

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

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: 26.12.2025

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

BEITRÄGE
ZUR
KRYPTOOGAMENFLORA
DER
SCHWEIZ

AUF INITIATIVE DER SCHWEIZ. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT
UND AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT
HERAUSGEGEBEN VON
EINER KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

Band V, Heft 3

Weitere Untersuchungen über
die Entwicklungsgeschichte und Biologie
der Protomycetaceen

von
Günther von Büren



ZÜRICH
DRUCK UND VERLAG VON GEBR. FRETZ A. G.
1922

VERLAG VON GEBR. FRETZ A. G. IN ZÜRICH

Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz

**Auf Initiative der Schweizer. Botanischen Gesellschaft und auf Kosten
der Eidgenossenschaft herausgegeben**

von einer

Kommission der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft

Band I, Heft 1:

**Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen
über Rostpilze**

Von Prof. Dr. **Ed. Fischer**

132 Seiten gross 8° mit 2 Tafeln — Preis Fr. 2.—

Band I, Heft 2:

Die Farnkräuter der Schweiz

Von Dr. **Hermann Christ** in Basel

189 Seiten gross 8° — Preis Fr. 2.—

Band I, Heft 3:

Algues vertes de la Suisse
(Pleurococcoïdes-Chroolépoides)

Par **R. Chodat**

388 Seiten gross 8° mit 264 Figuren — (vergriffen!)

Band II, Heft 1:

**Le „Boletus subtomentosus“ de la région
genevoise**

Par **Ch.-Ed. Martin**

50 Seiten gross 8° mit 18 Tafeln — Preis Fr. 7.—

Band II, Heft 2:

Die Uredineen der Schweiz

Von Prof. Dr. **Ed. Fischer**

685 Seiten gross 8° mit 342 Figuren — Preis Fr. 14.—

Jedes Heft ist einzeln in jeder Buchhandlung käuflich

BEITRÄGE
ZUR
KRYPTOGAMENFLORA
DER
SCHWEIZ

AUF INITIATIVE DER SCHWEIZ. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT
UND AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT
HERAUSGEGEBEN VON
EINER KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

Band V, Heft 3

Weitere Untersuchungen über
die Entwicklungsgeschichte und Biologie
der Protomycetaceen

von

Günther von Büren



ZÜRICH
DRUCK UND VERLAG VON GEBR. FRETZ A. G.
1922

Weitere Untersuchungen
über die
Entwicklungsgeschichte und
Biologie der Protomycetaceen

Von
GÜNTHER VON BÜREN

Mit 27 Textfiguren, einer Autotypie
und einer kolorierten Tafel

Zürich
Druck und Verlag Gebr. Fretz A. G.
1922

Inhaltsangabe.

	Seite
Vorwort	1
I. <i>Umbelliferen</i> bewohnende Formen der Gattung <i>Protomyces</i>	3
A. Allgemeines	3
B. Experimentelle und morphologische Untersuchungen	4
Infektionsmaterial	4
Versuchsordnung	6
1. <i>Protomyces macrosporus</i> Unger auf <i>Aegopodium Podagraria</i> L.	7
a. Experimentelles	7
b. Einfluss des Parasiten auf den Wirt und Cytologisches	9
2. <i>Protomyces macrosporus</i> Unger auf <i>Heracleum Sphondylium</i> L.	12
Experimentelles	12
3. <i>Protomyces macrosporus</i> Unger auf <i>Chaerophyllum hirsutum</i> L. und <i>Ssp. C. Cicutaria</i> (Vill.) Briq.	15
Experimentelles	15
4. <i>Protomyces macrosporus</i> Unger auf <i>Chaerifolium silvestre</i> (L) Schinz und Thellung	16
Experimentelles	16
5. <i>Protomyces macrosporus</i> Unger auf <i>Ligusticum Mulellina</i> (L) Crantz	17
a. Experimentelles	17
b. Einfluss des Parasiten auf den Wirt	18
6. <i>Protomyces macrosporus</i> Unger auf <i>Laserpitium latifolium</i> L.	19
a. Experimentelles	19
b. Einfluss des Parasiten auf den Wirt	21
7. <i>Protomyces macrosporus</i> Unger auf <i>Laserpitium Panax</i> Gouan	21
a. Experimentelles	21
b. Einfluss des Parasiten auf den Wirt	22
8. <i>Protomyces inundatus</i> Dang. auf <i>Apium nodiflorum</i> (L) Rchb.	23
C. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über das Vorkommen der <i>Umbelliferen</i> bewohnenden Formen der Gattung <i>Protomyces</i>	26
II. <i>Compositen</i> bewohnende Formen der Gattung <i>Protomyces</i>	31
A. Allgemeines	31
B. Experimentelle und morphologische Untersuchungen	33
1. <i>Protomyces pachydermus</i> Thüm. auf <i>Taraxacum officinale</i> Weber	33
a. Experimentelles	33
b. Morphologisches	34
2. <i>Protomyces kreuthensis</i> Kühn auf <i>Aposeris foetida</i> (L) Less.	38
a. Experimentelles	38
b. Morphologisches	39

	Seite
3. <i>Protomyces Kriegerianus</i> n. sp. auf <i>Leontodon hispidus</i> L.	41
a. Experimentelles	41
b. Morphologisches	43
4. <i>Protomyces Picridis</i> n. sp. auf <i>Picris hieracioides</i> L.	44
a. Experimentelles	44
b. Morphologisches	46
5. <i>Protomyces Crepidicola</i> n. sp. auf <i>Crepis biennis</i> L.	47
a. Experimentelles	47
b. Morphologisches	50
6. <i>Protomyces Crepidis paludosae</i> n. sp. auf <i>Crepis paludosa</i> (L) Mönch	52
a. Experimentelles	52
b. Morphologisches	54
7. Diagnosen	57
C. Zusammenfassung der Resultate über die Untersuchungen an den <i>Compositen</i> bewohnenden Vertretern der Gattung <i>Protomyces</i> . . .	58
III. Die Gattung <i>Protomycopsis</i>	59
A. Allgemeines	59
B. Experimentelle und morphologische Untersuchungen	60
1. <i>Protomycopsis Chrysanthemi</i> n. sp. auf <i>Chrysanthemum alpinum</i> L.	60
a. Experimentelles	60
b. Morphologisches	61
2. <i>Protomycopsis Leucanthemi</i> Magnus auf <i>Chrysanthemum Leucan-</i> <i>themum</i> L. und <i>Chrysanthemum atratum</i> Jacq.	63
a. Experimentelles	63
b. Morphologisches	64
c. Einiges über die Endosporen d. Gattung <i>Protomycopsis</i> Magnus	66
3. <i>Protomycopsis Leontodontis</i> n. sp. auf <i>Leontodon autumnalis</i> L. .	67
a. Experimentelles	68
b. Morphologisches	69
4. <i>Protomycopsis Arnoldii</i> Magnus auf <i>Leontodon montanus</i> Lam. .	71
a. Experimentelles	71
b. Morphologisches	73
5. Diagnosen	76
C. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse bei der Gattung <i>Protomycopsis</i>	77
IV. Die Gattung <i>Volkartia</i>	78
1. <i>Volkartia umbelliferarum</i> auf <i>Heracleum Sphondylium</i> L.	78
a. Einfluss des Parasiten auf den Wirt	78
b. Biologisches	81
2. <i>Volkartia rhaetica</i> Maire auf <i>Crepis conyzifolia</i> (Gouan) Dalla Torre und <i>Cr. blattarioides</i> (L) Vill.	82
a. Einfluss des Parasiten auf den Wirt nebst einigen Bemerkungen zur Systematik der Gattung <i>Volkartia</i>	82
b. Biologisches	88
3. Theoretisches	89
Literaturverzeichnis	92
Erläuterungen zur Autotypie	96
Erläuterung zur kolorierten Tafel	98

„Es gibt keine rein wissenschaftliche Beobachtung, keine rein wissenschaftliche Erkenntnis, weder im grossen noch unnütz scheinenden Detail, die nicht plötzlich von grosser praktischer Wichtigkeit werden kann.“

Albert Heim, Vaterländische Naturforschung,
Bern (A. Francke) 1917, S. 33.

Vorwort.

Seit dem Erscheinen meiner Dissertation betitelt «Die schweizerischen *Protomycetaceen* mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entwicklungsgeschichte und Biologie» in Bd. V, Heft 1 (1915) der «Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz», war ich dauernd bestrebt über diese Pilzgruppe weitere Untersuchungen auszuführen, um dadurch die oben erwähnte Arbeit weiter auszubauen.

Namentlich für die *Compositen* bewohnenden *Protomycetaceen* ist es mir gelungen, unsere Kenntnisse bezüglich ihrer Morphologie und Biologie etwas zu erweitern. Was die cytologischen Verhältnisse anbelangt, so bin ich jetzt ebenfalls in der Lage, die schon früher festgestellten Tatsachen zu erhärten und in einigen wenigen Punkten zu ergänzen. Es muss allerdings zugegeben werden, dass wir noch immer nicht so gründlich über die Cytologie dieser Pilzgruppe orientiert sind, wie es für deren endgültige systematische Zuweisung unbedingt wünschenswert erscheint. Die technischen Schwierigkeiten sind derart, dass unsere Untersuchungen nur langsam fortschreiten. Trotzdem glaube ich mit der Publikation meiner Resultate nicht länger zögern zu dürfen.

Die vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1915 — 1921 im *Botanischen Institut der Universität Bern* ausgeführt. Meinem Chef, Herrn Prof. Dr. E. d. Fischer, bin ich zu grösstem Dank verpflichtet, der dem Gang meiner Untersuchungen stets das grösste Interesse entgegenbrachte und mich auch durch wertvolle Anregungen gefördert hat. Auch allen denjenigen Herren, die mich in zuvorkommender Weise durch Mitteilungen und Material bei dieser Arbeit unterstützt haben, spreche ich hier meinen besten Dank aus.

Bezüglich der Textfiguren ist zu bemerken, dass alle Figuren, die keimende Chlamydosporen zur Darstellung bringen, mit Ausnahme von Fig. 27 bei der Reproduktion um $\frac{1}{4}$ reduziert worden sind. Die anderen Figuren sind dagegen in der Grösse des Originals reproduziert. Dadurch erklärt sich auch die scheinbare Unstimmigkeit bei den Angaben der verwendeten Optik und der Vergrösserung.

I. Umbelliferen bewohnende Formen der Gattung *Protomyces*.

A. Allgemeines.

Bei den *Umbelliferen* bewohnenden Vertretern der Gattung *Protomyces*, speziell bei denjenigen Formen, die dem Typus des *Protomyces macrosporus* angehören, lassen sich keine morphologischen Unterschiede feststellen; namentlich kann hier das bei allen Formen als kugelige Blase austretende Endosporium nicht als Unterscheidungsmerkmal herangezogen werden, wie dies bei den *Compositen* bewohnenden Formen dieser Pilzgattung der Fall ist, wo dasselbe bei den einzelnen Formen spezifische Gestaltungsverhältnisse aufweist. (Siehe hierzu pag. 32-33.) Die kleinen Unterschiede der Sporengrösse, die eventuell vorhanden sind, fallen für die morphologische Unterscheidung nicht in Betracht, da sie sich schon wegen der unregelmässigen Gestalt der Sporen nicht genügend scharf fassen lassen. (Vergleiche hierzu auch das in Kapitel II auf pag. 32 in der Fussnote Gesagte.)

Dagegen haben wir hier durch Specialisationsversuche biologische Unterschiede nachweisen können. So unterschieden wir bereits auf Grund unserer Versuche aus den Jahren 1913 und 1914 die folgenden *Formae speciales*: *f. sp. Cicutariae* auf *Chaerophyllum hirsutum* Ssp. *Cicutaria* (Vill.) Briq.; *f. sp. Carvi* auf *Carum Carvi* L.; *f. sp. Aegopodii* auf *Aegopodium Podagraria* L.; *f. sp. Heraclei* auf *Heracleum Sphondylium* L. und *f. sp. Laserpitii latifolii* auf *Laserpitium latifolium* L., jede derselben mit einem grösseren oder kleineren Kreis von «Nebenwirten».

Diese ersten Versuche hatten aber auch schon gezeigt, dass hier die biologischen Unterschiede nicht immer gleich scharf ausgeprägt sind; auch schienen zwischen den einzelnen biologischen Arten bezüglich der Grösse des Kreises ihrer Wirte Verschiedenheiten zu bestehen. (Verschiedene Grade der Plurivorie.) Was speziell den letzteren Punkt anlangt, so hatte auch schon Fräulein P o p t a (1899, p. 30—32) im Jahre 1899 durch ihre Experimente gezeigt, dass der auf *Aegopodium Podagraria* lebende *Protomyces macrosporus*, also jene

Form, die wir jetzt als forma specialis *Aegopodii* bezeichnen, einen ziemlich grossen Kreis von Wirtspflanzen aufzuweisen hat.

Um noch tiefer in diese angedeuteten Verhältnisse einzudringen, haben wir weitere Untersuchungen in dieser Richtung unternommen, deren Resultate im folgenden mitgeteilt werden sollen. Einesteils sind es Experimente, die mit den oben erwähnten Formen wiederholt und ergänzt worden sind, andernteils sind es solche Versuche, die mit Sporenformen vom Typus des *Protomyces macrosporus* ausgeführt worden sind, mit denen meines Wissens noch nicht experimentiert worden ist. Es betrifft dies die Formen, die auf *Chaerophyllum silvestre* (L) Schinz u. Thellung, *Ligusticum Mutellina* (L) Crantz und *Laserpitium Panax Gouan* parasitieren.

B. Experimentelle und morphologische Untersuchungen.

Infektionsmaterial.¹⁾

Die Chlamydosporen der meisten *Protomycetaceen* sind Dauer sporen, d. h. sie erlangen ihr Keimungsvermögen erst nach einer Ruheperiode, sofern sie während derselben bestimmten äusseren Faktoren unterworfen waren.

Es schien mir wichtig zu erfahren, welche diese zur Erlangung der Keimfähigkeit massgebenden Faktoren sind, umso mehr als das Gelingen von Spezialisationsversuchen in erster Linie davon abhängig ist, dass im Frühjahr gesundes, keimfähiges Material zur Verfügung steht.

Mit einzelnen Formen von *Protomyces* und *Protomycopsis*, namentlich solchen, deren Wirtspflanzen der montanen und alpinen Region angehören, hatte ich beim üblichen Ueberwinterungsverfahren (Unterbringen der infizierten Pflanzenteile in Tuchsäckchen, die im Freien ca. 30 cm über dem Boden aufgehängt wurden) ungünstige Erfahrungen gemacht. Die Vermutung lag somit nahe, dass die tieferen Temperaturen und namentlich auch die längere Schneebedeckung, wie sie in den höheren Lagen Regel ist, auf das Keimungsvermögen einen begünstigenden Einfluss ausüben würden.

Andererseits deuteten die günstigen Ergebnisse, welche wir mit den sogenannten Kistenversuchen erzielten (über die Anordnung derselben siehe v. B ü r e n 1915, p. 36), darauf hin, dass das zeitweilige Austrocknen mit wechselnder Feuchtigkeit schon allein genügt,

¹⁾ Das hier Mitgeteilte hat sowohl für das Sporenmaterial der Umbelliferen und Compositen bewohnenden Vertreter der Gattung *Protomyces*, als auch für dasjenige der Gattung *Protomycopsis* Geltung.

um eine sichere und reichliche Keimung zu gewährleisten, umso mehr als das die Einflüsse sind, denen die Sporen auch beim Aufenthalt im Freien ausgesetzt sind.

Um die Frage experimentell zu prüfen, wurden verschiedene Sporenproben in folgender Weise überwintert:

1. Eine Anzahl Tuchsäckchen, welche mit Pilzmaterial beschickt waren, verbrachte ich Ende September 1916 nach Gsteig, 1180 m ü. M., wo sie im Garten des Pfarrhauses in ca. 30 cm Höhe über dem Boden in Gebüsch aufgehängt wurden. Das Material verblieb bis Ende April 1917 an diesem Ort.

Herrn Pfarrer R. Müller-Steck in Gsteig möchte ich hier meinen besten Dank aussprechen für seine freundliche Unterstützung bei meinen Untersuchungen, im besondern auch für die meteorologischen Daten, die er mir zur Verfügung gestellt hat. Aus diesen geht u. a. hervor, dass die Säckchen fast den ganzen Winter über im Schnee begraben waren. Im April waren sie ganz und halb im Schnee, zeitweise auch vollständig aper.

2. Habe ich Sporenmaterial in Blumentöpfen überwintert, deren Grund mit einer dünnen Lage von Erde und Laub bedeckt war, um eine den natürlichen Verhältnissen entsprechende gleichmässige Feuchtigkeit zu gewährleisten. Die mit Gaze überspannten Töpfe wurden auf umgestülpte Töpfe gesetzt und blieben den ganzen Winter über (Oktober bis März) im Freien stehen.

