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: 5 (1915)

Heft: 3

Artikel: Weitere Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Biologie der Protomycetaceen

Autor: Büren, Günther von

Kapitel: 4: Die Gattung Volkartia

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-821084

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: 15.07.2025

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

IV. Die Gattung Volkartia.

Im Jahre 1916 hatten wir (v. Büren 1917) den Nachweis erbringen können, dass *Volkartia* in den unterirdischen Teilen seiner Wirtspflanzen perenniert und dass dieser Parasit von da aus alljährlich wieder die neuen Triebe seines Wirtes infiziert.

Wir können jetzt, nachdem wir seither mehrere Jahre hindurch befallene Pflanzen in unseren Kulturen beobachtet haben, diese Feststellungen nur bestätigen und nunmehr noch beifügen, dass eingetopfte, unter etwas veränderten Bedingungen lebende Pflanzen nicht «gesunden», sondern dass sich jedes Frühjahr bereits ihre ersten Triebe als pilzbefallen erzeigten.

Für *Volkartia umbelliferarum* hatten wir damals (1917) auch schon feststellen können, dass dieser Parasit selbst die Blütenteile seiner Wirtspflanze nicht verschont. Die Frage aber, ob es bei solchen befallenen Blüten überhaupt zum Fruchtansatz kommt, war bis dahin noch offen geblieben.

Ich habe seither diese Untersuchungen weitergeführt, und so bin ich heute in der Lage, über die morphologischen Verhältnisse der Gattung *Volkartia* einige ergänzende Mitteilungen zu machen. Bezüglich der Biologie dieser Pilzgattung haben unsere Nachforschungen leider noch zu keinen positiven endgültigen Resultaten geführt. Wir glauben aber trotzdem, dass es gerechtfertigt ist, wenn hier wenigstens das bis jetzt gesicherte Tatsachenmaterial mitgeteilt wird.

1. Volkartia umbelliferarum (Rostr.) v. Büren auf Heracleum Sphondylium L.

a. Einfluss des Parasiten auf den Wirt.

Am 13. VIII. 1917 fixierte ich (mit 96 % Alkohol) auf einer kleinen Waldwiese bei der untern Innbrücke unweit Schuls (Unterengadin) Blüten von *Heracleum Sphondylium*, die von *Volkartia* befallen waren. Dort konnten ebenfalls ziemlich ausgereifte Früchte infizierter *Heracleum*-Stöcke eingesammelt werden.

Es bot sich nunmehr Gelegenheit, an diesem Material weitere Untersuchungen über die Ausbreitung und das Verhalten dieses Pilzes in den reproduktiven Teilen seines Wirtes anzustellen. Die fixierten Blüten wurden in der üblichen Weise in Paraffin eingebettet und hernach in 15 μ dicke Schnittserien zerlegt. Solche Präparate erfuhren nach der Auflösung des Paraffins eine Behandlung mit Chlorzinkjod,

wodurch das Mycel lebhaft violett gefärbt wird, so dass selbst die kleinsten Spuren des Parasiten mit Sicherheit nachgewiesen werden können.

Zunächst konnte festgestellt werden, dass das Mycel auch in die Antheren eindringt, und zwar liess sich der Parasit sowohl in der Antherenwand, Fig. 21 (siehe auch Fig. 22 u. 23), als auch im Konnektiv nachweisen. Mitunter dringt das Mycel sogar in das Innere der Antherenfächer ein. In solchen Fällen zeigen die Pollenkörner degenerative Erscheinungen, indem ihr Inhalt stark lichtbrechend und mehr oder weniger geschrumpft erscheint. Andererseits ist hervorzuheben, dass in sonst von Mycel stark durchwucherten Blüten die Pollen normal entwickelt sind, sofern der Pilz nicht in die Antherenfächer selber eindringt.

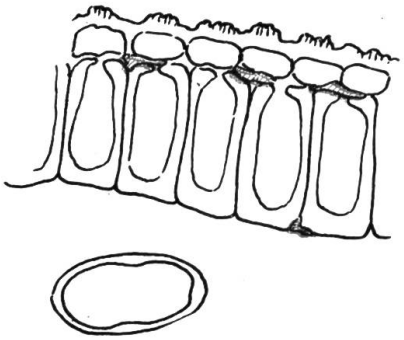

Fig. 21.
Partie aus der Antherenwand von *Heracleum Sphondylium*, in welche Hyphen (in der Figur rot eingetragen), von *Volkartia umbelliferarum* eingedrungen sind. Leitz Oc. 1, Obj. 7. Vergr. ca. 335.

Ähnliche Verhältnisse in bezug auf die Schädigung durch den Pilz liegen bei den Samenanlagen vor.

In Blüten, deren Fruchtknotenwand vom Parasiten stark durchwuchert sind, scheinen die Samenanlagen trotzdem in ihrer normalen Entwicklung nicht gehindert zu sein, auch dann scheint diese noch normal zu verlaufen, wenn das Mycel im Funiculus und in die Integumente vordringt. Sobald aber der Parasit in das Innere des Embryosackes gelangt, so wird die Weiterentwicklung der Samenanlage sistiert; wahrscheinlich ist bereits bei einer starken Ausbreitung des Mycels im Nucellus die normale Entwicklung zur Frucht sehr gefährdet.

