später (2) sowohl mit nadelbewohnenden Lagern als auch mit solchen von kleineren Zweigen *Sorbus aucuparia* infizieren. Er hält daher an der Identität der beiden Roestelien fest. — Die Beobachtungen, welche seit dieser Zeit über *G. juniperinum* publiziert worden sind (von Klebahn und Liro) berühren unsere Frage nicht.

Wenn man sich nun schließlich, gestützt auf diese Ausführungen, nach dem Namen umsieht, welcher den beiden von uns unterschiedenen Gymnosporangien vom Typus des *G. juniperinum* zu geben ist, so begeht man jedenfalls kaum einen Fehler, wenn man diesen alten Linnéschen Speziesnamen für die auf *Sorbus aucuparia* übergehende Form reserviert. Für

die auf *Amelanchier ovalis* übergehende Form liegen dagegen die Dinge so: wenn man bei den heteroecischen Uredineen die erste Benennung, die überhaupt für irgend eine Sporenform gegeben worden ist, als die gültige anerkennt, so müßte dieser Pilz *Gymnosporangium Amelanchieris* (DC) heißen, denn de Candolle war es, der zum ersten Male das Aecidium als *Aec. Amelanchieris* bezeichnet hat. Falls man aber in einem derartigen Falle — was nach unserem Dafürhalten richtiger ist — den ersten für die Teleutosporen gegebenen Namen akzeptieren will, so liegt bisher kein Name vor, der sich unzweifelhaft auf unser *Gymnosporangium* bezieht; es müßte dasselbe somit neu benannt werden. Um nun nicht unnötigerweise die Synonymie zu vermehren, schlage ich aufs neue den Speziessnamen *Amelanchieris* vor, der ja, auch wenn man ihn auf die Teleutosporen bezieht, nichts widersinniges enthält (wie das z. B. für einen Namen wie *Puccinia poculiformis* der Fall wäre), sondern einfach besagen soll, daß dieses *Gymnosporangium* auf *Amelanchier* übergeht.

VI.

Außer auf *Sorbus aucuparia* und *Amelanchier vulgaris* geben die Kryptogamenflore das Vorkommen der *Roestelia*form von *Gymnosporangium juniperinum* auch auf *Sorbus torminalis* an. Es fragt sich nun, wie es sich mit dieser Aecidienform verhält. In meinen oben beschriebenen Versuchen ging weder *G. juniperinum* s. str. noch *G. Amelanchieris* auf *Sorbus torminalis* über. Die betreffenden Versuche waren zwar nicht zahlreich, aber sie sprechen doch dafür, daß auch die auf dieser Pomacee lebende *Roestelia* wieder einem besonderen *Gymnosporangium* angehört. Damit steht auch die geographische Verbreitung im Einklang: die *Roestelia* auf *Sorbus torminalis* ist bis jetzt in der Schweiz nur in der Gegend von Genf bekannt. Sie ist auch bei Neuchâtel, wo die Aecidienform auf *Sorbus aucuparia* und *Amelanchier* vorkommt, nicht beobachtet. Herr Dr. Eug. Mayor schreibt mir darüber: »*Sorbus torminalis* est partout indemne, bien qu'il soit toujours en compagnie de *S. aucuparia* et *Amelanchier*: je n'ai pas vu une seule feuille malade, et je vous assure que j'ai examiné des centaines d'arbres ou arbustes.« —

Auch in morphologischer Hinsicht weicht vielleicht die *Roestelia* auf *Sorbus torminalis* von den beiden anderen ein wenig ab: es schien mir manchmal, als ob die Leisten an den Seitenwänden der Peridienzellen etwas ausgesprochener ausgebildet seien als bei *G. juniperinum* und *G. Amelanchicris* und sich in ihrem Aussehen etwas mehr denjenigen von *G. confusum* nähern, das, wie ich gezeigt habe (3, S. 1 ff.), ebenfalls auf *Sorbus torminalis* übergehen kann.

Daß die Teleutosporen dieser *Roestelia* auf *Juniperus communis* zu suchen sind, dafür sprechen schon die Beobachtungen von Klebahn. Dieser berichtet (1, S. 79): »Ich habe im Forst bei Jena Aecidienflecke auf *Sorbus torminalis* beobachtet, und hier ist eine Infektion von *Juniperus Sabina* wohl ausgeschlossen, da diese Pflanze weder im Walde auf den betreffenden Berg Höhen vorkommt, noch schwerlich in genügender Nähe in Gärten angepflanzt sein kann.« Zum gleichen Resultate führen die Beobachtungen an einem Standorte in der Gegend von Genf, welchen Herr Dr. E. Mayor entdeckt hat, und den ich selber besucht habe. Auch hier ist eine von *Juniperus Sabina* ausgehende Infektion ausgeschlossen; dafür aber steht *Juniperus communis* unmittelbar neben den befallenen *Sorbus torminalis*, und an letzteren waren besonders die unteren Blätter reichlich mit Infektionsflecken besetzt. In einigen Fällen waren Blätter über und über mit solchen bedeckt und gerade diese befanden sich, soweit ich mich erinnern kann, hart neben den *Juniperus*-pflanzen.