3. Wurde Pilzmaterial in Säckchen unter dem Vordach eines Speichers im väterlichen Garten überwintert, wo es niemals den Niederschlägen direkt preisgegeben war.

Die Keimungsversuche mit dem oben erwähnten Material, das also in verschiedenartiger Weise überwintert hatte, wurden im Frühjahr ausgeführt, d. h. in den Monaten April bis Juni. Die Resultate waren folgende:

Das in Gsteig, 1180 m ü. M., überwinterte Material hatte nur eine spärliche Keimfähigkeit. Viele Proben solcher Sporen, die von Wirtspflanzen alpiner Standorte herrührten, keimten ebensowenig wie diejenigen, welche in Bern, 540 m ü. M., im Freien in Tuchsäckchen überwintert hatten. Das unter dem Vordach des Speichers aufbewahrte Material hatte im Frühjahr seine Keimkraft vollständig eingebüsst. Ein grosser Teil der Sporen aus diesen Proben zeigten auch einen stark lichtbrechenden oder sogar vollständig geschrumpften plasmatischen Inhalt. Dagegen erzielten wir mit allen Sporen, gleichgültig welcher Herkunft, die in Töpfen mit Erde im Freien überwintert hatten, durchweg eine rasche und reichliche Keimung, entsprechend dem gesunden Aussehen ihres Inhalts.

Die vorliegenden Versuche gestatten uns die folgenden Schlüsse zu ziehen:

Der für das Zustandekommen der Keimfähigkeit der *Protomyces* Dauersporen wesentlichste Faktor scheint der Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit zu sein. Ich glaube auch, dass die auslaugende Tätigkeit des Wassers, das die organischen Substanzen aus den Pflanzenteilen entführt, auf die Keimung der Sporen einen günstigen Einfluss ausübt, eine Ansicht, die bereits von Klebahn (Klebahn 1914, p. 1—32) für die Teleutosporen der *Uredineen* geäußert worden ist.

Kälte und Schneebedeckung allein vermögen die Sporen nicht in das keimfähige Stadium zu bringen; ebensowenig genügt die Luftfeuchtigkeit, die im Winter vorhanden ist, um die Sporen keimfähig zu machen.

Versuchsanordnung.

Die Versuchsanordnung ist die gleiche wie ich sie bei meinen ersten Untersuchungen über die Spezialisierung der *Protomycetaceen* angewendet und damals auch ausführlich beschrieben habe (v. Büren 1915, p. 30—31). Die einzelnen Versuchsreihen sind mehrmals wiederholt worden, je nach der Menge des Sporenmaterials, das zur Verfügung stand. Wenn irgendwie möglich, sind die im Laboratorium unter Glasglocken ausgeführten Infektionsversuche durch im Freien ausgeführte Kistenversuche (v. Büren 1915, p. 36) ergänzt worden. Zur Technik derselben sei es mir gestattet, an dieser Stelle noch einige ergänzende Bemerkungen beizufügen. Sie betreffen den Schutz gegen Vögel und Schnecken, der unerlässlich ist, wenn man nicht Gefahr laufen will, den Versuch unter Umständen in kürzester Frist vernichtet zu sehen, was umso unangenehmer ist, als diese Untersuchungen, die ohnehin langfristig sind, jeweilen nicht vor Ablauf eines Jahres wiederholt werden können (Winterruhe vor der Sporenkeimung ist unerlässlich!). Besser als eine eingehende Erläuterung mag die beigegebene Figur (Fig. 1) die Anordnung der Schutzmassnahmen verdeutlichen, welche sich nach meinen während fünf Jahren gemachten Erfahrungen ausgezeichnet bewährt haben.

Fig. 1 A zeigt einen Kistenversuch im Längsschnitt. Die unten befindliche, mit Wasser gefüllte Blechwanne verunmöglicht den Schnecken in das auf den umgestülpten Blumentöpfen gesetzte Kistchen, welches die Versuchspflanzen enthält, vorzudringen. Durch die gestrichelte Linie ist in der Figur das Drahtgeflecht angedeutet, durch welches die Pflanzen von den Vögeln abgesperrt werden. Ferner ist aus dem Schema ersichtlich, in welcher Weise die aus Pappe hergestellten Becher angeordnet sind, die im Herbst mit befallenen Pflanzenteilen beschickt werden und welche dann im Frühjahr von den Versuchspflanzen durchwachsen werden.

Fig. 1 B zeigt die Versuchsanordnung von der Seite her, hier ist besonders ersichtlich, wie die seitliche Absperrung durch Latten bewerkstelligt ist, die zugleich als Träger des Drahtgeflechtes dienen.

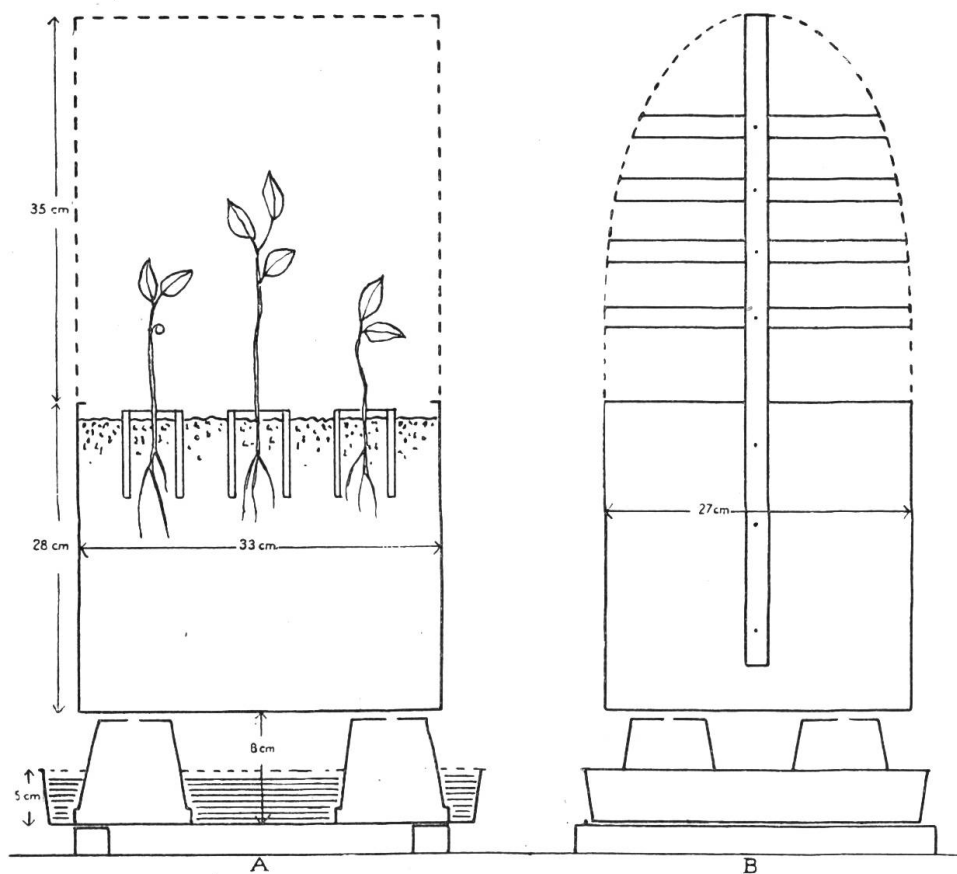


Fig. 1

Anmerkung: Die Kistchen werden erst im Frühjahr mit den Schutzvorrichtungen versehen, und zwar dann, wenn die Gaze, mit welcher dieselben den Winter über zugedeckt waren, entfernt wird.

1. *Protomyces macrosporus* auf *Aegopodium Podagraria* L.

a. Experimentelles.¹⁾

Das Material, das zu den im folgenden mitgeteilten Versuchen Verwendung fand, sammelte ich jeweilen im Herbst an der sog. «Schütte» bei Bern. Bei der Wahl der Versuchspflanzen ist darauf geachtet worden, dass namentlich auch diejenigen *Umbelliferen* mit in die Experimente einbezogen wurden, die bereits als *Protomyces*-Wirte bekannt geworden sind.

¹⁾ Betreffend die Darstellung der Spezialisationsversuche ist folgendes zu sagen:

Um Raum zu sparen, musste leider auf die ausführliche Wiedergabe der Versuchsprotokolle verzichtet werden. Die Resultate sind in Tabellen zusammengefasst, und zwar wurden dabei nur die Versuchsreihen mit starkem Befall der Hauptwirte einbezogen, sodass auch den negativen Resultaten einige Beweiskraft zukommt. In den Tabellen bedeutet die 1, kleinere Ziffer einer jeden Kolonne, die Anzahl

Versuche aus den Jahren 1915, 1916, 1917, 1918 und 1919.

Sporenmaterial von <i>Protomyces macrosporus</i> auf <i>Aegopodium</i> <i>Podagraria</i> L. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Aegopodium Podagraria</i> L	+ 13,13	+ 4,4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> L.	— 10,0	
<i>Astrantia major</i> L.	— 1,0	
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.	— 6,0	
<i>Chaerophyllum silvestre</i> (L) Schinz u. Thellg. .		— 4,0
<i>Chaerophyllum silvestre</i> Ssp. ¹⁾ Ch. stenophyllum (Rouy u. Camus) Schinz u. Thellung	— 2,0	
<i>Coriandrum sativum</i> L.	— 6,0	
<i>Apium nodiflorum</i> (L) Rechb.	— 5,0	
<i>Cicuta virosa</i> L.	— 6,0	
<i>Carum Carvi</i> L.	+ 3,3	
<i>Sium erectum</i> Huds.	— 12,0	
<i>Oenanthe Phellandrium</i> Lam.	— 4,0	
<i>Oenanthe pimpinelloides</i> L.	— 3,0	
<i>Selinum Carvifolia</i> L.	+ 3,1	
<i>Ligusticum Mutellina</i> (L) Crantz		— 4,0
<i>Angelica silvestris</i> L.		— 1,0
<i>Angelica Archangelica</i> L.		+ 1,1
<i>Peucedanum palustre</i> (L) Lapeyr.	+ 6,3	
<i>Peucedanum palustre</i> (L) Mönch.	— 2,0	
<i>Peucedanum Ostruthium</i> (L) Koch.		— 1,0
<i>Pastinaca sativa</i> L.	+ 10,10	
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	+ 2,2	
<i>Laserpitium Siler</i> L.	— 1,0	
<i>Thapsia garganica</i> L.	— 1,0	

Aus der obigen Tabelle ergibt sich, dass ausser dem Hauptwirt *Aegopodium Podagraria* und den bereits von P o p t a (1899, p. 32) und mir (1915, p. 33) experimentell nachgewiesenen weiteren Wirten

der Versuchspflanzen, die insgesamt zur Untersuchung der Biologie der betr. Pilzform herangezogen worden ist. Dabei sind die während der Versuche eingegangenen Pflanzen nicht mitgerechnet. Die 2, grössere Ziffer, gibt die Anzahl der mit Erfolg infizierten Versuchspflanzen an. Zur besseren Orientierung ist vor die Ziffern ein + für die positiven und ein — für die negativen Resultate eingetragen. In sämtlichen Tabellen sind die mit Topfpflanzen ausgeführten Versuche von den Kistchenversuchen getrennt zur Darstellung gebracht worden.

Es musste ferner auch darauf verzichtet werden, die Herkunft der Versuchspflanzen im einzelnen anzugeben. Den grössten Teil derselben habe ich im Freien ausgegraben oder aus selbstgeernteten Samen herangezogen. Fast sämtliche Pflanzen kamen zur Blüte und konnten somit auf ihre richtige Bestimmung hin verifiziert werden.

Unter den Kontrollpflanzen ist niemals eine *Protomyces*infektion aufgetreten.

¹⁾ Die Pflanzen wurden aus Samen gezogen, den ich seinerzeit am einzigen Standort dieser Subspezies von *Chaerophyllum silvestre* in der Schweiz, in der Combe von Pietschieson bei Bressaucourt im Berner Jura, gesammelt hatte. (28. VI. 1908.)

noch die folgenden *Umbelliferen* von der auf *Aegopodium* lebenden *Protomyces*-Form befallen werden: *Selinum carvifolium* L., *Angelica Archangelica* L., *Peucedanum Cervaria* (L) Lapeyr, und *Laserpitium latifolium* L.

Somit sind nun insgesamt 17 *Umbelliferen* als Wirte für die oben genannte *Protomyces*-Form experimentell festgestellt. Darunter finden wir auch *Carum Carvi* L. und *Laserpitium latifolium* L., *Umbelliferen*, die bereits aus der Natur als *Protomyces*-Wirte bekannt sind. Was nun diese beiden letzteren Pflanzen anbelangt, so ist dazu folgendes zu bemerken.

In den Spezialisationsversuchen gelang die Infektion von *Carum Carvi* L. nur dann, wenn jugendliche Pflanzen mit Sporenmaterial belegt wurden; dies war auch schon bei meinen ersten Versuchen der Fall.

Der Umstand, dass in unsern Versuchen in keinem Fall *Sium erectum* Huds. (12 Pflanzen!) befallen worden ist, scheint sehr dafür zu sprechen, dass der auf dieser Pflanze bei Rödgen in Oberhessen (18. Juli 1899) von O. Jaap (1914, p. 5) gefundene *Protomyces* eine besondere forma specialis bildet. Diese Vermutung wird ausserdem durch die besonderen Standortsverhältnisse dieser Wirtspflanze nahegelegt.

Bei *Laserpitium latifolium* L. hatte die Infektion einen besonderen Charakter, indem nämlich die verhältnismässig gut ausgebildeten Schwielen auch bei wiederholter mikroskopischer Untersuchung nur sehr wenig Chlamydosporen aufzuweisen hatten, während sonst gewöhnlich die Gewebezwischenräume an den Infektionsstellen von diesen ganz erfüllt sind. Die Infektion blieb stationär, man gewann den Eindruck, dass sich der Pilz auf einem seinen Bedürfnissen nicht völlig zusagenden Substrat befinde. Auf diese Verhältnisse werden wir weiter unten bei der Zusammenfassung der experimentellen Untersuchungen nochmals zurückzukommen haben.

Hier sei nur noch festgestellt, dass immerhin eine ganze Reihe von *Umbelliferen*, worunter auch mehrere, die als Träger anderer *Protomyces*-Formen bekannt sind, sich in unsern Versuchen als vollständig immun gegenüber der auf *Aegopodium* lebenden Form erwiesen haben.

b. Einfluss des Parasiten auf den Wirt und Cytologisches.

Das Krankheitsbild, welches *Protomyces macrosporus* Unger verursacht, ist bei sämtlichen seiner formae speciales im wesentlichen ungefähr das gleiche. Wir wählen zu unserer näheren Orientierung über diesen Punkt die f. sp. *Aegopodii* und werden uns dann damit

begnügen, jeweilen bei der Besprechung der andern f. sp. die kleinen, in dieser Hinsicht vorkommenden Abweichungen zu erwähnen.

Bei sämtlichen *Umbelliferen* bewohnenden *Protomyces*-Formen vom Typus des *Protomyces macrosporus* ist der Pilz, und zwar sowohl sein Mycel als auch die Chlamydosporen, auf die Interzellularräume beschränkt; die Gefässbündel bleiben hier stets pilzfrei, im Gegensatz zu den *Compositen* bewohnenden Vertretern dieser Pilzgattung, die vorwiegend in den Gefässbündeln ihrer Wirtspflanzen leben.

An den Infektionsstellen verursacht dieser Parasit oft mehrere Millimeter messende schwielenartige Erhebungen von meist spindelförmiger Gestalt, die mitunter in ihrer Längsachse einen Centimeter und mehr erreichen. In jugendlichen Stadien haben die Schwielen ein weisslich-glasiges Aussehen, später werden sie gelblich und schliesslich braun. Sie treten ganz vorwiegend auf den Blattstielen und an den Blattrippen auf; dagegen scheint der Pilz nur ganz ausnahmsweise auf die Blühtriebe und Blütenteile überzugreifen. Bei der f. sp. *Aegopodii* habe ich bis jetzt diesen Ausnahmefall nicht beobachtet.

Bei starkem Befall werden erhebliche Deformationen der betroffenen Organe verursacht. Charakteristisch ist beispielsweise der Umstand, dass bei stark infizierten Pflanzen, namentlich wenn die Blattrippen ergriffen sind, die Blattunterseite nach oben gedreht ist. Der geübte Beobachter kann daran zuweilen schon aus der Entfernung in einer Graswiese die infizierten Pflanzen erkennen, besonders bei *Heracleum Sphondylium* ist dies sehr schön zu beobachten.

Bei extrem starkem Befall bekommen die Pflanzenteile ein scheinbar welkes Aussehen, obschon sie in Wirklichkeit vollständig turgeszent sind. (Vergl. Fig. 1, Tafel I.)

Eine Verfärbung der die *Protomyces*-Infektionen umgebenden Gewebepartien haben wir bei den *Umbelliferen* kaum beobachtet; überhaupt scheint auch bei starker Ausbreitung des Pilzes die Wirtspflanze nicht namhaft geschädigt zu werden.