Es ist klar, dass auch dann eine Fruchtbildung unterbleibt, wenn zur Zeit der Befruchtung die Infektion im Griffel und Griffelpolster bereits eine so starke Ausdehnung angenommen hat, dass der Pollenschlauch geschädigt wird, oder sein Eindringen überhaupt verunmöglicht ist. Entsprechend diesen Beobachtungen haben wir bei der Untersuchung einer grossen Anzahl reifer *Heracleum*-Früchte nur deren Fruchtwand, mitunter auch die Samenschale, die hier aus zwei Zellagen aufgebaut ist, vom Pilz behaftet gefunden. In diesen Fällen

waren der Embryo und das Endosperm vollständig normal ausgebildet. Es gelang uns dagegen niemals, in den von uns untersuchten Fruchtexemplaren auch nur Spuren von Mycel im Endosperm oder im Embryo nachzuweisen.

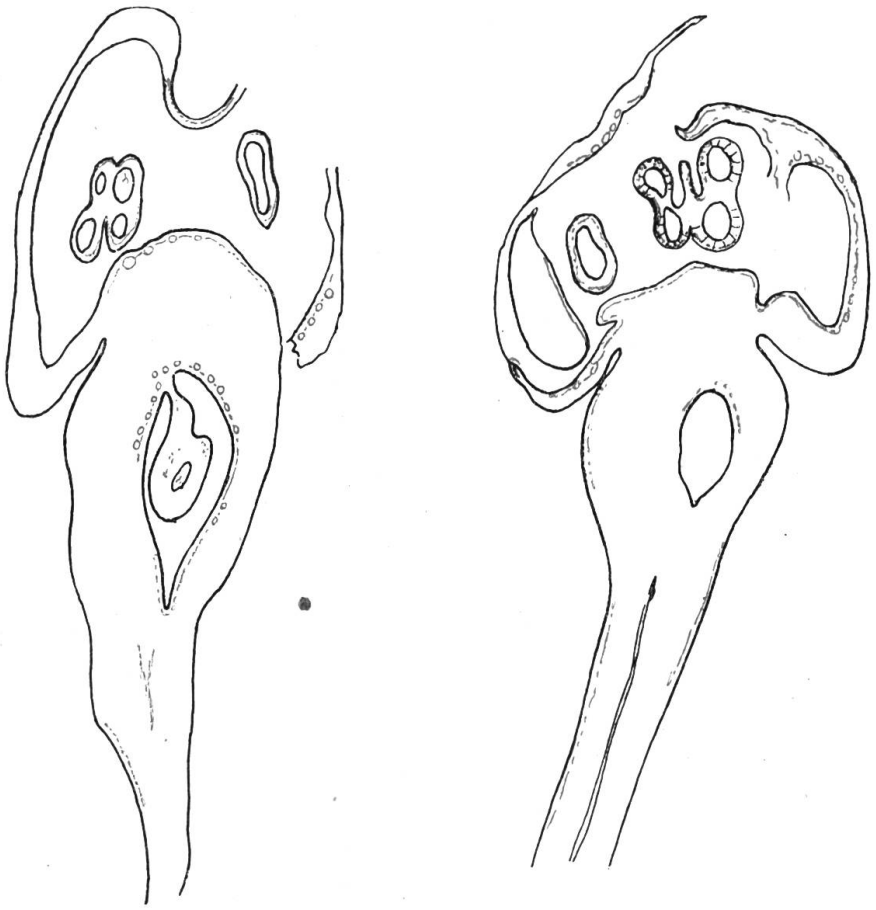

Fig. 22 und 23. Längsschnitte durch Blüten von *Heracleum Sphondylium*, die von *Volkartia umbelliferarum* befallen sind. Die Verbreitung des Parasiten ist in den Figuren durch die roten Linien und Kreise angedeutet. Nach 15 μ dicken Mikrotomschnitten, die mit Chlorzinkjod behandelt worden sind. Fixierung mit 96 % Alkohol. Leitz Oc. 3, Obj. 1. Vergr. ca. 26.

Es ist natürlich die Möglichkeit nicht unbedingt auszuschliessen, dass bei der Prüfung einer noch grösseren Anzahl von *Heracleum*-Früchten, die von *Volkartia* befallenen Pflanzen stammen, sich vielleicht mitunter, wenn auch nur sehr selten, doch solche finden liessen, bei denen der Parasit in den Embryo eingedrungen ist.

Wir sind aber auf Grund unserer Beobachtungen eher zur Annahme geneigt, dass es im vorliegenden Fall nur dann zur Fruchtreife kommt, wenn der Pilz auf die äusseren Teile der Frucht beschränkt bleibt, dass aber ein Abortus derselben eintritt, sobald der Parasit ihre inneren Partien erreicht.