Ob nun die zu diesen Aecidien gehörigen Teleutosporen morphologisch dem Typus des *Gymnosporangium juniperinum* entsprechen oder nicht, das werden erst Infektionsversuche lehren. Klebahn (l. c.) hat solche mit *Gymnosporangien* ausgeführt, die am Standorte der *Roestelia* gesammelt worden waren, aber er erzielte damit auf *Sorbus torminalis* kein positives Resultat.

Verzeichnis der zitierten Publikationen.

- Baumberger, E., 1. Die Felsenheide am Bielersee. Wissenschaftliche Beilage zum Bericht der Töcherschule in Basel pro 1903/04. Basel 1904.
 de Candolle, I. Flore Française. Paris 1815.

- Chevalier, 1. Flore générale des environs de Paris. Vol. I 1826.
- Chodat, R., 1. Les dunes lacustres de Sciez et les Garides. Bulletin de la société botanique suisse. Heft XII, 1902.
- Christ, H., 1. Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich 1879.
- Dietel, P., 1. Über die Unterscheidung von *Gymnosporangium juniperinum* und *G. tremelloides*. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift 1895. Heft 8.
- Fischer, Ed., 1. Die Uredineen der Schweiz. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Band II, Heft 2. Bern 1904.
2. Biologie du Genre *Gymnosporangium* des Urédinées. Comptes rendus de la société helvétique des sciences naturelles réunie à Fribourg 1907. Archives des sciences physiques et naturelles 4 période T. XXIV Nov. 1907.
3. Fortsetzung der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen über Rostpilze. Berichte der schweizerischen botanischen Gesellschaft. Heft XIV, 1904, S. 1.
4. Die Zugehörigkeit des *Accidium penicillatum*. Hedwigia. Bd. 34, 1895, S. 1—6.
5. Der Speziesbegriff bei den parasitischen Pilzen. Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 88. Jahresversammlung in Luzern. Luzern 1905, S. 300—308.
- Fries, E., 1. *Systema mycologicum*. Vol. III, S. 506.
- Fuckel, L., 1. *Symbolae Mycologicae*. Wiesbaden 1869, S. 375.
- Haller, Albrecht, 1. *Historia stirpium indigenarum Helvetiae inchoata*. Bern 1768.
- Hariot, P., 1. Les Urédinées (Rouilles des Plantes). Encyclopédie scientifique publiée sous la direction du Dr. Toulouse. Paris 1908.
- Klebahn, H., 1. Kulturversuche mit Rostpilzen. 12. Bericht (1903 u. 1904). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1905, S. 79.
- Linné, C., 1. *Species plantarum*. Editio 1, T. II, 1753.
- Liro, J. Ivar (Lindroth), 1. Kulturversuche mit Finnischen Rostpilzen I. Acta societatis pro Fauna et Flora Fennica. Vol. 29, No. 6, 1906, S. 22.
- Magnus, P., 1. Erstes Verzeichnis der ihm aus dem Kanton Graubünden bekannt gewordenen Pilze. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. Neue Folge, Bd. 34, Chur 1891.
2. Die Pilze (Fungi) von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. Innsbruck 1905.
- Oersted, A. S., 1. Nouvelles observations sur un champignon parasite dont les générations alternantes habitent sur deux plantes hospitalières différentes. Bulletin de l'académie royale des sciences de Copenhague 1866.
- Plowright, Ch. B., 1. Experimental observations on certain british heteroecious Uredines. Linnean Society's Journal. Botany. Vol. XXIV, S. 96.
2. British Uredineae and Ustilagineae. London 1889.
- Rathay, E., 1. Untersuchungen über die Spermogonien der Rostpilze. Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien. Mathemat. naturwiss. Klasse. Bd. 46, 1883, S. 21.
- Schröter, J., 1. Beiträge zur Kenntnis der nordischen Pilze. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur aus dem Jahre 1887, S. 266 ff.

von Tubeuf, C., 1. Die nadelbewohnende Form von *Gymnosporangium juniperinum*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Bd. III, 1893, S. 201.

2. Infektionsversuche mit *Gymnosporangium juniperinum* auf den Nadeln von *Juniperus communis*. Arbeiten aus der biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft am kaiserl. Gesundheitsamt. Band II, Heft 1, Berlin, 1901, S. 177 f.

Woernle, P., 1. Anatomische Untersuchung der durch *Gymnosporangium*arten hervorgerufenen Mißbildungen. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift 1894.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer Eduard

Artikel/Article: [Studien zur Biologie von Gymnosporangium juniperinum. 683-714](#)