Bereits im allgemeinen Teil des ersten Abschnittes dieser Arbeit hatte ich angedeutet, dass in bezug auf die Grösse und Keimungsverhältnisse zwischen den einzelnen f. sp. von *Protomyces macrosporus* Unger keine greifbaren Unterschiede bestehen. Die kurzen Angaben über die Sporen der f. sp. *Aegopodii*, die ich hier folgen lasse, haben also allgemeine Gültigkeit.

Der häufigste gemessene Durchmesser der Dauersporen bewegt sich nach unseren Messungen¹⁾ zwischen 50—60 μ ; aber mitunter fin-

¹⁾ Wir haben unsere Messungen mit dem aus der Leitz'schen Firma stammenden Stufenmikrometer nach Metz mit Obj. 7 (Leitz) und 151 mm Tubusauszug durchgeführt.

det man auch viel kleinere oder auch wesentlich grössere Sporen. Die Sporenmembran hat eine Dicke von ca. $4,5-5\mu$, ihre Farbe kann als hell-graubraun bezeichnet werden und stimmt mit der No. 153 des Code des Couleurs von K l i n c k s i e c k und V a l l e t t e gut überein. Bezüglich der Einzelheiten über den Vorgang der Keimung verweise ich auf meine frühere Publikation (v. B ü r e n 1915, p. 4—18). Auch in dieser Hinsicht haben sich zwischen den sämtlichen untersuchten *formae speciales* keine prinzipiellen Abweichungen ergeben. Der einzige Unterschied, der etwa namhaft gemacht werden könnte, ist der, dass das Keimungsvermögen in den Versuchen für die einzelnen *formae speciales* ein sehr verschiedenes war. Am leichtesten erfolgte die Keimung bei der *f. sp. Aëgopodii* und *Heraclei*, während sie bei den andern erst beobachtet werden konnte, nachdem der Ueberwinterung des Sporenmaterials die grösste Aufmerksamkeit zugewendet worden war. (Vgl. hierzu das unter a. dieses Kapitels Gesagte.)

Bezüglich der zytologischen Verhältnisse erschien es vorerst besonders wünschenswert zu erfahren, ob es nicht doch mit einer Fixierungsflüssigkeit gelingen würde, auch bei *Protomyces macrosporus* Unger die Kerne einwandfrei zur Darstellung zu bringen, wie dies bei den *Compositen* bewohnenden Formen bereits geschehen war.

Es wurden systematisch eine ganze Reihe von Fixierungsmitteln durchprobiert und die damit erhaltenen Resultate verglichen. Von diesen Flüssigkeiten ergab nur das Chromessigsäure-Formalin-Gemisch¹⁾ ein befriedigendes Resultat.

Mit diesem Gemisch fixierte keimende Chlamydosporen von *Protomyces macrosporus* zeigten normale Kernbilder, es waren nicht mehr nur undifferenzierte Körperchen im Plasma, sondern ein Kernbläschen mit einem Nucleolus waren nunmehr deutlich wahrzunehmen. Fig. 2 und 3, Tafel I.

Ueber den einwandfreien Nachweis des Kerns in den Endosporen bestanden seit meinen letzten Untersuchungen noch einige Zweifel, die ich übrigens damals schon selber geäussert hatte; eine klare Unterscheidung zwischen Kern und metachromatischen Körpern schien hier noch nicht mit der wünschbaren Sicherheit erreicht.

Durch die Untersuchungen von E. P a r a v i c i n i (1918, p. 337 bis 340) über den Zellkern der *Bakterien* und *Ustilagineen* angeregt, kam ich auf den Gedanken, die von ihm mit Erfolg angewendeten Fixierungs- und Färbungsverfahren auch für meine Nachforschungen in Anwendung zu bringen.

¹⁾ Das Gemisch hatte die folgende Zusammensetzung: 1 % Chromsäure 5 Teile, 1 % Essigsäure 2 Teile, 40 % Formalin 1 Teil (käufliches Formalin).

Anstatt nun die etwas rohen und unvollkommenen Verfahren der Bakteriologie anzuwenden, wurden die Endosporen auf mit Eiweiss eingeriebenen, zudem etwas feucht gehaltenen Objektträgern aufzufangen (vergleiche v. B ü r e n 1915, p. 8, über die Technik) und mit Chrom-Osmium-Essigsäure (Flemming'sche Lösung, schwächeres Gemisch) fixiert, dann gehörig ausgewaschen und nachher mit Hämatoxylinlösung nach H e i d e n h a i n gefärbt.

In guten, namentlich sorgfältig differenzierten Präparaten konnte in eben aus dem Sporangium ausgeworfenen, noch nicht copulierten Endosporen je ein Körper nachgewiesen werden, den man seiner scharfen Differenzierung wegen ohne Zweifel als Kern ansehen kann. In einigen Fällen ist dieser von einer hellen, schmalen Zone umgeben. Fig. 4, Tafel I.

Daneben beobachtet man Granula von unregelmässiger Gestalt und Lage (in den beigegebenen Figuren nicht eingetragen), die wohl als die eigentlichen metachromatischen Körper zu identifizieren sind.

In Sporen, die paarweise kopuliert hatten, war es von besonderem Interesse, das Verhalten der Kerne zu verfolgen. Hier konnte nun die Beobachtung gemacht werden, dass sich die Kerne dem Kopulationskanal nähern, ja sogar in denselben vordringen können, um dort zu verschmelzen. Ob dabei eine eigentliche Kernverschmelzung zustande kommt, oder ob nur eine Kernpaarung vorliegt, ist bei der Kleinheit des Objektes nicht mit absoluter Sicherheit zu entscheiden. Damit wäre also immerhin die Möglichkeit einer Kernverschmelzung bei der Sporenkopulation nachgewiesen, und nun erhebt sich die Frage, ob die von uns seinerzeit (v. B ü r e n 1915, p. 18) vermuteten Kernpaarungen in den jungen Chlamydosporen zurecht bestehen, oder ob hier nicht Kernteilungen vorliegen, eine Möglichkeit, die wir bereits damals in Erwägung gezogen hatten. Leider waren unsere Bemühungen bis jetzt vergeblich, um einen genaueren Einblick in die Kernverhältnisse des jungen Mycels vor der Chlamydosporenbildung zu erlangen. Wir führen jedoch diese Untersuchung weiter, denn erst durch die Abklärung dieses Punktes, namentlich auch der sicheren Feststellung des Ortes, an welchem die Kernverschmelzung im Entwicklungsgang erfolgt, wird die Diskussion über die systematische Stellung dieser Pilzgruppe wiederum mit Erfolg aufgenommen werden können.

2. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Heracleum Sphondylium* L.

Experimentelles.

Das zu den Versuchen mit dieser Form dienende Material wurde bei Lehn am Belpberg (23. IX. 1915, 2. X. 1916) und im Blumental bei Mürren (19. IX. 1917) gesammelt.

Der auf *Heracleum Sphondylium* lebende *Protomyces* ist un-
gemein verbreitet, namentlich auch auf den Wiesen der Voralpen.

Versuche aus den Jahren 1916, 1917 und 1918.

Sporenmaterial von <i>Protomyces macrosporus</i> auf <i>Heracleum</i> <i>Sphondylium</i> L. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Heracleum Sphondylium</i> L.	+ 19,18	+ 5,5
<i>Heracleum Sphondylium</i> Ssp. <i>H. montanum</i> (Schl.) Briq.	+ 3,3	
<i>Heracleum alpinum</i> L.	+ 2,0	+ 3,2
<i>Heracleum sibiricum</i> L. *)	+ 3,3	
<i>Heracleum pyrenaicum</i> Lam. *)	+ 4,3	
<i>Heracleum nepalense</i> Don. *)	+ 6,5	
<i>Heracleum Lehmanianum</i> Bunge *)	+ 1,1	
<i>Chaerophyllum silvestre</i> Ssp. <i>Ch. stenophyllum</i> (Rouy u. Camus) Schinz u. Thellung	— 4,0	— 3,0
<i>Cicuta virosa</i> L.	— 9,0	
<i>Oenanthe Phellandrium</i> Lam.	— 1,0	
<i>Athamanta cretensis</i> L.	— 1,0	
<i>Ligusticum Mutellina</i> (L) Crantz		— 2,0
<i>Angelica silvestris</i> L.	— 2,0	— 1,0
<i>Angelica Archangelica</i> L.		— 1,0
<i>Peucedanum Cervaria</i> (L) Lapeyr.		— 1,0
<i>Peucedanum palustre</i> (L) Mönch	— 1,0	
<i>Peucedanum Ostruthium</i> (L) Koch		— 1,0
<i>Pastinaca sativa</i> L.	+ 10,10	
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	+ 1,0	+ 2,1
<i>Laserpitium Siler</i> L.	— 3,0	+ 2,1

Diese Experimente zeigen also, dass der auf *Heracleum Sphondylium* L. lebende Pilz auch auf andere Spezies und Subspezies der Gattung überzugehen vermag, eine Tatsache, die zu erwarten war, welche aber nunmehr experimentell bestätigt ist. Ausserdem wurde *Pastinaca sativa* von dieser Pilzform, wie bereits schon in unseren Versuchen aus dem Jahre 1914, wiederum sehr stark befallen. Ebenso

*) Bei den mit Kreuzchen versehenen Pflanzen kann für eine richtige Bestimmung nicht garantiert werden. Zwar standen mir blühende Exemplare dieser *Heracleum*-Pflanzen zur Verfügung, ich konnte mir jedoch die zur Bestimmung nötige Literatur nicht verschaffen. *H. pyrenaicum* Lam. u. *H. nepalense* Don. wurden aus Früchten von Stöcken erzogen, die im Botanischen Garten in Bern stehen: *H. sibiricum* L. und *H. Lehmanianum* Bunge aus Früchten, welche aus den Botanischen Gärten von Hohenheim, Würzburg und Christiania bezogen worden waren. Die Früchte zur Heranzucht von *H. Sphondylium* Ssp. *montanum* (Schleich) Briq. verdanke ich der Freundlichkeit von Herrn Prof. E. Wilczek in Lausanne, der sie für mich an der Ofenstrasse ob Zernez (Unter-Engadin) gesammelt hatte, wofür ich ihm hier meinen besten Dank sage.

verhält sich die *f. sp. Carvi*, ferner werden wir weiter unten ein ebensolches Verhalten gegenüber *Pastinaca sativa* für die *Protomyces*-Formen auf *Ligusticum Mutellina* (L.) Crantz und *Laserpitium*-Arten festzustellen haben. Dadurch wird die von uns seinerzeit ausgesprochene Ansicht bestätigt, dass *Pastinaca sativa* ein «Sammelwirt» ist.

Damals hatten wir auch bereits die Frage aufgeworfen, ob vielleicht dem Sammelwirt *Pastinaca sativa* die Eigenschaft einer «bridgeing species» im Sinne Ward's beizumessen sei. Man hat sich dabei die Sache etwa so vorzustellen, dass, vorausgesetzt die Annahme einer «bridgeing species» sei richtig, es dann möglich sein würde, die Form auf *Aegopodium* über *Pastinaca sativa* vielleicht schon in der ersten Generation oder doch in einer späteren Generation auf *Heracleum* zu bringen.

Die Experimente, die wir in dieser Richtung unternommen haben, scheinen jedoch die Annahme, in *Pastinaca sativa* eine «bridgeing species» zu erblicken, nicht zu bestätigen. Absolut entscheidend in dieser Frage sind jedoch meine Versuche noch nicht, indem sie sich erst auf Sporenmaterial erstrecken, das nur eine Entwicklungsperiode auf *Pastinaca* durchgemacht hat. Bevor Uebertragungsversuche mit Sporenmaterial vorliegen, das zunächst während mehreren Generationen hindurch auf *Pastinaca* gezüchtet worden ist, darf die Möglichkeit nicht unbedingt in Abrede gestellt werden, dass der Pilz, sagen wir z. B. die *f. sp. Aegopodii*, dadurch die Befähigung erhalten würde, *Heracleum Sphondylium* L. zu befallen.

Aus der obigen Tabelle ist ferner ersichtlich, dass der auf *Heracleum* lebende Pilz auch *Laserpitium latifolium* L. und *L. Siler* L. zu befallen vermag. Allerdings war die Infektion auf *Laserpitium*, namentlich auf *L. latifolium*, sehr schwach. Die mikroskopische Prüfung der befallenen Gewebe hatte auch ergeben, dass sich der Parasit nur sehr spärlich entwickelt hatte.

Durch dieses letztere Versuchsergebnis könnte man zur Annahme geneigt sein, dass es überhaupt nicht berechtigt ist, eine *f. sp. Heraclei* und eine *f. sp. Laserpitii*, wie wir weiterhin noch sehen werden, zu unterscheiden. Verschiedene Beobachtungen veranlassen mich jedoch an der Auffassung festzuhalten, dass wir es hier mit spezialisierten Formen zu tun haben. Die Spezialisierung ist nur in den vorliegenden Fällen nicht so weitgehend wie bei manchen andern parasitischen Pilzen; wir werden in der Diskussion am Schluss dieses Abschnittes auf diesen Punkt noch zurückkommen.

3. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Chaerophyllum hirsutum* L. und Ssp. *C. Cicutaria* (Vill.) Briq.

Experimentelles.

Das Sporenmaterial, das zu den Versuchen mit dieser *Protomyces*-Form diente, stammte von Röthenbach i. Emmental (auf Ssp. *Ch. Cicutaria* (Vill.) Briq. 27. Sept. 1916) und aus dem Bremgartenwald b. Bern (auf *Ch. hirsutum* L. 12. Okt. 1917 und 11. Okt. 1918).

Auch diese *Protomyces*-Form scheint eine ziemliche Verbreitung zu haben, an feuchten Waldabhängen und Schluchten sowie an Bachufern trifft man *Chaerophyllum* nicht selten davon befallen.

Bei dieser Sporenform verfügte ich ausschliesslich über Kistchenversuche, die Experimente mit Topfpflanzen haben sämtlich fehlgeschlagen, was seinen Grund darin hat, dass überwinterte Sporen, welche zu solchen Versuchen verwendet werden müssen, eine starke Einbusse ihrer Keimfähigkeit erleiden.

Versuche aus den Jahren 1917, 1918 und 1919.

Sporenmaterial von <i>Protomyces macrosporus</i> auf <i>Chaerophyllum hirsutum</i> Ssp. <i>Ch. Cicutaria</i> (Vill.) Briq. gebracht auf:	Kistchenversuche
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.	+ 2,2
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L. Ssp. <i>Ch. Cicutaria</i> (Vill.) Briq.	+ 4,4
<i>Chaerifolium silvestre</i> (L) Schinz u. Thellg.	— 1,0
<i>Chaerifolium silvestre</i> Ssp. <i>Ch. stenophyllum</i> (Rouy u. Camus) Schinz u. Thellung	+ 7,1
<i>Aegopodium Podagraria</i> L.	— 2,0
<i>Ligusticum Mutellina</i> (L) Crantz	— 2,0
<i>Peucedanum Ostruthium</i> (L) Koch	— 1,0
<i>Pastinaca sativa</i> L.	— 2,0
<i>Heracleum Sphondylium</i> L.	— 1,0
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	— 1,0
<i>Laserpitium Siler</i> L.	— 1,0
<i>Laserpitium Panax</i> Gouan	— 1,0

In Ergänzung zur obigen Tabelle ist folgendes zu bemerken:

Chaerophyllum hirsutum bzw. Ssp. *Ch. Cicutaria* (Vill.) Briq. waren in den Experimenten durchweg ausserordentlich stark befallen, sodass den negativen Resultaten ziemliche Beweiskraft zukommt.

Eigentümlich ist das Verhalten von *Chaerifolium silvestre* Ssp. *Ch. stenophyllum* (Rouy u. Camus) Schinz u. Thellung, bei welchem

unter den sieben in den Versuch einbezogenen Pflanzen eine befallen worden ist. Eine Verunreinigung schien im betreffenden Fall nicht vorzuliegen, denn unter den Kontrollpflanzen habe ich während der ganzen Dauer der Versuche, wie eingangs bereits erwähnt, niemals eine *Protomyces*-Infektion feststellen können; wir müssen also annehmen, dass bisweilen, wahrscheinlich unter extrem günstigen Verhältnissen, *Chaerefolium silvestre* Ssp. *stenophyllum* (Rouy u. Camus) Schinz u. Keller für den auf *Chaerophyllum* lebenden Pilz anfällig ist.

Auffallend ist ferner, dass in unseren Versuchen *Pastinaca sativa* L. immun geblieben ist; ob hier jedoch nicht vielleicht eine Zufälligkeit vorliegt, muss erst noch durch weitere Experimente ermittelt werden.

4. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Chaerefolium silvestre* (L.) Schinz und Thellung.

Experimentelles.

Das wenige Sporenmaterial, das zu diesen Versuchen zur Verfügung stand, wurde in einer Hecke an der Schosshaldenstrasse ¹⁾ bei Bern gesammelt (5. VI. 1916 und 12. X. 1917).