In unserer oben erwähnten Arbeit (p. 11) hatten wir gesagt, dass der Pilz im Innern des Fruchtknotens zur Sporenbildung schreitet; wir hatten uns damals vorgestellt, dass sich diese Sporen in älteren Blüten und namentlich auch in den reifenden Früchten weiter entwickeln würden, um eventuell bei der Übertragung des Parasiten auf den jungen *Heracleum*-Keimling eine Rolle zu spielen. Ich habe nun diese sporenartigen Gebilde tatsächlich auch in älteren Blüten gefunden (vergl. Fig. 22), hier schienen sie jedoch keine entsprechende Weiterentwicklung erfahren zu haben. In der Fruchtwand ausgereifter Früchte konnten diese Gebilde nicht mehr gefunden werden und somit scheint mir ihre Sporennatur in Frage gestellt. Vielleicht handelt es sich in Wirklichkeit nur um eine besondere Ausbildung des Mycels, auf jeden Fall bedarf dieser Punkt noch der Abklärung.

b. Biologisches.

Die Tatsache, dass an und für sich normal ausgebildete Früchte Pilzmycel in sich bergen und ferner der Umstand, dass es uns trotz mannigfach variierter Infektionsversuche nicht gelungen ist, mit Endosporen aus Sporangien, die den Sommer über auf den Blättern der Wirtspflanze gebildet werden, eine Übertragung der Parasiten zu erzielen, drängten die Vermutung auf, dass möglicherweise doch aus infizierten Früchten pilzbefallene *Heracleum*-Pflanzen herangezogen werden könnten.

Im einzelnen kann man sich die Übertragung so vorstellen, dass das Mycel in der Fruchtwand während der Entwicklung des Keimlings auf diesen übergeht, eine Annahme, die übrigens durch den Umstand nahegelegt wird, dass die Fruchtwand oft noch lange Zeit mit den Cotyledonen in engem Kontakte bleibt.

Wir haben denn auch zur Prüfung dieser Frage entsprechende Versuche eingeleitet und dazu Fruchtmaterial verwendet, das von drei verschiedenen Standorten herrührte. Die mikroskopische Prüfung dieser Materialien hatte auch ergeben, dass ein ziemlich grosser Prozentsatz der Früchte vom Pilz befallen war. Das Resultat blieb jedoch in allen drei Versuchsgruppen ein vollständig negatives, d. h. sämtliche *Heracleum*-Pflänzchen waren gesund und blieben auch während der ganzen Dauer der Beobachtung (zirka 1½ Jahre) pilzfrei.

Bevor die Übertragung von *Volkartia* durch die infizierten Früchte ganz in Abrede gestellt werden kann, müssen noch weitere, in grösserem Maßstab angelegte Aussaatversuche mit Fruchtmaterial, das von befallenen *Heracleum*-Pflanzen stammt, zur Ausführung gelangen. Der häufigen Wiederholung dieser Experimente steht allerdings die schwierige Beschaffung des Materials entgegen. Einmal ist zu be-

rücksichtigen, dass befallene *Heracleum*-Stauden sehr oft vollständig pilzfreie Blühtriebe hervorbringen, so dass die für unsere Zwecke geeigneten Pflanzen eher selten sind. Ferner benötigen die Früchte der *Umbelliferen* einen längeren Zeitraum zu ihrer Entwicklung, so dass die allermeisten Blütendolden von *Heracleum* im allgemeinen lange bevor ihre Früchte ausgereift sind, ein Opfer der Sense werden.

2. Volkartia rhaetica Maire auf Crepis pygmaea L., Cr. conyzifolia (Gouan) Dalla Torre, Cr. blattarioides (L.) Vill. und Cr. mollis (Jacq.) Ascherson.

Die biologische Identität dieses Pilzes auf den verschiedenen *Crepis*-Arten ist noch durch Experimente zu bestätigen. Die morphologischen Verhältnisse der auf *Crepis conyzifolia* und *Cr. blattarioides* lebenden Pilze, die wir aus eigener Anschauung kennen, sind vollständig übereinstimmend.[1]) Für *Volkartia rhaetica* auf *Crepis conyzifolia* ist durch den Fund von Herrn Prof. Ed. Fischer ein weiterer Standort für die Schweiz bekannt geworden (Riederalp, Wallis, 1930 m ü. M., 22. Juli 1919!). Weitere Standorte von *Volkartia rhaetica* auf *Crepis blattarioides*, namentlich für die Westschweiz, sind von Herrn Eug. Mayor aufgefunden worden (Mayor 1918, p. 144). Auf *Crepis pygmaea* und *Cr. mollis* ist dagegen unseres Wissens dieser Pilz in der Schweiz noch nicht gefunden worden.

a. Einfluss des Parasiten auf den Wirt nebst einigen Bemerkungen zur Systematik der Gattung Volkartia.

Zunächst seien hier einige Beobachtungen über den Vorgang der Endosporenbildung von *Volkartia rhaetica* mitgeteilt, die ich an lebendem Material vorzunehmen Gelegenheit hatte.

Diesen Vorgang hatten weder Volkart (1903) noch R. Maire (1907), die sich mit dem vorliegenden Pilz beschäftigt haben, im einzelnen beobachten können. Auch ich hatte seinerzeit, wie die oben genannten Autoren, nur die Anfangs- und die Endstadien der Endosporenbildung gesehen. Die Umlagerungen des Plasmas hatte sich unserer Beobachtung entzogen. Volkart und R. Maire erwähnen beide ausdrücklich, dass auch fixiertes Material ihnen aus Mangel an geeigneten Stadien nicht ermöglicht habe, sich über diesen Vorgang im einzelnen zu unterrichten; ich konnte meinerseits aus dem gleichen Grund die Untersuchungen der oben genannten Autoren in diesem Punkte nicht ergänzen.