Diese auf *Chaerefolium silvestre* lebende Pilzform scheint nicht sehr verbreitet zu sein, wenigstens ist mir ausser dem oben genannten Standort trotz eifrigen Suchens kein weiterer Fundort bekannt geworden.

Versuche aus den Jahren 1917 und 1918.

Sporenmaterial von <i>Protomyces macrosporus</i> auf <i>Chaerefolium silvestre</i> (L.) Schinz u. Thell. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Chaerefolium silvestre</i> (L.) Schinz u. Thellg. .	+ 2,1	+ 1,1
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> Ssp. <i>Ch. Circutaria</i> (Vill.) Briq.	— 2,0	— 1,0
<i>Pastinaca sativa</i> L.	— 3,0	

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass die auf *Chaerefolium silvestre* (L.) Schinz u. Thellung lebende Form von *Protomyces macrosporus* Unger offenbar *Chaerophyllum* nicht zu befallen vermag, auch *Pastinaca sativa* scheint immun zu sein. Des spärlichen

¹⁾ Herr Dr. A. Wartenweiler hatte seinerzeit die Freundlichkeit, mich auf diesen Standort aufmerksam zu machen, wofür ich ihm auch hier meinen besten Dank sage.

Materials wegen konnten allerdings nur wenige Pflanzen in die Experimente einbezogen werden, es darf dagegen hervorgehoben werden, dass namentlich im Kistchenversuch *Chaerrefolium* ausserordentlich stark befallen war, während *Chaerophyllum* vollständig gesund blieb, ein Umstand, der die Beweiskraft des Resultates dieser Versuchsreihe wesentlich erhöht. Dieses Ergebnis scheint uns auf jeden Fall zu Gunsten unserer Auffassung zu sprechen, dass sowohl der auf *Chaerrefolium silvestre* als auch der auf *Chaerophyllum hirsutum* lebende Pilz je einer besonderen spezialisierten Form angehört. Ein weiteres Beweismittel für diese Annahme sehen wir in der Tatsache, dass am oben erwähnten Standort die vielen *Aegopodium*- und *Chaerophyllum*-Stöcke, die inmitten der befallenen *Chaerrefolium*-Pflanzen standen, vollständig gesund waren.

5. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Ligusticum Mutellina* L. (Crantz).

a. Experimentelles.

Das Material, welches den nachfolgenden Versuchsreihen zu Grunde liegt, sammelte ich am 29. VIII. 1917 und am 9. VIII. 1918 an der Furkastrasse ob Gletsch.

Dieser Pilz ist in den Voralpen auf *Ligusticum Mutellina* ziemlich häufig anzutreffen.

Versuche aus den Jahren 1917 und 1918.

Sporenmaterial von <i>Protomyces macrosporus</i> auf <i>Ligusticum Mutellina</i> (L) Crantz gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen
<i>Ligusticum Mutellina</i> (L) Crantz	+ 2,2
<i>Astrantia major</i> L.	— 1,0
<i>Aegopodium Podagraria</i> L.	— 1,0
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.	+ 1,1
<i>Peucedanum Ostruthium</i> (L) Koch	— 1,0
<i>Pastinaca sativa</i> L.	+ 2,2
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	+ 1,1
<i>Laserpitium Panax</i> Gouan	— 1,0

Aus der obigen Tabelle ist zu ersehen, dass ausser *Ligusticum* und *Pastinaca sativa* noch *Meum athamanticum* und *Laserpitium latifolium* befallen worden sind, Resultate, die uns dafür zu sprechen scheinen, dass der auf *Ligusticum Mutellina* (L) Crantz vorkommende Pilz einen grossen Kreis von Nebenwirten hat. In Anbetracht der wenigen Versuchspflanzen, die wir hier vorläufig in die Experimente

einbeziehen konnten, wird es nötig sein, die Versuche zu wiederholen und zu erweitern. Da auf *Meum athamanticum* *Protomyces macrosporus* auch bereits gefunden worden ist, so wird es namentlich auch nötig sein, Versuche mit diesem Pilz anzustellen, die dann mit Versuchsgruppen mit dem auf *Ligusticum* und *Laserpitium* lebenden *Protomyces* kombiniert, allein uns in den Stand setzen werden, die etwas verwickelten Verhältnisse bezüglich der Spezialisierung abzuklären. Die *f. sp. Ligustici*, wie wir sie vorläufig bezeichnen wollen, hat also bis zur Durchführung dieser angedeuteten Versuche einen provisorischen Charakter.

b. Einfluss des Parasiten auf den Wirt.

Bei *Ligusticum Mutellina*, welche von *Protomyces* befallen waren, hatten wir wiederholt Gelegenheit, die Beobachtung zu machen, dass die Infektion auch auf die Doldenstrahlen übergegriffen hatte und von da sogar auf die Früchte. In diesen bleibt der Pilz auf die Fruchtwand beschränkt, die zuweilen von den Dauersporen ganz erfüllt ist. Fig. 2.

Im Endosperm haben wir jedoch niemals die geringsten Spuren des Pilzes nachweisen können; trotzdem scheinen die vom Pilz ergriffenen Früchte im allgemeinen in ihrer Entwicklung erheblich geschädigt zu werden, indem mitunter das Endosperm in diesen vertrocknet ist, aber auch wenn die Schädigung bei weitem nicht immer so weit geht, so bleiben die befallenen Früchte doch meist kleiner als die normalen.

Immerhin ist die Möglichkeit, dass auch eventuell befallene Früchte zur Keimung gelangen, wobei mitunter sogar eine Uebertragung des Pilzes auf die junge Keimpflanze erfolgen kann, experimentell bestätigt. So hatte z. B. Herr Dr. A. Wartenweiler im Mai 1918 zu Versuchszwecken (mit *Plasmopara*) Früchte von *Ligusticum Mutellina* in einem Blumentopf ausgesät (Wartenweiler, A. 1918, p. 285). Bei einer Kontrolle am 1. Juni 1918 zeigte es sich, dass ein grosser Teil der *Ligusticum*-Pflänzchen mit *Protomyces*-Schwielen behaftet waren. Die Untersuchung der leeren Fruchtschalen sowie des zurückgelegten Saatgutes, das von Herrn

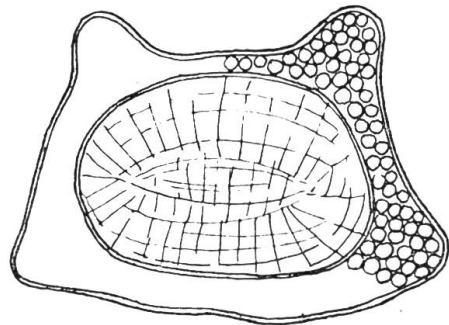


Fig. 2. Teilfrucht von *Ligusticum Mutellina*, deren Fruchtwand mit Dauersporen von *Protomyces* erfüllt ist. Leitz. Oc. 3 Obj. 1. Vergr. ca. 18¹).

¹) Mit Ausnahme der Figuren 1, 3 und 4 sind sämtliche Textfiguren in dieser Arbeit mit der Kamera entworfen worden.

Dr. A. Wartenweiler¹⁾ auf der Jochalp zwischen Tschierschen und Prada im Kanton Graubünden gesammelt worden war, zeigten, dass diese zum Teil von *Protomyces* befallen waren.

Im Hinblick auf den weiter unten zu besprechenden Pilz, nämlich *Protomyces inundatus* Dangeard auf *Apium nodiflorum* (L.) Rchb., bei welchem wir seinerzeit ebenfalls eine Uebertragung durch infizierte Früchte nachgewiesen hatten (v. Bären 1918), sei hier speziell darauf aufmerksam gemacht, dass bei dem auf *Apium* lebenden Pilz nur die in der Fruchtwand lebenden Sporen zur Ueberwinterung befähigt sind, diese also sozusagen für den Pilz die einzige Möglichkeit zur Uebertragung sind, während bei *Ligusticum* sowohl die in den vegetativen Teilen als auch in den Früchten vorkommenden Sporen Dauersporen sind.

6. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Laserpitium latifolium* L.

a. Experimentelles.

Das zu diesen Versuchen verwendete Sporenmaterial sammelte ich am 9. IX. 1916, 19. IX. 1917 und 26. VIII. 1918 im Blumental bei Mürren, auf den Schutthalden unter dem Mutthorn.

Versuche aus den Jahren 1917, 1918 und 1919.

Sporenmaterial von <i>Protomyces macrosporus</i> auf <i>Laserpitium latifolium</i> L. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	+ 2,2	+ 6,6
<i>Laserpitium prutenicum</i> L.	— 2,0	— 1,0
<i>Laserpitium marginatum</i> Ssp. <i>L. Gaudini</i> (Moretti) Rchb.		+ 1,1
<i>Laserpitium Siler</i> L.		+ 1,1
<i>Laserpitium Panax</i> Gouan	+ 1,1	+ 3,2
<i>Sanicula europaea</i> L.	— 1,0	
<i>Chaerophyllum silvestre</i> Ssp. <i>Ch. stenophyllum</i> (Rouy u. Camus) Schinz u. Thellung	— 1,0	
<i>Aegopodium Podagraria</i> L.	— 1,0	— 4,0
<i>Ligusticum Mutellina</i> (L) Crantz	— 1,0	— 1,0
<i>Angelica Archangelica</i> L.	— 1,0	
<i>Peucedanum Cervaria</i> (L) Lapeyr.	+ 3,1	
<i>Peucedanum palustre</i> (L) Mönch	— 1,0	
<i>Pastinaca sativa</i> L.		+ 2,2
<i>Heracleum Sphondylium</i> L.	— 1,0	— 2,0
<i>Thapsia garganica</i> L.	+ 3,1	

¹⁾ Herrn Dr. A. Wartenweiler, der mir dieses Material in zuvorkommender Weise zur Untersuchung überlassen hat, spreche ich hier meinen besten Dank aus.

Die Experimente haben uns gezeigt, dass die auf *Laserpitium latifolium* L. parasitierende *Protomyces*-Form auch auf eine ganze Reihe von andern Spezies der Gattung *Laserpitium* überzugehen vermag. Darunter befindet sich auch *Laserpitium Panax* Gouan, eine *Umbellifere*, die im Freien ebenfalls ziemlich häufig von *Protomyces macrosporus* befallen gefunden wird.

Bereits dieses Versuchsergebnis deutet darauf hin, dass der auf *Laserpitium latifolium* und *L. Panax* lebende *Protomyces* ein und derselben biologischen Form angehört. Diese Vermutung ist auch durch den Gegenversuch mit dem auf *Laserpitium Panax* lebenden *Protomyces* bestätigt worden. (Vergleiche hierzu den nächsten Abschnitt weiter unten.) Da in den Versuchen sämtliche in die Experimente einbezogenen *Laserpitium*-Spezies ungefähr gleich stark befallen worden sind, so haben wir auch keinen Anhaltspunkt dafür, dass die eine oder andere Form sich besonders an die von ihr in der Natur bewohnte *Laserpitium*-Spezies «gewöhnnt» hätte.

Wir werden also in Zukunft von einer *f. sp. Laserpitii* zu sprechen haben, wobei jeweilen der Wirt, auf dem der Pilz gefunden worden ist, anzugeben sein wird.

Die von uns seinerzeit aufgestellte *f. sp. Laserpitii latifolii* wird damit hinfällig.

Ob im Freien *Laserpitium prutenicum* L., *L. marginatum* Ssp. *L. Gaudini* (Moretti) Rechb. und *L. Siler* L. auch mit *Protomyces* befallen gefunden werden, ist uns nicht bekannt; diesbezügliche Angaben haben wir weder aus der Literatur noch aus Herbarien beibringen können. *Laserpitium Siler* hatte ich selber die Gelegenheit daraufhin an zahlreichen Standorten zu beobachten, jedoch bis jetzt stets mit negativem Ergebnis.

Ferner sind in unseren Versuchen von dieser *Protomyces*-Form *Peucedanum Cervaria* (L.) Lapeyr. und *Pastinaca sativa* L. befallen worden, sodann auch *Thapsia garganica* L.

Der Umstand, dass R. M a i r e (1915, p. 255) auf dieser letzteren Pflanze in Tunesien, wo sie sehr verbreitet ist, einen *Protomyces macrosporus* gefunden hatte, veranlasste uns, dieselbe auch in unsere Versuche einzubeziehen. *Thapsia garganica* L. scheint also in den Wirtekreis des *Protomyces macrosporus f. sp. Laserpitii* zu gehören. Wie ich aus Engler und Gilg, Syllabus der Pflanzenfamilien, 7. Aufl., entnehme, gehört die Gattung *Thapsia* tatsächlich auch in die Gruppe der *Laserpitieae*. Von der *f. sp. Aegopodii* wurde *Thapsia garganica* in unseren Versuchen nicht befallen. (Siehe Tabelle der Versuche mit der *f. sp. Aegopodii*, p. 8.)

b. Einfluss des Parasiten auf den Wirt.

An Orten, an welchen *Laserpitium latifolium* reichlich blühte und fruchtete und zudem sehr stark von *Protomyces* befallen war, haben wir bis jetzt sowohl die Blütenaxe als auch sämtliche Teile der Blüten immer pilzfrei angetroffen. Ein einziges Mal nur haben wir an einem Stengelblatt eine leichte Infektion wahrnehmen können. Wir wissen nicht, ob sich die Blütenteile von *Laserpitium latifolium* allgemein so verhalten, oder ob das nur speziell für die Standorte zutrifft, an denen wir unsere Beobachtungen gemacht haben. Wir glaubten jedoch dieselben hier mitteilen zu müssen, weil wir bei *L. Panax* einen sehr starken Befall sämtlicher Blütenteile festgestellt haben.

7. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Laserpitium Panax* Gouan.

a. Experimentelles.

Das Sporenmaterial, welches zu den in der untenstehenden Tabelle zusammengefassten Experimenten verwendet wurde, stammte von Gletsch (Ober-Wallis), wo es an der sog. Maienwang hinter dem Hôtel Glacier du Rhône am 12. IX. 1916, 29. VIII. 1917 und 8. VIII. 1918 gesammelt wurde.¹⁾

Versuche aus den Jahren 1917, 1918 und 1919.

Sporenmaterial von <i>Protomyces macrosporus</i> auf <i>Laserpitium</i> <i>Panax</i> Gouan gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Laserpitium Panax</i> Gouan	— 2,0	+ 5,5
<i>Laserpitium prutenicum</i> L.	+ 2,1	
<i>Laserpitium marginatum</i> Ssp. <i>L. Gaudini</i> (Morretti) Rchb.	+ 1,1	— 1,0
<i>Laserpitium latifolium</i> L.		+ 1,1
<i>Laserpitium Siler</i> L.		+ 3,2
<i>Chaerophyllum silvestre</i> Ssp. <i>Ch. stenophyllum</i> (Rouy u. Camus) Schinz u. Thellung . . .		— 1,0
<i>Aegopodium Podagraria</i> L.		— 4,0
<i>Meum athamanticum</i> Gars.		— 2,0
<i>Ligusticum Mutellina</i> (L) Crantz	— 1,0	
<i>Peucedanum Cervaria</i> (L) Lapeyr.	+ 1,1	
<i>Peucedanum palustre</i> (L) Mönch	— 1,0	
<i>Peucedanum Ostruthium</i> (L) Koch	— 1,0	
<i>Pastinaca sativa</i> L.		+ 2,2
<i>Heracleum Sphondylium</i> L.		— 3,0

¹⁾ Herr Prof. Dr. W. Rytz in Bern hatte die Freundlichkeit, mich auf diesen sehr ergiebigen Standort aufmerksam zu machen, wofür ich ihm hier meinen besten Dank sage.

Vorgreifend hatten wir bereits oben erwähnt, dass der auf *Laserpitium Panax* parasitierende Pilz auch *Laserpitium latifolium* zu befallen vermag. Aus der Tabelle ist ferner ersichtlich, dass auch sämtliche anderen in den Versuch einbezogenen Spezies der Gattung *Laserpitium* für den auf dieser *Umbellifere* lebenden *Protomyces* ebenso anfällig sind, wie für jenen auf *Laserpitium latifolium*. *Pastinaca sativa* ist auch hier wiederum stark befallen worden. *Peucedanum Cervaria* war nur schwach erkrankt. Auch diese Resultate weisen deutlich darauf hin, dass der auf *Laserpitium Panax* und *L. latifolium* parasitierende Pilz ein und derselben forma specialis angehört.

b. Einfluss des Parasiten auf den Wirt.

Während wir gesehen haben, dass bei *Laserpitium latifolium* auf den Blühtrieben so gut wie nie eine *Protomyces*-Infektion vorkommt, so haben wir im Gegenteil bei *Laserpitium Panax* einen ausserordentlich starken Befall sämtlicher Blütenteile beobachten können. *Protomyces*-Schwielen treten hier oft in grosser Zahl nicht nur am Blüten-schaft auf, sondern auch an den Hüllblättern, Doldenstrahlen, Hüllblättchen und Döldchenstrahlen. Fig. 3.