---

[1]) Zweckmässiger wäre es eigentlich, hier den Speziesnamen *Crepidis* zu gebrauchen, da dieser Pilz eine ziemlich allgemeine Verbreitung zu haben scheint. Dieser Speziesname ist bereits von Lagerheim vorgeschlagen worden, als er seinerzeit diesen Pilz auf *Crepis mollis (Jacq.) Ascherson (Cr. succisifolia Tausch)* gefunden hatte. (Vestergr. rar. sel. No. 719 (1903) unter dem Namen *Taphridium Crepidis* ohne Beschreibung herausgegeben).

Durch eine gelegentliche Beobachtung ist es uns gelungen, etwas tiefer in die Vorgänge einzudringen, die sich bei der Endosporenbildung von *V. rhaetica* vollziehen.

Wir hatten einen Querschnitt durch ein von *Volkartia rhaetica* befallenes Blatt hergestellt und in Wasser unter Deckglas untersucht. Als nach zirka einer Stunde das betreffende Präparat nochmals unter das Mikroskop gelegt wurde, machten wir die Wahrnehmung, dass aus mehreren Sporen das Endosporium eben im Begriff war auszutreten. Diese Beobachtung veranlasste uns, mit dem Rest des zur Verfügung stehenden Materials sofort Kulturen im hängenden Tropfen in feuchter Kammer anzulegen.

Nach 1½ Stunden fingen in diesen Kulturen die Endosporien bereits an als schlauchartige Gebilde auszutreten. Im Innern derselben ist das Plasma zunächst vollständig homogen. Nach Verlauf einer weiteren Stunde beginnt sich das Plasma zu vakuolisieren; die Vakuolen verschmelzen allmählich, um endlich eine grosse zentrale Vakuole zu bilden. Dadurch wird der protoplasmatische Inhalt an die Peripherie des Sporangiums gedrängt, wo er einen Wandbelag bildet. Dieser Wandbelag wird sehr bald in einzelne Plasmaportionen zerlegt, aus denen sich die Endosporen differenzieren. Möglicherweise findet bei der Aufteilung der wandständigen Plasmaportionen zu Sporen die Reduktionsteilung statt, wie das bei der Gattung *Protomyces* in diesem Stadium der Fall ist. Es wird allerdings noch einer cytologischen Untersuchung bedürfen, um den Beweis zu dieser Annahme zu erbringen.

Nachdem sich die Endosporen zu einem ballartigen Gebilde am Scheitel des Sporangiums angehäuft haben (Fig. 27, p. 90), werden sie durch Platzen des letzteren nach aussen entleert, wo sie alsbald paarweise kopulieren; mitunter wurde hier eine Kopulation bereits innerhalb des Sporangiums beobachtet. Der ganze Vorgang der Keimung, vom Beginn des Austretens des Endosporiums an gerechnet bis zum Entleeren der Endosporen, dauert nach unseren Beobachtungen zirka 10—12 Stunden.

Wir sehen also, dass hier die Plasmaumlagerungen, die zur Endosporenbildung führen, sich in prinzipiell der gleichen Art und Weise vollzieht wie bei irgend einer *Compositen* bewohnenden Spezies der Gattung *Protomyces*.[1])

---

[1]) Es muss zwar hier noch ausdrücklich gesagt werden, dass offenbar bei *Volkartia rhaetica* die Plasmaumlagerungen, welche zur Sporenbildung führen, sich zuweilen auch in der Chlamydospore abspielen können. Wir haben des öfteren Chlamydosporen im Blatt gesehen, deren Inneres bereits mit Endosporen erfüllt war. Dieser Punkt muss auch Maire (1907 p. CXLVI) aufgefallen sein, wenn er

Dass die Sporen der Gattung *Volkartia* bereits einige Stunden, nachdem sie in Wasser gebracht worden sind, zu keimen beginnen (*Protomyces*-Sporen liegen bis zum Beginn der Keimung im allgemeinen 4—5 Tage im Wasser), ferner dass sich die Keimung nicht ausschliesslich in den Abend- und Nachtstunden vollzieht, sondern auch tagsüber erfolgen kann, sind physiologische Merkmale. Diese Merkmale sind gegenüber der Gattung *Protomyces* nicht einmal besonders hoch einzuschätzen, seitdem wir den Entwicklungsgang von *Protomyces inundatus Dangeard*, der auf *Apium nodiflorum* lebt, an lebendem Material studiert haben (v. Büren 1918); wo sich der Keimungsvorgang bezüglich der Zeit ähnlich vollzieht, wie es soeben für *Volkartia* dargestellt worden ist.

Wir werden auf diese Verhältnisse sogleich noch zurückzukommen haben.

Durch diesen Sachverhalt erscheint es uns begreiflich, dass es den Autoren, die sich bis jetzt mit *Volkartia rhaetica* beschäftigt haben, nicht gelingen wollte, die Plasmaumlagerungen an fixiertem Material zu studieren. Das «Erfassen» der dazu geeigneten Stadien ist hier natürlich sehr von äusseren Umständen abhängig, abgesehen davon, dass die einzelnen Entwicklungsstufen sehr rasch durchlaufen werden.

Wir stellen uns vor, dass das Austreten des Endosporiums dann erfolgt, wenn die infizierten Blätter, die reife Sporen bergen, von Regen berieselt werden oder, was die Regel sein wird, dann, wenn sie vom Tau befeuchtet sind. Diese Annahme gewinnt auch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass *Volkartia* befallene Pflanzen vorwiegend an feuchten, kühlen Standorten angetroffen werden, so z. B. auf Wässermatten, ferner auf Wiesen in unmittelbarer Nähe von Waldrändern, Orte wo die Taufeuchtigkeit bis in die Mittagsstunden erhalten bleibt.

Nun widerstrebt es der herkömmlichen Praxis, bei trüber, feuchter Witterung zu fixieren.

Für die in Frage stehende Untersuchung muss nun aber, nach dem, was wir jetzt über den Entwicklungsgang dieses Pilzes wissen, die Fixierung gerade bei regnerischem Wetter ausgeführt werden, oder in den Vormittagsstunden, während welchen die befallenen Pflanzen noch vom Tau befeuchtet sind, um die Stadien der Plasmaumlagerungen zu erlangen.

---

sagt: «Les spores sont quelquefois formées avant la rupture de la membrane externe, d'autrefois elles se forment dans le sac ascoide.» — Es ist nun schwer zu beurteilen, nach welchem Modus sich die Entwicklung in der Natur häufiger abspielt.

Obschon meine Untersuchungen über die Gattung *Volkartia* noch lückenhaft sind, namentlich auch in cytologischer Hinsicht, sei es mir trotzdem gestattet, hier einige Erörterungen einzufügen, welche die Systematik der in Frage stehenden Pilzgattung betreffen.

Wir hatten seinerzeit (v. Büren 1915, p. 71—72) entsprechend dem damaligen Stand der Untersuchungen innerhalb der *Protomycetaceen* die folgende Gruppierung vorgenommen:

Volkartia (umbelliferarum u. rhaetica)

Sporen entstehen regellos in der Chlamydospore. Austreten des Endosporiums nach Fertigstellung der Sporen.

Taphridium (algeriense u. inundatum.)

Sporen entstehen wandständig in der Chlamydospore. Endosporium sehr wahrscheinlich nicht austretend.

Protomyces- (macrosporus, pachydermus, Crepidis u. kreuthensis)- Sporen entstehen wandständig im ausgetretenen Endosporium. Sporen kopulieren.

Protomycopsis (Leucanthemi u. Bellidis)

Wie *Protomyces*, aber Sporen nicht kopulierend.

Heute, nachdem es uns gelungen ist, neue Tatsachen über die morphologisch-entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse dieser Pilze beizubringen, bedarf naturgemäss diese Gruppierung einer Revision.

Die Gruppen 3 und 4 können wir hier vorläufig ausser acht lassen.

Aus der Gruppe 2 *(Taphridium)* ist die Spezies *inundatum* bereits ausgeschieden worden, nachdem wir im Jahre 1917, als sich uns die Gelegenheit bot, diesen Parasiten an lebendem Material zu studieren, erkannt haben, dass dieselbe der Gattung *Protomyces* beizuordnen ist (vergl. v. Büren 1915 u. 1918). In der Gattung *Taphridium Lagerheim* et *Juel* blieb somit einzig die Spezies *algeriense* übrig.

Was nun die Gattung *Volkartia* (Gruppe 1) anbelangt, und zwar zunächst die Spezies *rhaetica*, so haben wir nun durch die oben dargelegten Untersuchungen (p. 83—84) an lebendem Material feststellen können, dass die Endosporen hier keineswegs regellos in der Chlamydospore gebildet werden, sondern dass sie sich aus einem wandständigen Plasmabelag differenzieren. Dieser Vorgang spielt sich nun allerdings in dem als schlauchförmiges Gebilde austretenden Endosporium ab, und diese Feststellung führte uns dazu, in Erwägung zu ziehen, ob diese Spezies nicht der Gattung *Taphridium* beizuordnen sei; denn dem Umstand, an welchem Ort sich die Plasmaumlagerungen vollziehen, ob also dies in der Chlamydospore selber, oder in dem als Blase oder Schlauch ausgestülptem Endosporium ge-

schieht, kann seit unsern Untersuchungen an *Protomyces inundatus Dang.* keine prinzipielle Bedeutung mehr beigemessen werden.[1])

Es ist jetzt nur noch die Frage, wie sich in dieser Beziehung *Volkartia umbelliferarum* verhält. Die Möglichkeit scheint mir nicht ausgeschlossen zu sein, dass sich auch hier die Sporenbildung in einem wandständig gelagerten Plasmabelag vollzieht, denn es will nicht recht verständlich erscheinen, warum gerade diese Spezies sich in einem Punkt abweichend verhalten sollte, der sonst in der ganzen Pilzgruppe durchgreifend zu sein scheint.