Fig. 3. Teil einer Blüten-dolde von *Laserpitium Panax* Gouan, die in allen ihren Partien von *Protomyces*-Schwielen behaftet ist. Ca. natürl. Grösse.



Fig. 4. Reife Frucht von *Laserpitium Panax*, mit einer *Protomyces*-Schwiele behaftet. Natürl. Grösse.

Fruchtknoten und Griffel werden ebenfalls vom Pilz nicht verschont. In vielen Fällen pflegen dann auch diese Früchte vorzeitig zu abortieren. Mitunter findet man aber auch solche, die wohlentwickelt sind, mit normal ausgebildetem Embryo und Endosperm, die nichtsdestoweniger mit Pilzschwielen behaftet sind. Fig. 4. Der Pilz bleibt auch hier auf die Fruchtwand beschränkt, wenigstens so weit

meine Beobachtungen reichen. Es scheint mir nicht ausgeschlossen zu sein, dass mitunter auch hier solche Früchte zur Keimung gelangen. Die Keimlinge derselben haben naturgemäss die beste Gelegenheit, sich an den in den zerfallenden Fruchtwänden befindlichen Chlamydosporen zu infizieren, zumal die leeren Früchte sehr oft längere Zeit an den Cotyledonen haften bleiben. Experimentell habe ich zwar die Sache nicht geprüft, aber es scheint mir unzweifelhaft, dass hier die gleichen Verhältnisse vorliegen, wie wir sie bei dem auf *Ligusticum Mutellina* lebenden Pilz beschrieben haben. Vgl. p. 18—19 dieser Arbeit.

Es muss noch bemerkt werden, dass wenigstens bei den von uns beobachteten Fällen die Infektion und dementsprechend die Schädigung an den Blütenteilen von *Laserpitium Panax* bedeutend grösser waren als bei *Ligusticum Mutellina*.

8. *Protomyces inundatus* Dangeard auf *Apium nodiflorum* (L.) Rchb.

Nachdem nunmehr im Vorhergehenden die *Umbelliferen* bewohnenden Formen der Gattung *Protomyces* abgehandelt worden sind, bleibt mir noch übrig, einiges über die biologischen Verhältnisse von *Protomyces inundatus* Dangeard mitzuteilen. Obschon auch diese Spezies auf einer *Umbellifere* lebt, scheint ihre besondere Besprechung gerechtfertigt, da sie sich in morphologisch-entwicklungsgeschichtlicher, sowie auch in biologischer Hinsicht von den andern oben erwähnten Vertretern der Gattung etwas abweichend verhält.

Unsere Versuche aus den Jahren 1916 und 1917 (v. B ü r e n 1918) mit *Protomyces inundatus* hatten bereits ergeben, dass dieser Pilz nicht auf *Aegopodium Podagraria* überzugehen vermag; das gleiche hatten wir auch schon für *Apium graveolens* L. der Sellerie und *Sium erectum* Huds. wahrscheinlich gemacht. Die Immunität der beiden letztgenannten Pflanzen gegenüber *Protomyces inundatus* ist nunmehr durch weitere Spezialisationsversuche bestätigt. Das Nichtbefallenwerden von *Apium graveolens* mag zunächst etwas befremdlich erscheinen. Es darf dabei aber nicht ausser acht gelassen werden, dass die Wirtspflanze von *Protomyces inundatus*, *Apium nodiflorum* nebst einigen andern Spezies, von früheren Autoren in der Gattung *Helosciadium* Koch vereinigt wurden. Ferner sind die biologischen Verhältnisse von *Apium graveolens*, der kultivierten Gemüsepflanze, und von *Apium nodiflorum*, einer ausgesprochenen Sumpfpflanze, denkbar verschiedene, ein Umstand, der für die Möglichkeit des Befalls von *Protomyces* nach meinen Erfahrungen ebenso sehr in Rechnung zu ziehen ist, als die Verwandtschaftsverhältnisse der Wirtspflanzen.

Es schien mir aber nun doch wünschenswert zu untersuchen, ob es vielleicht nicht gelingen würde, eine andere sumpfbewohnende Spezies der Gattung *Apium* (*Helosciadium*) erfolgreich mit *Protomyces inundatus* zu infizieren.

Durch die Vermittlung der Firma H a a g e und S c h m i d t in Erfurt gelangte ich in den Besitz von *Apium inundatum* (L) Rchb. = *Helosciadium inundatum* Koch-Früchten.¹⁾

Bei einer genauen Prüfung erwies sich dieses Fruchtmaterial als vollständig gesund, d. h. eine Sameninfektion war hier nicht erfolgt; immerhin war die Möglichkeit einer solchen nicht von vornherein unbedingt auszuschliessen. (Vergl. hierzu v. B ü r e n 1918, p. 13—15.)

Um zu ermitteln, ob *Protomyces inundatus* von *Apium nodiflorum* eventuell auch auf *Apium inundatum* überzugehen vermag, leitete ich zunächst am 8. März 1918 den folgenden Versuch ein:

In einen Blumentopf, der vorher samt der darin befindlichen Erde im Dampftopf sterilisiert worden war, wurde eine Mischung von Früchten von *Apium inundatum* mit solchen von *Apium nodiflorum*, welche letztere aber von *Protomyces inundatus* stark befallen waren, ausgesät. Die bei unsern frühern Versuchen gesammelte Erfahrung hatte gezeigt, dass sich der Parasit vermittelst infizierter Früchte ausserordentlich rasch und sicher in den Kulturen verbreitet.

Anfang April hatte sich denn auch im betreffenden Versuch der Pilz bereits auf den Keimpflänzchen von *Apium nodiflorum* ziemlich ausgebreitet, während diejenigen von *Apium inundatum* vollständig pilzfrei blieben, auch nachdem sie längere Zeit beobachtet worden waren.

Eine zweite Versuchsserie, die in der gleichen Weise wie die oben beschriebene angeordnet worden war (eingeleitet am 12. IV. 1918), bestätigte das Ergebnis der ersten Versuchsreihe, hier hatte der Pilz auf *Apium nodiflorum* sogar noch eine stärkere Ausbreitung erlangt.

Ebenso erfolglos blieben die zahlreichen Versuche, *Apium inundatum* mit Endosporen von *Protomyces inundatus* zu infizieren.

Von Ende Juli bis Ende Oktober 1918 waren dann die Pflanzen von *Apium inundatum* inmitten meiner Kulturen von *Apium nodiflorum* aufgestellt, die alljährlich, namentlich gegen den Herbst hin²⁾,

¹⁾ Im Juni und Juli 1919 blühten und fruchteten die Pflanzen in meinen Kulturen, sodass ihre Identität einwandfrei festgestellt werden konnte.

²⁾ In den Kulturen von *Apium nodiflorum*, die ich mehrere Jahre hindurch (1916—1921) im väterlichen Garten hielt, hatte ich Gelegenheit zu beobachten, wie im Anfang des Sommers der Befall von *Protomyces inundatus* zunächst schwach war. (Der Pilz überträgt sich von Jahr zu Jahr, bei uns wenigstens, ausschliesslich

ausserordentlich stark von *Protomyces inundatus* befallen sind. Auch hier zeigte sich *Apium inundatum* gegenüber dem Parasiten vollkommen immun.

Diese Pflanzen überwinterten sodann im Kalthaus. Am 27. IV. 1919 beobachtete ich in den betreffenden Töpfen junge Keimlinge von *Apium nodiflorum*, deren Cotyledonen bereits mit Schwielen des in Frage stehenden Pilzes behaftet waren. (Die Früchte waren zufällig im Herbst 1918 in die Töpfe gelangt, als dieselben in den infizierten Kulturen von *Apium nodiflorum* gestanden hatten.) *Apium inundatum* erzeugte sich aber nach wie vor pilzfrei.

Wir neigen deshalb vorläufig zur Annahme, dass *Protomyces inundatus* Dangeard einzig auf *Apium nodiflorum* lebt.

ANMERKUNG.

Aus der Literatur sind uns noch *Protomyces macrosporus* Unger auf verschiedenen weiteren *Umbelliferen* bekannt geworden. Da jedoch Experimente mit diesen Pilzen noch nicht vorzuliegen scheinen, so sind wir vorläufig noch nicht darüber orientiert, ob wir es hier mit besonderen *formae speciales* zu tun haben, oder ob wir nur Nebenwirte dieser oder jener f. sp. vor uns haben. Weitere Versuche werden nötig sein, um hier Klarheit zu schaffen.

1. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Bowlesia tenera* Spr. P. Hennings: Beiträge zur Pilzflora Südamerikas I in «Hedwigia» Bd. XXXV 1896.
2. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Chaerophyllum temulentum* L. O. Jaap in «Beiträge zur Kenntnis der Pilze Dalmatiens». Annales Mycol. XIV 1916, p. 4 gehört sehr wahrscheinlich zur f. sp. *Chaerophylli*.
3. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Coriandrum sativum* L. Sydow, H. et P. u. Butler, E. J. Fungi Indiae orientalis Pars III in Annales Mycol. Bd. IX 1911, p. 372.

durch befallene Früchte auf die Keimpflanzen von *A. nodiflorum*. Vergl. hierzu v. Büren 1918, p. 19. Die Pflanze, die zu den ausdauernden Kräutern gehört, stirbt bei uns (Bern) im Herbst ab, bereits die ersten Fröste töten sie vollständig. Der Nachwuchs in meinen Kulturen erfolgte immer durch natürliche Versamung.) Gegen den Herbst hin, namentlich dann, wenn sich die Nebel einstellen, die sich auf den Pflanzen niederschlagen, sodass dieselben bis in die Mittagstunden feucht sind, beginnt sich der Parasit stark auszubreiten. Die sofort keimfähigen Sporen treffen bei diesen Verhältnissen die denkbar günstigsten Entwicklungsbedingungen. (Vergl. hierzu auch die diesbezüglichen Erörterungen auf p. 84 betreffend die Keimungsbedingungen der Gattung *Volkartia*, wo ganz ähnliche Verhältnisse wie bei *Protomyces inundatus* vorliegen.)

4. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Ammi majus* L. No. 334 der Mycotheca Boreali-Africana. Serie 4, Fasc. 14, ausgegeben von R. Maire in Bull. de la Soc. d'Hist. Nat. de l'Afrique du Nord, Bd. X 1919, p. 138.
5. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Sium erectum* Huds. O. J a a p. Pilze bei Bad Nauheim in Oberhessen, in Annales Mycol. Vol. XII 1914, p. 5.
Diese Form dürfte eine besondere forma specialis sein, auf jeden Fall gehört sie nicht der f. sp. *Aegopodii* an, wie unsere Versuche deutlich dargetan haben. Vergl. Tabelle auf p. 8 und ferner p. 9 dieser Arbeit.
6. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Kundmannia sicula* (L) DC. S a c c a r d o, P. Fungi ex insulae Malta, in Nuovo Giornale Bot. Ital. Bd. XXI 1914, p. 115.
7. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Angelica Archangelica* L. S y d o w, H. u. P. Beitrag zur Pilzflora des Litoralgebietes und Istrien, in Annales Mycol. Bd. I 1903, p. 232—254. Gehört möglicherweise zur f. sp. *Aegopodii*. Vergl. Tabelle auf p. 8 dieser Arbeit.
8. *Protomyces macrosporus* Unger auf *Thapsia garganica* L. M a i r e, R. Deuxième contribution à l'étude de la flore mycologique de la Tunisie, in Bull. de la Soc. d'Hist. Nat. de l'Afrique du Nord, 6me année No. 9, 1919, p. 255.

C. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über das Vorkommen der Umbelliferen bewohnenden Formen der Gattung *Protomyces*.

Auf Grund unserer Spezialisationsversuche können vorläufig nunmehr sieben formae speciales von *Protomyces macrosporus* Unger unterschieden werden. Nämlich die f. sp. *Aegopodii*, f. sp. *Heraclei*, f. sp. *Chaerophylli* (entspricht unserer früher aufgestellten f. sp. *Cicutariae*; wir halten es aber für zweckmässig, diese jetzt mit dem oben erwähnten Namen zu belegen), f. sp. *Chaerifolii*, f. sp. *Carvi* (ist in dieser Arbeit nicht behandelt, vergl. hierzu v. B ü r e n 1915, p. 41—43, 77 und 79), f. sp. *Ligustici* und f. sp. *Laserpitii*. (Die von uns früher aufgestellte f. sp. *Laserpitii latifolii* wird hinfällig, seitdem der Nachweis experimentell erbracht ist, dass die auf *Laserpitium latifolium* L. und *L. Panax Gouan* lebenden Pilze der gleichen biologischen Form angehören. Vergl. auch das auf p. 20 Gesagte.)

Aus den Versuchstabellen ist leicht ersichtlich, dass die einzelnen f. sp. von *Protomyces macrosporus* Unger meistens nicht auf eine

einzig Wirtspflanze beschränkt sind, sondern die Dinge liegen hier vielmehr so, dass gewöhnlich mehrere Gattungen befallen werden können. Die sorgfältige Analyse der Versuchsergebnisse, verbunden mit Beobachtungen im Freien, haben uns dazu geführt, hier zwischen Haupt-, Neben- und Sammelwirten zu unterscheiden.

Als Hauptwirt bezeichnen wir diejenige Pflanze, auf welcher in der Regel der Pilz im Freien angetroffen wird. Der Hauptwirt ist je- weilen auch die in den Versuchen am regelmässigsten und stärksten befallene Pflanze. Der Befall der Nebenwirte in den Versuchen tritt meistens schon bedeutend weniger regelmässig ein, auch scheint der Kreis der Nebenwirte für die einzelnen *formae speciales* ungleich gross und wechselnd zu sein.

Für die *f. sp. Aegopodii* kennen wir zurzeit ca. 16 solcher Nebenwirte (die Resultate der Popta'schen-Versuche mitberücksichtigt). Für die sämtlichen anderen *formae speciales* sind bis jetzt nur wenige Nebenwirte bekannt geworden, es ist jedoch unzweifelhaft, dass sich die Zahl derselben auch für diese Formen vergrössern würde, wenn das Versuchsmaterial entsprechend erweitert würde. Zwar bin ich heute trotzdem noch der Meinung, dass die *f. sp. Aegopodii* gegenwärtig weitaus die grösste «Expansionskraft» aller *formae speciales* besitzt.

Eigentümlich und bemerkenswert ist nun die Tatsache, dass im Freien diese Nebenwirte, soweit wenigstens meine Beobachtungen und Nachforschungen bis heute reichen, die ich nun bereits während mehrerer Jahre hindurch in dieser Richtung angestellt habe, nicht spontan befallen gefunden werden.

Was nun die «Sammelwirte» anlangt, so haben wir für *Protomyces macrosporus* einen solchen festgestellt, nämlich *Pastinaca sativa* L. Dieser Sammelwirt besteht fast für alle von uns aufgestellten *formae speciales* zu Recht; in den Versuchen war derselbe durchweg stark befallen. Auf die negativen Resultate mit der *f. sp. Chaerophylli* und *Chaerifolii* möchte ich auch kein allzugrosses Gewicht legen, da namentlich bei der letzteren Form das Sporenmaterial sehr knapp war. Auch *Pastinaca sativa*, die im Vergleich also leicht und reichlich befallen wurde, haben wir im Freien, selbst an Orten, die für eine Infektion als günstige bezeichnet werden mussten, bis jetzt immer pilzfrei angetroffen.

Auf die Diskussion betreffend die Frage einer «bridgeing species», die sich naturgemäss im Anschluss an die Besprechung des Sammelwirtes stellt, brauche ich hier nicht nochmals einzutreten, da dies bereits weiter oben geschehen ist (siehe p. 14).

Wir müssen nunmehr noch auf einige Versuchsergebnisse eingehen, die eine besondere Besprechung erheischen, nämlich die Erscheinung, dass von einer *forma specialis* mitunter auch der Hauptwirt einer anderen *forma specialis* befallen wird. So sind z. B. in unseren Versuchen die folgenden derartigen Fälle zu verzeichnen: die *f. sp. Aegopodii* ging mitunter auf *Carum* und *Laserpitium latifolium* über; die *f. sp. Heraclei* auf *Laserpitium latifolium* und die *f. sp. Ligustici* ebenfalls auf *Laserpitium latifolium*. Diese Erscheinungen könnten nun zunächst die Vermutung aufkommen lassen, dass wir überhaupt keine Berechtigung haben, bei *Protomyces macrosporus* einzelne *formae speciales* zu unterscheiden.

Eine eingehende Beobachtung der biologischen Verhältnisse dieser Pilzgattung, namentlich auch im Freien, hat mich jedoch dazu geführt, in diesen «Abweichungen» keinen unbedingten Beweis gegen die Annahme des Vorhandenseins einzelner *formae speciales* zu erblicken. Uebrigens sprechen auch die Versuchsergebnisse selber gegen die Auffassung einer einheitlichen multivoren Parasitenspezies.