Ich kann nicht umhin, die Vermutung auszusprechen, dass dieses Stadium der Plasmaumlagerung (wandständiger Plasmabelag) wahrscheinlich in meinen Präparaten nicht vorhanden war, was an und für sich nicht verwunderlich ist, da dasselbe, nach den Erfahrungen bei den andern Gattungen zu urteilen, eher rasch durchlaufen wird. Juel (1902, p. 29) sagt zwar ausdrücklich, dass die Sporenbildung bei *Taphridium umbelliferarum* im ganzen Zellraum stattfindet, aber trotzdem scheint es mir nicht ausgeschlossen, dass sich der in Frage stehende Wandbelag auch ihm vielleicht der Beobachtung entzogen hat.

Falls sich unsere Vermutung durch neuere Untersuchungen [2]) bestätigen sollte, so müsste dann die Gattung *Volkartia* (R. Maire 1907) fallen gelassen werden. Den Internationalen Regeln der Botanischen Nomenklatur (Brüssel 1905 und 1910) zufolge wäre sodann dem Gattungsnamen *Taphridium (Lagerheim* et *Juel* 1902) die Priorität zu geben; damit würde also dann die Gattung *Taphridium* wieder im selben Umfang erscheinen, wie sie von Lagerheim und Juel seinerzeit aufgestellt worden war.

Seinerzeit hatten wir bereits auch für *Volkartia rhaetica* den Nachweis erbracht, dass dieser Pilz in den unterirdischen Teilen seiner Wirtspflanze perenniert. Seither habe ich nun auch Gelegenheit gehabt, von *Volkartia rhaetica* befallene Stöcke von *Crepis conyzifolia* [3]) und *blattarioides* [4]) in blühendem Zustand zu untersuchen.

Die Untersuchung der Blüten auf Handschnitten, die mit Chlorzinkjod behandelt worden waren, erlaubte zunächst festzustellen,

---

[1]) Vergl. hierzu auch die Fussnote auf p. 83—84.

[2]) Vergl. hierzu den 3. Teil dieses Kapitels auf p. 89—91.

[3]) Ich verdanke dieses Material sowie auch reife Früchte von pilzbefallenen *Crepis conyzifolia*-Pflanzen Herrn Prof. Ed. Fischer, der die Freundlichkeit hatte, mir dasselbe im Juli 1919 von der Riederalp (Wallis) zuzusenden.

[4]) Dieses Material verdanke ich Herrn Eug. Mayor, der mir dasselbe von Crêt de la Chaille, W. oberhalb dem Felsenzirkus Roche-de-Van (Neuenburger Jura) zusandte (25. VI. 1918).

dass das Mycel im Blütenboden stark verbreitet ist; und zwar sowohl in seinen massiven Randpartien, wo es namentlich den Gefässbündeln, die hier verlaufen, entlang kriecht, als auch im Markgewebe desselben. Hyphen konnten ferner im Hüllkelch, sowie in der Blumenkrone der Randblüten nachgewiesen werden. Längsschnitte durch Blüten, die auf den zentralen Partien infizierter Köpfchen entnommen wurden, zeigten in der Gegend des Hilums, mit welcher sie dem Blütenboden aufsitzen, eine sehr starke Ausbreitung des Mycels; ausserdem konnte in solchen Blüten festgestellt werden, dass der Parasit auf die Fruchtknotenwand übergreift und von da bis in das Leitgewebe des Griffels vordringt (Fig. 24).

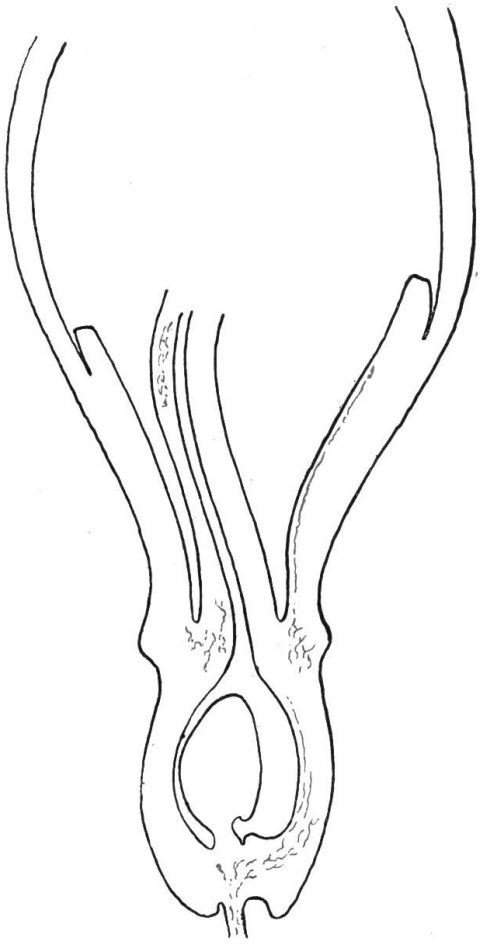

Fig. 24. Längsschnitt durch eine Blüte von *Crepis blattarioides*, die von *Volkartia rhaetica* befallen ist. Die Ausbreitung des Pilzes ist in der Figur durch die roten Linien angedeutet. Nach einem Handschnitt, der mit Chlorzinkjod behandelt worden war. Leitz Oc. 3, Obj. 1. Vergr. ca. 26.