Es ist allerdings zuzugeben, dass im vorliegenden Falle die Spezialisierung bei weitem nicht so scharf ist, wie bei manchen andern parasitischen Pilzen.

Es muss nun zunächst festgestellt werden, dass die Infektion, die von einer bestimmten *forma specialis* auf dem Hauptwirt einer andern *forma specialis* verursacht wurde, meist schwächer ausfiel, als auf der eigenen Wirtspflanze. Ich bin mir nun sehr wohl bewusst, dass der Beurteilung eines stärkeren oder schwächeren Befalls in solchen Experimenten trotz aller Kritik immer etwas Subjektives anhaftet, deshalb habe ich auch darauf verzichtet, in den Versuchstabellen den Stärkegrad der Infektion irgendwie zum Ausdruck zu bringen. Im speziellen Fall zeigte es sich jedoch, dass der Pilz, bezw. die betreffende *forma specialis*, mit welcher experimentiert wurde, auf ihrer eigenen Wirtspflanze meistens viel reichlicher Chlamydosporen zur Ausbildung brachte als auf dem Hauptwirt einer anderen *forma specialis*. Dies deutet auch bereits darauf hin, dass der Pilz hier Bedingungen trifft, die ihm eine üppige Entwicklung nicht zulassen.

Als weiteres Argument gegen die Auffassung, dass *Protomyces macrosporus* eine einheitliche Parasitenspezies darstellt, kommt noch hinzu, dass die Rückversuche in den oben genannten Fällen ohne positiven Erfolg geblieben sind. Es gehen also z. B. die *f. sp. Carvi* und *Laserpitii* nicht auf *Aegopodium* über, die *f. sp. Laserpitii* ebenfalls nicht auf *Heracleum*.

Bereits oben ist erwähnt worden, dass wir bis heute weder die «Nebenwirte» noch den «Sammelwirt» der verschiedenen f. sp. von *Protomyces macrosporus* in der Natur befallen gefunden haben. Zum Verständnis dieser Erscheinungen glauben wir nun in erster Linie die Standortverhältnisse der in Frage stehenden *Umbelliferen* in Betracht ziehen zu müssen. Dies leitet uns nunmehr dazu über, hier einiges über diese Standorte mitzuteilen, an denen *Protomyces* befallene Pflanzen aufzutreten pflegen. Die nun folgenden Erörterungen gelten also sowohl für die *Umbelliferen* als auch für die *Compositen* bewohnenden Vertreter der Gattung *Protomyces*, ferner auch für die Gattung *Protomycopsis*.

Ganz allgemein kann gesagt werden, dass diese Pilze die ihnen weitaus am besten zusagenden Bedingungen da finden, wo ihre Wirtspflanzen an feuchten Standorten leben, an eigentlich trockenen Orten wird man diese dagegen so gut wie immer pilzfrei finden. Das Bedürfnis der Feuchtigkeit ist bei diesen Pilzen, wie wir wissen, durch ihre entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse bedingt; ohne Wasser ist die normale Keimung ihrer Dauersporen ausgeschlossen und dementsprechend auch die Möglichkeit der Infektion.

Demzufolge können wir die Beobachtung machen, dass besonders an Orten, die auch während dem Fehlen von Niederschlägen längere Zeit feucht bleiben, wo also dem Pilz sozusagen dauernd günstige Infektionsbedingungen geboten werden, die entsprechenden Pflanzen sehr stark befallen sind. Als solche Orte kommen nach unseren Erfahrungen in Betracht: Wasserwiesen, Bachufer, schattige, nach N. gerichtete Abhänge, kleine Tälchen und Schluchten, ganz besonders günstig sind hier jene Stellen, die moosig sind, an welchen die Taufeuchtigkeit bis in die späteren Vormittagsstunden erhalten bleibt (*Protomyces macrosporus* auf *Aegopodium*, *Heracleum*, *Chaerophyllum*, *Protomyces Kriegerianus* auf *Leontodon hispidus*). Geeignete Standorte für gewisse Formen sind ferner die Wasserabzüge an Strassen und Wegen (*Protomyces pachydermus*, *Protomycopsis Leontodontis*). Bei jenen Formen, deren Wirte in der alpinen Region vorkommen, können wir bezüglich der Standortverhältnisse genau dieselben Beobachtungen machen. Regelmässig finden wir auch hier die Wirtspflanzen der in Frage stehenden Pilze an Orten, die dauernd oder doch periodisch feucht sind. In den Bergen haben wir etwa die folgenden Lokalitäten kennen gelernt, die von diesen Pilzen bevorzugt werden: Da sind es einmal die Ueberschwemmungsgebiete der Bergbäche, die bei jedem Gewitter mehr oder weniger reichlich berieselt werden (*Protomyces macrosporus* auf *Carum*, *Protomycopsis Leontodontis* auf *Leontodon autumnalis*). Ferner scheinen sehr oft

Geröll- und Schutthalden geeignete Standorte zu bieten, obschon diese auf den ersten Blick eher trocken und daher für diese Organismen als ungeeignet angesehen werden könnten. Gerade hier zeigt sich aber in auffallender Weise, welche Bedeutung dem Wasser für die Existenzbedingungen dieser Pilze beizumessen ist. Wir finden nämlich die befallenen Pflanzen hier ganz vorwiegend in den Erosionsrinnen sowie in kleinen, muldenförmigen Vertiefungen, die schon bei geringen Niederschlägen Wasser führen und auch ohnehin oft durch Schmelzwasser lange Zeit feucht erhalten werden (*Protomyces macrosporus* auf *Laserpitium latifolium*, *Protomycopsis Arnoldii* auf *Leontodon montanus* z. B. auf wasserzügigen Kalkschiefern).

Ausser der Feuchtigkeit, welche durch die orographischen Verhältnisse dieser Standorte bedingt ist, kommt gewiss für manche Fundorte noch die grosse Luftfeuchtigkeit hinzu.

So habe ich hier namentlich jenen Standort an der Maienwang oberhalb Gletsch (Oberwallis) bei ca. 1800 m im Auge, wo *Laserpitium Panax*-Stauden so ausserordentlich stark von *Protomyces* befallen sind. Die infizierten Pflanzen wachsen hier inmitten von Alpenrosensträuchern; der Boden ist überall mit einem mehr oder weniger dichten, sehr feuchten Moospolster überzogen. Der in Frage stehende Standort liegt an einer sehr sonnigen, steilen Halde, so dass man sich zuerst unwillkürlich fragen muss, woher hier die grosse Feuchtigkeit ihren Ursprung hat. Bei Anlass wiederholter Besuche des Standortes hatte ich nun Gelegenheit die Beobachtung zu machen, dass an der Maienwang in einer gewissen Höhe, die ungefähr derjenigen entspricht, in welcher man die stark befallenen *Laserpitium*-Stauden antrifft, oft stundenlang dichte Nebelschwaden dahinstreichen, während der Gletscherboden nebelfrei ist, sowie auch die höheren Regionen im dortigen Gebiet.¹⁾ Durch den sich niederschlagenden Nebel sind an solchen Orten die Pflanzen oft lange Zeit hindurch mit feinen Wassertröpfchen benetzt, was natürlich der Ausbreitung des Pilzes ausserordentlich förderlich ist.

Indem wir uns nun im speziellen wieder dem *Umbelliferen* bewohnenden *Protomyces macrosporus* zuwenden, so sind wir geneigt anzunehmen, dass seine «Nebenwirte» nicht oder nur ganz ausnahmsweise in der Natur von diesem Pilz befallen werden und dass diese Erscheinung eben auf die standörtlichen Verhältnisse dieser Nebenwirte zurückzuführen sei. Nur äusserst selten finden wir in der Natur die Nebenwirte mit dem Hauptwirt an den eben beschriebenen,

¹⁾ Herr Prof. W. Rytz, der sich zu anderer Zeit als ich in diesem Gebiet aufgehalten hat, bestätigt meine Beobachtungen.

für die Infektion günstigen Standorten. Zum Teil meiden erstere wohl auch gerade diese Orte, weil sie ihnen nicht zusagen; dadurch wird auch die Möglichkeit der Uebertragung bereits stark vermindert. Ferner ist hier nicht ausser acht zu lassen, dass eine Uebertragung der Chlamydosporen durch den Wind kaum sehr in Betracht fällt; die vermodernden befallenen Pflanzenteile werden viel eher durch das rieselnde Wasser verschwemmt.

In den Versuchen dagegen waren Bedingungen geschaffen, die dem Pilz ausserordentlich günstig waren, so dass dem Befall der «Nebenwirte» nichts im Wege stand.

Aehnliche Verhältnisse, nämlich dass die Grösse des Kreises der «Nebenwirte» von den standörtlichen Verhältnissen der letzteren bis zu einem gewissen Grad abhängig sind, scheint übrigens auch in andern Pilzgruppen beobachtet worden zu sein. So hat z. B. W. Rytz (1907) Beobachtungen bei der Gattung *Synchytrium* gemacht, wonach auch bei diesen Parasiten dem Einfluss der Standortsverhältnisse der Wirtspflanzen im Hinblick einer Infektionsmöglichkeit eine ziemlich grosse Bedeutung beizumessen ist.

Wir kommen demnach zur Ueberzeugung, dass in vielen Fällen die Anfälligkeit für *Protomyces* bei einer ganzen Reihe von Wirten nur dann vorhanden ist, wenn diese Standorte besiedeln, die dem Pilz dauernd günstige Bedingungen zu seiner Entwicklung bieten.

Es soll zwar damit nicht in Abrede gestellt werden, dass dabei gewiss auch eine ungleiche Empfänglichkeit der Wirte mit eine Rolle spielt. Endlich ist nicht zu vergessen, dass auch bei den einzelnen *f. sp.* von *Protomyces macrosporus* eine verschiedene Befähigung zum Angriff auf bestimmte Wirte vorhanden sein könnte. Zur einigermaßen richtigen Beurteilung dieses letzteren Punktes müsste jedoch das Versuchsmaterial noch ganz bedeutend vermehrt werden.

II. Compositen bewohnende Formen der Gattung *Protomyces*.

A. Allgemeines.

Die Infektionsversuche mit den *Compositen* bewohnenden Formen der Gattung *Protomyces* haben gezeigt, dass hier eine ziemlich ausgeprägte Spezialisierung vorhanden ist. Einige Ausnahmen werden wir bei der Besprechung der einzelnen Versuchsreihen zu diskutieren haben. Bezüglich der Technik, die bei der Ausführung dieser Versuche zur Anwendung gekommen ist, sei auf das oben auf pag. 6—7

Gesagte verwiesen. (Was die Ueberwinterung und die Keimfähigkeit des Sporenmaterials anbelangt, vergleiche das auf pag. 4—6 Gesagte.)

Entsprechend der weitgehenden Spezialisierung ist es uns auch gelungen, zwischen den auf verschiedenen Gattungen der *Compositen* lebenden Formen morphologische Unterschiede festzustellen. Diese Unterschiede lassen sich aber nur bei einem umfangreichen Material und einer sorgfältigen Analyse desselben erkennen. Für die Chlamydosporen sind es nur geringe Verschiedenheiten der Grösse¹⁾ und Farbe²⁾, die, wenn sie allein vorhanden wären, als solche kaum in Betracht fallen würden. Erst durch die Beobachtung des Keimungsvorganges werden die Unterschiede zwischen den einzelnen Formen greifbar, indem die Gestalt und die Dimensionen des bei der Keimung

¹⁾ Die Gestalt der Chlamydosporen ist ausserordentlich unregelmässig, sie ist selten rund, ebensowenig lässt sich eine ausgesprochene Längs- oder Breitenachse ermitteln, aber auch sonst zeigt ihre Grösse erhebliche Schwankungen, was übrigens bei Sporen, welche im Innern der Pflanzenorgane entstehen, wo sie durch das umliegende Gewebe in ihrer Ausbildung beeinflusst werden, nicht verwunderlich ist. Unter diesen Umständen konnten keine exakten Masse gewonnen werden, die ein Zahlenmaterial geliefert hätten, welches einer variationsstatistischen Analyse zugänglich gewesen wäre.

Auch von einem andern Weg, auf welchem ich erhoffte, die Sporengrösse zahlenmässig zu fassen, musste ich leider absehen. Ich stellte mir nämlich vor, man könnte den Umriss der Sporen mittelst des Zeichnungsapparates entwerfen und hernach diese Figuren mit dem Planimeter umfahren, um so den Flächeninhalt derselben zu ermitteln. Dieser Flächeninhalt hätte dann, bei einer genügend grossen Zahl von Messungen (etwa 1000 für jede Sporenform) vielleicht erlaubt, einen Mittelwert (Flächeninhalt des Chlamydosporendurchschnittes) zu finden, der einen Grössenunterschied klar zum Ausdruck gebracht hätte. Es ist ohne weiteres einzusehen, dass schon beim Entwerfen der Figuren mit dem Zeichnungsapparat, sodann namentlich beim Umfahren derselben mit dem Planimeter ziemliche Fehler durch unvermeidliche Ungenauigkeiten begangen worden wären. Jede einzelne Spore hätte überdies mehrmals planimetriert werden müssen, um eine annähernde Genauigkeit zu erzielen, was bei tausend Messungen eine sehr zeitraubende Arbeit gewesen wäre! Was mich aber hauptsächlich bewogen hat, diese Arbeit zu unterlassen, ist der Umstand, dass ich von sachverständiger Seite her darauf aufmerksam gemacht wurde, dass sich beim Planimetrieren kleiner Flächen bedeutende Fehler und Ungenauigkeiten geltend machen. Das Planimeter soll nur bei der Ausmessung grösserer, unregelmässiger Flächen annähernd genaue Werte liefern; in unserem Fall hätte es sich ja höchstens nur um 1—2 cm² gehandelt.

Um aber doch einige positive Angaben über die Grössen der Chlamydosporen machen zu können, habe ich den jeweiligen grössten Durchmesser von je 25 Chlamydosporen gemessen. Im folgenden ist der grösste und kleinste gefundene Wert nebst dem unter 25 Messungen am häufigsten aufgetretenen angegeben.

²⁾ Die Beurteilung der Farbe der Sporen ist stark der subjektiven Empfindung des Beobachters unterworfen, und zwar dies umsomehr, als es sich im vorliegenden Fall oft nur um Abweichungen der Nuancen handelt. Um eine etwas objektivere Farbenbestimmung zu ermöglichen, habe ich dieselbe mit dem Code

als Blase oder Schlauch aus der Clamydospore austretende Sporengiums erhebliche Abweichungen zeigt.

Dass durch die einzelnen Formen ein etwas abweichendes Krankheitsbild erzeugt wird, scheint mir dagegen mehr durch eine ungleichartige Reaktion der Wirtspflanzen auf den Pilz, als durch den Parasiten selber verursacht zu sein.

Auf Grund sowohl der biologischen als auch der morphologischen Untersuchungen glauben wir uns berechtigt, die Formen, welche wir auf den unten namhaft gemachten *Compositen*-Gattungen erwähnen, als gut umschriebene Spezies der Gattung *Protomyces* anzusehen.

1. *Protomyces pachydermus* auf *Taraxacum officinale* Weber.
2. *Protomyces kreuthensis* auf *Aposeris foetida* (L.) Less.
3. *Protomyces Kriegerianus* auf *Leontodon hispidus* L.
4. *Protomyces Picridis* auf *Picris hieracioides* L.
5. *Protomyces Crepidicola* auf *Crepis biennis* L.
6. *Protomyces Crepidis paludosae* auf *Crepis paludosa* (L.)
Mönch.

B. Experimentelle und morphologische Untersuchungen.

1. *Protomyces pachydermus* Thümen auf *Taraxacum officinale* Weber.

a. Experimentelles.

Bereits unsere ersten experimentellen Untersuchungen (v. Büren 1915, p. 47—51) mit *Protomyces pachydermus* hatten gezeigt, dass dieser Pilz auf *Taraxacum officinale* spezialisiert zu sein scheint.

Wir haben nunmehr diese Feststellung bestätigt, indem wir die Versuche zum Teil wiederholt haben. Ferner sind noch einige Vertreter weiterer Gattungen von *Cichoraceen* in die Experimente einbezogen worden. Namentlich wurde auch mit *Sonchus oleraceus* experimentiert, da es von besonderem Interesse schien, das Verhalten dieser Pflanze gegenüber *Protomyces pachydermus* zu prüfen, seitdem Lindfors (1918, p. 222—224) einen auf *Sonchus oleraceus* lebenden *Protomyces* beschrieben hat, der mit *Protomyces pachyder-*

des Couleurs von Klincksieck u. Valette*) Paris 1908 vorgenommen; und zwar wurde, um eine möglichst einwandfreie Bestimmung zu sichern, ausser von mir, jeweilen durch zwei an der Untersuchung unbeteiligte Personen dieselbe wiederholt. Die im folgenden bei der Farbe notierte Zahl (oder Zahl und Buchstabe) entspricht der Bezeichnung des Farbfeldes im Code des Couleurs, welches mit der Farbe der Spore am besten übereinstimmte.