Die Antherenträger und die Antherenwandungen (Fig. 26) werden vom Pilz ebenfalls nicht verschont, wobei jedoch die Pollenzellen völlig normal ausgebildet zu sein scheinen, so lange er nicht in die Antherenfächer eindringt.

An 10—15 μ dicken Mikrotomschnitten, die auch einer Behandlung mit Chlorzinkjod unterworfen worden waren, konnten die an Handschnitten gewonnenen Resultate bestätigt werden. Ergänzend konnte hier noch ermittelt werden, dass der Pilz in den Funiculus und in die Samenanlage zuweilen bis in die unmittelbare Nähe des Embryosackes vordringt (Fig. 25), dass dann aber in diesen Fällen die normale Weiterentwicklung desselben unterdrückt wird.

Was nun die Untersuchung der reifen Früchte anlangt, die von *Volkartia rhaetica* befallenen *Crepis conyzifolia*-Stöcken stammten, so ist zu sagen, dass wir hier die gleichen Verhältnisse angetroffen haben, wie wir sie oben für *Volkartia* befallene *Heracleum*-Früchte

beschrieben haben. In der Fruchtwand ist mitunter reichlich Mycel zu finden, besonders in jenen Zellschichten, welche die Gefässe nach aussen hin begrenzen. Die Hyphen dringen auch zwischen die beiden Zellagen, aus denen hier die Samenschale aufgebaut ist. In allen diesen untersuchten Früchten waren das Endosperm und der Embryo vollkommen normal entwickelt und niemals konnten hier die geringsten Spuren vom Parasiten entdeckt werden.

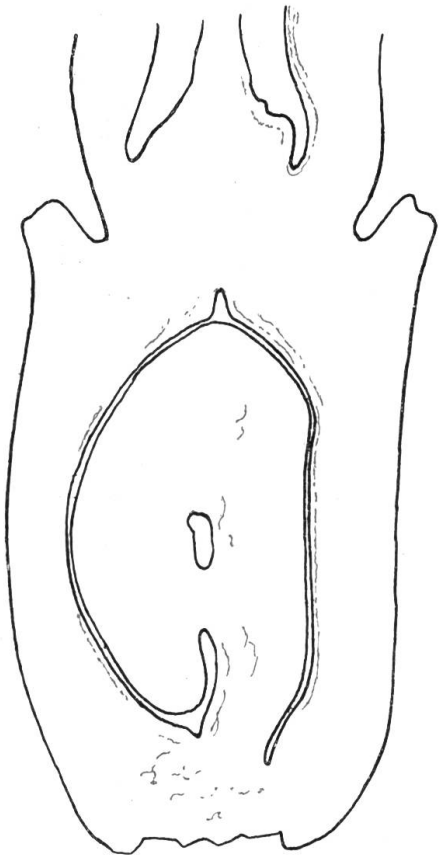

Fig. 25. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten von *Crepis conyzifolia*, der von *Volkartia rhaetica* befallen ist. Der Pilz ist bis in die Samenanlage vorgedrungen. Nach einem 10 μ dicken Mikrotomschnitt. Fixierung mit Chromsäure. Leitz Oc. 1, Obj. 3. Vergr. ca. 60.

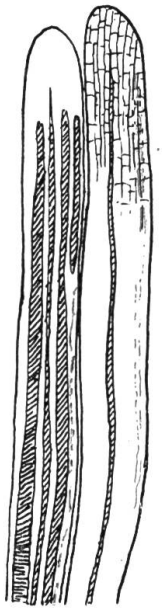

Fig. 26. Antheren von *Crepis blattarioides*, in deren Wandungen Mycel von *Volkartia rhaetica* wuchert. Anthere links im Längsschnitt, diejenige rechts von aussen dargestellt. Nach lebendem Material, das mit Chlorzinkjod behandelt worden war. Leitz Oc. 1, Obj. 1. Vergr. ca. 18.

b. Biologisches.

Aussaatversuche mit befallenen Früchten von *Crepis conyzifolia* hatten durchweg ein negatives Resultat, d. h. sämtliche Pflanzen (zirka 20 Exemplare), die über 1½ Jahre beobachtet wurden, blieben gesund und entwickelten sich kräftig (letzte Kontrolle am 15. August

1921). Infektionsversuche mit Endosporen blieben, selbst bei *Cr. conyzifolia*, bis heute ebenfalls erfolglos; es werden also weitere experimentelle Untersuchungen notwendig sein, um die Art und Weise der Übertragung dieses Parasiten klarzulegen.

3. Theoretisches.

Wenige Tage nach der Niederschrift meiner Untersuchungen über die Gattung *Volkartia* gelangte mir die neue wertvolle Publikation von H. O. Juel (1921) in die Hände, in welcher dieser Autor unter anderem sehr eingehende cytologische Untersuchungen an *Volkartia (Taphridium) umbelliferarum* und *Taphridium algeriense* mitteilt.

Ich kann es mir nicht versagen, hier noch kurz auf die Juelschen Untersuchungen einzutreten, da durch dieselben meine oben genannten Vermutungen (p. 86) bezüglich der Systematik dieser Pilze, die ich meinerseits durch Beobachtungen an lebendem Material von *Volkartia rhaetica* gewonnen hatte, bestätigt werden.

Juel hat nämlich durch seine erneuten cytologischen Untersuchungen an *Volkartia (Taphridium) umbelliferarum* den Nachweis erbringen können, dass dort die Sporenbildung tatsächlich nicht im ganzen Zellraum stattfindet, sondern dass sich die Sporen aus einer peripherischen Plasmamasse heraus differenzieren; eigentliche Sporenmutterzellen glaubt zwar dieser Autor hier nicht nachweisen zu können.

Was nun diesen letzteren Punkt anbelangt, so möchte ich nur folgendes dazu bemerken:

Bei der kontinuierlichen Beobachtung der Plasmaumlagerungen von *Volkartia (Taphridium) rhaetica* an frischem Material habe ich im Stadium, in welchem die Plasmamasse peripher gelagert ist, eine deutliche Kammerung derselben wahrgenommen. Es waren hier Bilder, die ganz denjenigen entsprachen, die wir seinerzeit für *Protomyces pachydermus* publiziert haben.

Wir neigen daher zur Annahme, dass wahrscheinlich auch bei *V. umbelliferarum* eine Aufteilung jener Plasmaschicht stattfindet. Dieses Stadium ist eben, wie wir in dieser Arbeit bereits mehrmals betont haben, von kurzer Dauer, auch sind je nach Umständen die Portionen mehr oder weniger gut sichtbar. In diesem Sinn ist auch die Äusserung in meiner Arbeit über *Protomyces inundatus* aufzufassen, auf welche sich Juel (1921, p. 17) stützt, um bezüglich der mehr oder weniger scharfen Begrenzung der Plasmaportionen bei den verschiedenen Spezies einen Unterschied zu machen.

Bei *V. umbelliferarum* dürfte allerdings hinsichtlich der Abklärung dieses Punktes die Beobachtung von frischem Material wenig

Förderung versprechen, da sich diese Vorgänge hier zum Teil wenigstens noch im Innern der Chlamydospore abzuspielen scheinen. In jenen Fällen, wo sich diese dagegen im ausgetretenen Endosporium vollziehen, ist die Durchsichtigkeit der Präparate bedeutend grösser, wodurch die Beobachtung dementsprechend wesentlich erleichtert ist. Das häufige Fehlen dieses Stadiums in fixiertem Material ist aus den oben genannten Gründen leicht einzusehen.

Juel wirft nun die Frage auf, in welcher Weise sich wohl die kleinen, runden Sporen entwickeln, um in das Stadium der grossen ei- oder birnförmigen Sporen des reifen Sporangiums zu gelangen. Er zieht hiefür die Möglichkeit eines Sprossungsvorganges in Erwägung, gestützt auf die Angaben, die Maire (1907, p. CXLVI) für *V. rhaetica* gemacht hat.

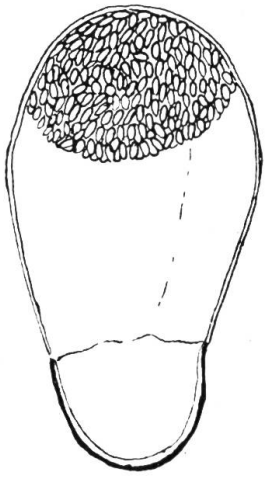

Fig. 27. Keimende Chlamydospore von *Volkartia rhaetica*. Sporenball kurz vor seiner Entleerung aus dem Sporangium. Nach lebendem Material gezeichnet. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

Es scheint mir, dass die Annahme einer Vergrösserung durch Wachstum genügen könnte, um hier das veränderte Aussehen der Sporen befriedigend zu erklären.

Ich habe allerdings in meinen Präparaten an frischem Material von *V. rhaeticum* innerhalb des Endosporiums keine Sprossungsvorgänge beobachtet, wohl aber mitunter eine paarweise Kopulation derselben. Dieser Punkt wird sich durch erneute Beobachtungen am lebenden Material abklären lassen.

Dem Vorgehen Juels (1921, p. 32), der Reihe der *Hemiasceen: Protomyces*, *Protomycopsis* und *Volkartia - Taphridium*, die *Exoascaceen (Taphrina)* unmittelbar anzuschliessen, können wir sehr zustimmen.

Zum Schluss möchten wir nur noch darauf hinweisen, dass das Verhalten der Membran bei der Keimung von *V. rhaeticum* mehr zur Gattung *Protomyces* als zu *Taphrina* hinweist. Wir glauben nämlich, dass bei der Keimung auch hier eine Spaltung der Wandung in Exo-

und Endospor stattfindet. Es gibt tatsächlich Bilder, die vermuten lassen, dass eine solche Trennung nicht erfolgt, wie J u e l (1921, p. 34) sehr richtig bemerkt. In unsern Präparaten haben wir jedoch auch Bilder angetroffen, namentlich in jüngeren Stadien, die für die oben ausgesprochene Auffassung sprechen (Fig. 27). Immerhin muss gesagt werden, dass es gar nicht so leicht ist, einen sicheren Einblick in den feineren Aufbau der Chlamydosporenmembram bei den *Protomycetaceen* zu erlangen, da man hier mancherlei Täuschungen unterworfen sein kann.