*) Herrn Prof. Dr. H. Bachmann in Luzern möchte ich hier meinen besten Dank sagen für die Bereitwilligkeit, mit welcher er mir zu wiederholten Malen den Code des Couleurs zur Verfügung gestellt hat.

mus grosse Aehnlichkeit zu haben scheint, den aber der oben erwähnte Autor nicht auf *Taraxacum officinale* übertragen konnte.

Das Sporenmaterial, das zu den in der nachfolgenden Tabelle zusammengefassten Versuchsreihen Verwendung fand, sammelte ich am 17. V. 1916 und am 7. X. 1920 bei Lehn am Belpberg und ferner am 17. VIII. 1917 bei St. Moritz im Engadin an der Strasse nach Campfèr.

Versuche aus den Jahren 1917, 1918 und 1921.

Sporenmaterial von <i>Protomyces pachydermus</i> auf <i>Taraxacum officinale</i> Weber gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	+ 4,3	+ 4,3
<i>Taraxacum officinale</i> Ssp. <i>paludosum</i> (Scop) Schinz u. Keller		+ 3,2
<i>Taraxacum officinale</i> Ssp. <i>alpinum</i> (Hoppe) Chenev.		+ 2,2
<i>Cirsium oleraceum</i> (L) Scop.	— 3,0	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	— 12,0	
<i>Lactuca muralis</i> (L) Less.	— 3,0	
<i>Crepis blattarioides</i> (L) Vill.		— 2,0
<i>Crepis paludosa</i> (L) Mönch		— 3,0

Aus der obigen Tabelle ergibt sich zunächst, dass die *Ssp. paludosum* und *alpinum* von *Taraxacum officinale* dem Befall von *Protomyces pachydermus* unterworfen sind. Ob in der Natur die *Ssp. alpinum* bereits befallen gefunden wurde, ist mir nicht bekannt, dagegen habe ich *Protomyces pachydermus* am 10. IX. 1920 am Imbergbach (Berner Oberland) auf der *Ssp. paludosum* gefunden.

Im übrigen sind in unsern Versuchen sowohl die Gattungen aus der Gruppe der *Cichoraceen*, als auch der Vertreter aus der Gruppe der *Cynareaceen* (*Cirsium oleraceum*) gesund geblieben.

Was nun speziell das Verhalten von *Sonchus oleraceus* anbelangt, so ergänzen und bestätigen meine Versuchsergebnisse diejenigen von Lindfors, und ich schliesse mich seiner Auffassung an, dass wir es bei dem auf *Sonchus oleraceus* lebenden *Protomyces* mit einer besonderen Spezies — *Protomyces Sonchi* Lfs. — zu tun haben (vergleiche auch weitere Argumente hierzu am Schluss des folgenden Abschnittes).

b. Morphologisches.

Protomyces pachydermus Thümen auf *Taraxacum officinale* verursacht auf der Hauptblattrippe, mitunter auch an den Nebenrippen und namentlich an den Blütenschäften seines Wirtes bedeutende

schwierige Erhebungen. In jugendlichen Stadien haben die Schwielen ein weisslich-glasiges Aussehen (Tafel II, Fig. 1), um dann später eine dunkelbraune Färbung anzunehmen. Eine namhafte Verfärbung der die infizierten Stellen umgebenden Gewebe konnte hier in der Regel nicht beobachtet werden, dagegen werden die Blütenschäfte bei schwerem Befall mitunter ziemlich stark deformiert.

Die ausgewachsenen Dauersporen haben im Durchschnitt einen grössten Durchmesser¹⁾ von 45μ aufzuweisen. Das in unseren Kulturen gemessene Maximum betrug 54μ , das Minimum $37,5\mu$. Ihre Farbe ist als hell-graubraun zu bezeichnen und entspricht der Nummer 178 A des Code des Couleurs.

Was nun die Dimensionen und die Formverhältnisse des fertig ausgebildeten Sporangiums anlangt, so ist hier folgendes zu bemerken.

Für die Länge desselben haben wir in unseren Kulturen am häufigsten die Werte $57,0\mu$ und $67,5\mu$ gefunden. Die Breite²⁾ betrug $37,5$ — $39,0\mu$. Damit lässt sich allgemein sagen, dass das Sporangium von *Protomyces pachydermus* Thümen einen geraden, mittellangen Schlauch (im Vergleich zu den anderen im folgenden zu besprechenden *Compositen* bewohnenden Formen) bildet, der in seinem oberen Teil meist etwas erweitert und kuppenförmig abgerundet ist. Fig. 5.

Der Vollständigkeit halber muss nun hier gleich noch gesagt werden, dass wir in unsern Kulturen von *Protomyces pachydermus* zwar selten, aber doch einige Male Schläuche beobachtet haben, die eine Länge von 120 und sogar 150μ erreichten.

Diese letztere Ausbildung der Sporangien ist jedoch nicht etwa mit jenen anormalen Keimungen zu verwechseln, die bei *Protomyces pachydermus* und zuweilen auch bei einigen andern *Compositen* bewohnenden Formen beobachtet werden. In diesen Fällen sind die Schläuche extrem lang (bis 200μ und länger) und ausserordentlich schmal, entsprechend der engen Oeffnung in der Chlamydosporenmembran, die bei solchen anormalen Keimungen immer angetroffen wird und vielleicht mit die Ursache derselben ist. Solche Sporangien waren meist gegen das obere Ende hin leicht konisch ausgebildet. Fig. 6. Im Innern dieser Schläuche vollziehen sich auch die Plasma-

¹⁾ Darunter ist der am häufigsten aufgetretene Wert bei 25 Messungen verstanden.

²⁾ Wenn im folgenden wiederholt von der Breite des Sporangiums die Rede sein wird, so ist damit jeweilen die grösste Breite gemeint.

umlagerungen nicht in normaler Weise; meist kommt es dabei gar nicht zur Bildung der Endosporen, oder wenn solche ausgebildet werden, so werden sie nicht aus dem Sporangium ausgeworfen.

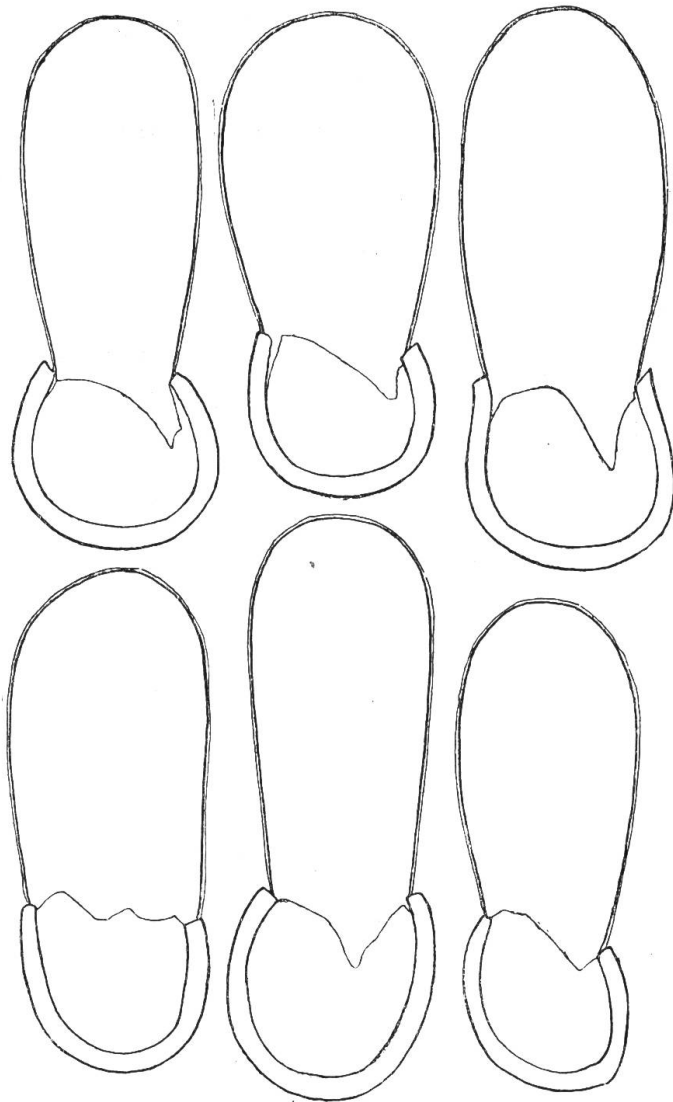


Fig. 5. *Protomyces pachydermus* Thüm. Chlamydosporen mit ausgetretenem Endosporium. (Die Endosporen am Scheitel des Sporangiums sind in den Figuren nicht eingetragen.) Leitz Oc. 3 Obj. 7. Mit der Kamera nach lebendem Material entworfen.
Vergr. ca. 340.



Fig. 6. *Protomyces pachydermus* mit anormal ausgewachsenen Sporangien. Der Vorgang der Plasmaumlagerung ist gestört, es kommt hier meist nicht zur Endosporenbildung. Leitz Oc. 1. Obj. 7.
Vergr. ca. 250.

Von den oben namhaft gemachten Abweichungen, die übrigens bei allen *Compositen* bewohnenden Formen mitunter auftreten können, sowie von den letzterwähnten Anomalien muss natürlich bei der Feststellung der «Keimungstypen» abgesehen werden: sie sind Einzelercheinungen, die bei der Durchsicht mehrerer Kulturen vollständig in den Hintergrund treten. Bei der Untersuchung der Kei-

mungsvorgänge von *Protomycetaceen* wird es allerdings immer zweckmässig sein, die Beobachtungen nicht auf die Keimung vereinzelter Sporen zu beschränken, sondern diese gleich auf drei bis vier Deckglaskulturen auszudehnen. Bei diesem Vorgehen wird dem Beobachter die «Grundform» der Keimschläuche bei den einzelnen Spezies nicht entgehen können. Ich möchte hier noch speziell hervorheben, dass die «Grundformen» der Keimung bei den einzelnen Spezies auch dann beobachtet wird, wenn das Sporenmaterial von verschiedenen Standorten stammte, sodass es sich also hier nicht etwa um eine besondere Ausbildung der Schläuche handelt, die von der Herkunft des Materials abhängt.

Anschliessend an diesen Abschnitt sei noch erwähnt, dass ich weder bei *Protomyces pachydermus* noch bei einem andern *Compositen* bewohnenden Vertreter der Gattung *Protomyces* eine so komplizierte Schichtung der Sporenmembran beobachtet habe, wie sie von Lindfors (1918, p. 223) für *Protomyces Sonchi* beschrieben worden ist. Namentlich habe ich bei den von mir untersuchten Sporenformen die Perforationen in der äusseren dicken Schicht nicht beobachtet. Diese scheinen für *Protomyces Sonchi* ein besonderes Merkmal zu bilden (vergleiche Fig. 1 auf p. 224 bei Lindfors), wobei sich dieser Pilz also auch in morphologischer Hinsicht von den übrigen *Compositen* bewohnenden *Protomyces*-Spezies unterscheidet.

Ob bei *Protomyces Sonchi* auch der Vorgang der Plasmaumlagerung im Vergleich zu den von mir beobachteten Formen etwas abweichend verläuft, wage ich nach den von Lindfors gegebenen beiden Figuren allein nicht zu entscheiden. Ich kann nur soviel sagen, dass in meinen Kulturen die Endosporen nicht aus dem Sporangium ausgeworfen wurden, wenn sie diffus in diesem herumlagen. Nach meinen Erfahrungen werden die Endosporen nur dann normal entleert, wenn sie von der randlichen Plasmamasse aus, in der sie normalerweise entstehen, sofort nach dem Scheitel des Sporangiums zu einem ballartigen Gebilde konzentriert werden.

Es liegen dann anormale Keimungen vor, die bedingt sind durch Störungen, die im Verlauf der Plasmaumlagerungen eintreten. Diese Störungen ereignen sich zuweilen recht häufig und haben nach meinen Beobachtungen sehr wahrscheinlich ihre Ursache in plötzlich eintretenden Luftdruckschwankungen. Während meiner Untersuchungen, die sich nunmehr über viele Jahre erstrecken, habe ich des öfteren die Wahrnehmung gemacht, dass plötzlich, zunächst ohne ersichtlichen Grund, die Plasmaumlagerungen beim Keimungsvorgang ins Stocken gerieten (ich pflege jeweilen möglichst viele Keimungen einzeln während der ganzen Dauer ihrer Entwicklung kon-

tinuierlich zu beobachten), um dann in den meisten Fällen nicht wieder in Gang zu kommen. Mitunter setzt allerdings die Entwicklung wiederum ein und es kommt zur Bildung von Endosporen, die aber regellos im Innern des Sporangiums herumliegen und nicht aus demselben entleert werden.

Es hat sich nun ergeben, dass der Zeitpunkt, in welchem sich die Störungen bei den Plasmaumlagerungen geltend machten, jeweilen mit dem Fallen des Barometers koinzidierten, wie an selbstregistrierenden Instrumenten leicht festgestellt werden konnte. Die Luftdruckschwankungen brauchen an und für sich nicht gross zu sein. Bereits eine geringe aber plötzlich eintretende Verminderung des Luftdruckes kann im Keimungsvorgang der *Protomyces*-Sporen eine schwere Störung herbeiführen. Vergegenwärtigt man sich, dass im Innern des *Protomyces*-Sporangiums während der Sporenbildung ein ziemlich bedeutender Turgordruck herrscht, so ist die Möglichkeit nicht unbedingt von der Hand zu weisen, dass äussere, namentlich rasch eintretende Druckänderungen die Ursache von Störungen sein können. Ob der von uns vermutete ursächliche Zusammenhang zwischen äusseren Luftdruckschwankungen und Entwicklungsstörungen im *Protomyces*-Sporangium in dieser einfachen Formulierung zu recht besteht oder ob hier nicht vielleicht noch bedeutend kompliziertere Zusammenhänge bestehen, wird wohl kaum je mit Sicherheit zu ermitteln sein. Zum Schluss sei nur noch erwähnt, dass bereits P o p t a (1899, p. 20) die verminderte Keimfähigkeit der *Protomyces*-Sporen beim Eintritt schlechter Witterung konstatiert hatte.

2. *Protomyces kreuthensis* auf *Aposeris foetida* (L.) Less.

a. Experimentelles.

Unsere ersten Versuche mit *Pr. kreuthensis* hatten gezeigt, dass dieser Pilz nicht auf *Taraxacum officinale* überzugehen vermag; das gleiche konnten wir damals auch für einige andere *Cichoraceen* nachweisen (v. B ü r e n 1915, p. 44—47). Nachdem es uns aber nun gelungen war, in der Schweiz auch auf einigen weiteren Gattungen der *Compositen*, so z. B. auf *Leontodon*, *Picris* und *Crepis*, *Protomyces* nachzuweisen, schien es wünschenswert, auch diese Gattungen in den Kreis unserer Versuchspflanzen einzubeziehen, um zu ermitteln, ob vielleicht dieselben von *P. kreuthensis* befallen werden können. Die Möglichkeit eines positiven Versuchsergebnisses schien zunächst deshalb nicht ganz ausgeschlossen, weil das Krankheitsbild der *Protomyces*-Formen auf den oben genannten Gattungen demjenigen sehr ähnlich ist, das von *P. kreuthensis* auf *Aporeris foetida* hervorgerufen

wird. (Näheres über das Krankheitsbild siehe im Abschnitt Morphologisches.)

Das Sporenmaterial, das zu den in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Versuchen verwendet wurde, sammelte ich an den nachgenannten Standorten: Wäldchen bei Inner-Gsteig, Weg zum Sanetschpass bei ca. 1220 m am 2. VIII. 1915 und 29. IX. 1916. Ferner an den bewaldeten Abhängen östl. vom Egelsee ob Diemtigen bei ca. 1000 m am 14. IX. 1918. Als einen weitem Standort, an welchem *Aposeris foetida* reichlich von *Pr. kreuthensis* befallen ist, lernte ich am 6. X. 1921 die rechte Seite des Tscherzisbachtals kennen.

Versuche aus den Jahren 1916, 1918 und 1919.

Sporenmaterial von <i>Protomyces kreuthensis</i> auf <i>Aposeris foetida</i> (L) Less. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Aposeris foetida</i> (L) Less.	+ 3,2	+ 4,4
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	— 3,0	— 1,0
<i>Leontodon montanus</i> Lam.	— 2,0	— 1,0
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	— 1,0	— 1,0
<i>Leontodon hispidus</i> L.	— 4,0	— 3,0
<i>Picris hieracioides</i> L.	— 3,0	— 1,0
<i>Crepis aurea</i> (L) Cass.	— 1,0	
<i>Crepis blattarioides</i> (L) Vill.	— 3,0	— 1,0
<i>Crepis vesicaria</i> L.		— 1,0
<i>Crepis biennis</i> L.	— 1,0	
<i>Crepis capillaris</i> (L) Wallr	— 2,0	
<i>Crepis paludosa</i> (L) Mönch	— 1,0	

Aus der Tabelle ersehen wir also, dass *Protomyces kreuthensis* auf *Aposeris foetida* spezialisiert ist, während andere Gattungen der *Cichoraceen* offenbar von diesem Pilz nicht befallen werden können. Es sei hier schon speziell darauf hingewiesen, dass *Leontodon autumnalis* und *L. hispidus* nicht befallen worden sind. Wir werden bei der Besprechung der Versuche, die mit Sporenmaterial, welches von den beiden oben genannten Pflanzen stammte, auf diese Tatsache zurückzukommen haben.

b. Morphologisches.

Protomyces kreuthensis Kühn verursacht auf der Hauptblatttrippe von *Aposeris foetida* schwielenartige Erhebungen, die ein glasiges Aussehen haben. Bei starkem Befall macht sich die Infektion auch in einzelnen Partien der Blattnervatur geltend, so dass diese uns an den betreffenden Stellen als ein stark angeschwollenes Adernetz ent-

gegentreten. Die Sporen erfüllen hauptsächlich den Siebteil der Gefässbündel. Das so erkrankte *Aposeris*-Blatt ist in den befallenen Teilen gelblich verfärbt (niemals rötlich), zuweilen auch mehr oder weniger deformiert. Vergl. Tafel II, Fig. 2.

Die reifen bzw. ausgewachsenen Chlamydosporen haben im Durchschnitt¹⁾ einen grössten Durchmesser von ca. 30μ . Der kleinste gemessene Wert betrug 25μ ; der grösste 42μ . Ihre Farbe ist hellgraubraun und stimmt am besten mit der Nummer 153 A des Code des Couleurs überein.

Betrachten wir nunmehr die Chlamydospore im Zustand der Keimung, d. h. nachdem das Endosporium als schlauchartiges Gebilde aus der Spore herausgetreten ist, die Plasmaumlagerungen sich dort vollzogen haben und nunmehr die Endosporen am Scheitel des reifen Sporangiums zusammengeballt, der Entleerung harren, so können wir für das letztere folgende allgemeine Merkmale feststellen.

Die für die Länge am häufigsten gemessenen Werte liegen zwischen 70 und 90μ ; für die Breite liegen sie zwischen 21 und 24μ . Ausserdem ist für das Sporangium von *Pr. kreuthensis* typisch, dass es zuweilen leicht gebogen und sehr oft am Scheitel etwas abgeplattet ist. Vergleiche hierzu die Figuren. (Fig. 7.)

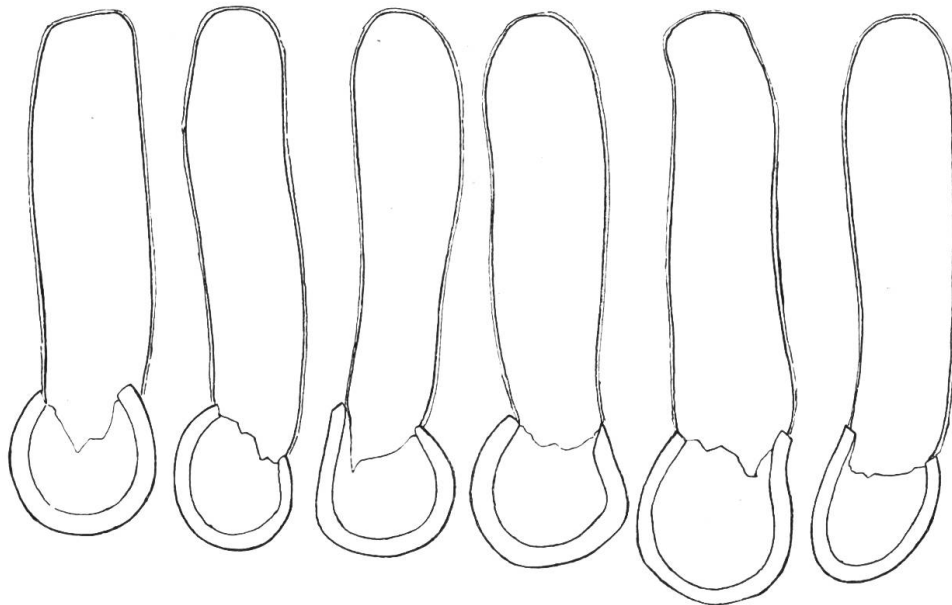


Fig. 7. *Protomyces kreuthensis* Kühn. Chlamydosporen mit ausgetretenem Endosporium. — Nach lebendem Material mit der Kamera gezeichnet. Leitz Oc. 3. Obj. 7. Vergr. ca. 340.

¹⁾ Darunter ist der am häufigsten aufgetretene Wert bei 25 Messungen verstanden.

3. *Protomyces Kriegerianus*¹⁾ nov. spec. auf *Leontodon hispidus* L.

a. Experimentelles.

Protomyces auf *Leontodon hispidus* wurde von K r i e g e r und M a g n u s bereits im Jahre 1887 (8. VI.) bei Königstein a. Elbe gefunden und mit dem auf *Aposeris foetida* lebenden Pilz als identisch erachtet. (K r i e g e r, Fungi saxonici exsiccati Fasc. IV No. 251 1887). Demzufolge figurieren in den Herbarien und in der Literatur die Funde von *Protomyces* auf *Leontodon* unter dem Namen *Pr. kreuthensis*. 1890 (3. VII.) fand dann K r i e g e r b. Königstein auf *Leontodon autumnalis*²⁾ eine weitere *Protomycetacee*, die er ebenfalls unter *Pr. kreuthensis* in den Fungi saxonici exsiccati Fasc. XIII, No. 601, 1891 herausgab.

Auf mein Ansuchen hin hatte Herr W. K r i e g e r die Freundlichkeit, mir am 22. IX. 1915 Blätter von *Leontodon hispidus*, die mit *Protomyces* befallen waren, zuzusenden. Schon das von *Pr. kreuthensis* etwas abweichende Krankheitsbild, welches die befallenen *Leontodon*-Blätter boten, liess mich vermuten, es könnte sich beim vorliegenden Pilz um eine besondere Spezies handeln. Meine Vermutung bestärkte sich noch, als ich im Frühjahr 1916 die Keimung der überwinterten Sporen beobachten konnte. (Vergl. Näheres unter Morphologisches.)

Es galt nun zunächst durch Versuche zu ermitteln, ob der Pilz auf *Leontodon hispidus* imstande sei, *Leontodon autumnalis* und *Aposeris* zu befallen. Bei diesem Anlass wurden noch einige weitere Gattungen der *Cichoraceen* in den Kreis der Untersuchung einbezogen, bei deren Auswahl die von *Protomyces* gemachten Funde massgebend waren.

Für die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Versuchsreihen diente mir ausser dem am 22. IX. 1915 von Herrn

¹⁾ Ich möchte vorschlagen, diese Art zu Ehren des ersten Finders derselben, Herrn W. K r i e g e r in Königstein a. Elbe († 4. VII. 1921), *Protomyces Kriegerianus* zu benennen.

²⁾ Durch die gütige Vermittlung von Herrn Prof. E d. F i s c h e r konnte ich No. 601 der Fungi saxonici exsiccati aus dem Berliner Herbarium zur Einsicht erhalten. Am betreffenden Material konstatierte ich, dass tatsächlich eine *Protomyces*-Infektion vorliegt (Mycel in den Gefässbündeln mit interkalar entstehenden Chlamydosporen). Die pilzbefallenen Blätter sind jedoch nach meinem Dafürhalten solche von *Leontodon hispidus* var. *glabratus* (Koch) B i s c h o f f = *L. hastilis* L., was auch durch die Vergleichung mit einem reichlichen Herbariummaterial bestätigt wurde, und nicht von *Leontodon autumnalis*, wie auf der Etikette des Exsikkates vermerkt ist. Dass *Protomyces Kriegerianus* auch die Varietäten seiner Wirtspflanze befällt, ist leicht einzusehen und übrigens durch unsere Versuche auch bestätigt. (Vergl. hierzu auch die 2te Fussnote auf S. 42.)

K r i e g e r in Königstein a. E. erhaltene Material solches, das ich am 22. VI., 1. X. und 20. X. 1916; ferner am 30. VI. 1918 an der Wohlenstrasse in der Eimatt bei Bern gesammelt hatte.

Der Pilz auf *Leontodon hispidus* konnte ausserdem für das Gebiet der Schweiz noch an folgenden Orten nachgewiesen werden¹⁾: Ober-Aar am Belpberg bei ca. 570 m 23. IX. 1915!!; oberhalb der Zementfabrik Grandchamp 420 m bei Ville-neuve 15. X. 1915!!; beim Greisenasyl von Burier 23. X. 1915!!; Les Avants an der Strasse gegen Sonloup 1020 m 15. X. 1915!! Weitere Standorte für den Kanton Waadt, vergl. Mayor, E. (1918), Weg von Ragaz nach Pfäfers 4. VIII. 1917!!; Val Plavna, auf den Sandalluvionen des Plavnabaches 1500 m (Unter-Engadin) 9. VIII. 1916!!

Versuche aus den Jahren 1916, 1917, 1918 und 1919.

Sporenmaterial von <i>Protomyces Kriegerianus</i> auf <i>Leontodon hispidus</i> L. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Aposeris foetida</i> (L) Less	— 3,0	— 3,0
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	— 6,0	— 3,0
<i>Leontodon montanus</i> Lam.	— 2,0	— 1,0
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	— 1,0	— 2,0
<i>Leontodon hispidus</i> L.	+ 10,9	+ 4,0
<i>Leontodon hispidus</i> var. <i>danubialis</i> G. Beck f. <i>alpinus</i> Hampe	+ 1,1	
<i>Picris hieracioides</i> L.	— 1,0	
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	— 1,0	
<i>Crepis blattarioides</i> (L) Vill.		— 1,0
<i>Crepis vesicaria</i> L.	— 3,0	
<i>Crepis biennis</i> L.	— 2,0	— 3,0

Aus unsern Versuchen ergibt sich, wie aus der obigen Tabelle ersichtlich ist, dass *Pr. Kriegerianus* auf die Gattung *Leontodon* spezialisiert ist und offenbar auch dort nur auf die Spezies *hispidus* und ihren Varietäten.²⁾

¹⁾ Es sollen jeweilen im Anschluss an die Angaben über die Herkunft des zu den Experimenten verwendeten Sporenmaterials noch einige Mitteilungen über neue oder bemerkenswerte Standorte gemacht werden; sie sollen als eine Ergänzung der Standortsangaben dienen, welche ich seinerzeit in den «Beiträgen zur Kryptogamenflora der Schweiz» (Bd. V, Heft 1) publiziert habe. Auch sind hierzu die Publikationen von Cruchet, P. und Mayor, Eug. (1918) und ferner Mayor, Eug. (1918, p. 143—144) einzusehen.

!! bezeichnet Exemplare, die vom Verfasser selbst gesammelt worden sind.

²⁾ Auf *Leontodon glabratus* Koch = *L. hispidus* L. var. *danubialis* G. Beck wurde dieser Pilz von F. Bubak gefunden und als *Pr. kreuthensis* publiziert (Annales Mycol. Bd. VII. 1909, p. 60).

Wir möchten besonders hervorheben, dass *Leontodon autumnalis* in unseren Experimenten niemals infiziert worden ist;¹⁾ dieser Hinweis möge hier vorläufig genügen, da bei der Besprechung der Gattung *Protomyopsis* auf diese Tatsache zurückzukommen sein wird.

Ferner war es nicht möglich, mit dem auf *Leontodon hispidus* lebenden Pilz *Aposseris foetida* zu infizieren. Wenn wir uns nun im Zusammenhang mit der letzteren Tatsache die oben mitgeteilten Resultate, welche wir durch die Versuche mit *Pr. kreuthensis* erzielt haben, vergegenwärtigen, die ihrerseits gezeigt haben, dass dieser Pilz *Leontodon hispidus* nicht zu befallen vermag, so lässt sich daraus die Schlussfolgerung ziehen, dass der auf *Leontodon hispidus* lebende Pilz mit *Pr. kreuthensis* biologisch nicht identisch sein kann.

Diese Auffassung wird uns durch die Untersuchung der morphologischen Verhältnisse bestätigt.

b. Morphologisches.

Protomyces Kriegerianus verursacht auf den Blättern von *Leontodon hispidus* ein stark angeschwollenes Adernetz. Der Pilz lebt auch hier ausschliesslich in den Gefässbündeln. Die befallenen Blattpartien erscheinen zunächst gelblich verfärbt und haben dann ein ähnliches Aussehen, wie wir es oben für *Aposseris* beschrieben haben. Zu erwähnen ist aber, dass *P. Kriegerianus* auf der Hauptblatttrippe seiner Wirtspflanze keine nennenswerten schwieligen Erhebungen erzeugt. Bei fortschreitender Infektion bzw. Reifung der Chlamydosporen verfärben sich alsdann die befallenen Blattpartien bei *Leontodon hispidus* lebhaft rot (vergl. Tafel II, Fig. 3), was wir bei *Aposseris* niemals beobachtet haben. Stark befallene *Leontodon*-Blätter sind meistens in der Weise deformiert, dass die Blattspreiten etwas wellig verbogen oder dann leicht nach der Blattunterseite hin eingekrümmt sind. Dieser letztere Umstand, sowie namentlich auch die lebhaftere Rotfärbung der befallenen Blatteile erleichtern das Auffinden dieser *Protomyces*-Spezies ganz erheblich.

Die Chlamydosporen entstehen interkalar am Mycel. Dieses Merkmal sowie der Umstand, dass die Endosporen nach dem Auswerfen aus dem Sporangium regelmässig und reichlich paarweise kopulieren, weisen diese auf *Leontodon* lebende *Protomycetaceae* unzweifelhaft in die Gattung *Protomyces*.

Die reifen Chlamydosporen haben im Durchschnitt einen grössten Durchmesser von 45μ aufzuweisen. Der kleinste gemessene Wert betrug 30μ , der grösste 48μ . Ihre Farbe ist hellgraubraun und konnte mit der Nummer 153 B des Code des Couleurs identifiziert werden.

¹⁾ Vergleiche hierzu auch die Fussnote auf S. 41.

Bevor wir zur Besprechung der Sporangienformen von *Pr. Kriegerianus* übergehen, seien hier einige allgemeine Bemerkungen über den Vorgang der Chlamydosporenkeimung eingeschoben, die für alle in dieser Abhandlung erwähnten Vertreter der Gattung *Protomyces*, die auf *Compositen* leben, Geltung haben, insbesondere auch für *P. Kriegerianus* und *P. Picridis*, deren Keimungsverhältnisse meines Wissens von mir zum erstenmal im einzelnen beobachtet worden sind. Die Plasmaumlagerungen, die sich im austretenden Sporangium abspielen, vollziehen sich bei allen von mir beobachteten Formen in genau derselben Weise. Bezüglich der Einzelheiten verweise ich auf die einlässliche Darstellung dieses Vorganges für *P. pachydermus*, welche ich seinerzeit gegeben habe (vergl. v. B ü r e n 1915, p. 18 bis 26, Tafel III und IV).

Das vollentwickelte Sporangium — darunter ist immer ein solches zu verstehen, an dessen Scheitel ein zum Austreten bereiter Sporenball liegt — zeigt bezüglich seiner Dimensionen folgende Verhältnisse:

Die für die Längsachse des Sporangiums am häufigsten vorkommenden Werte liegen zwischen 50 und 55 μ , während für die Breite sich die Werte zwischen 48 und 50 μ bewegen. Es kommt weniger auf die absoluten Zahlenwerte an, da diese ohnehin sehr schwankend sind, als auf die Tatsache, dass hier der Unterschied von Länge und Breite ein sehr kleiner ist, mit andern Worten das Sporangium hat bei dieser Spezies eine Form, die sich zuweilen mehr oder weniger derjenigen der Kugel nähert (vergleiche hierzu die Figuren 8). Dieses Merkmal ist für *Pr. Kriegerianus* durchgreifend, es konnte sowohl an Material aus Sachsen als an solchem, das von schweizerischen Standorten herrührte, festgestellt werden.

4. *Protomyces Picridis* nov. spec. auf *Picris hieracioides* L.

a. Experimentelles.

Protomyces Picridis auf *Picris hieracioides* sammelte ich zum erstenmal am 24. VIII. 1916 bei Schuls unterhalb der sog. Wyquelle auf einer feuchten Wiese. Am folgenden Tag fand ich einige weitere infizierte *Picris*-Pflanzen auf einem nassen Grasplatz unterhalb der Strasse, die von Schuls nach Crusch führt.

Am 13. VIII. 1917 wurde an dem oben genannten Standort Sporenmaterial zu Versuchszwecken gesammelt.¹⁾

Mit diesem allerdings an Quantität recht bescheidenen Material wurde am 23. X. 1917 ein Kistchenversuch eingeleitet. Es konnten da-

¹⁾ Herr E. E y a in Schuls hatte die Güte, später für mich noch ergänzendes Material zu sammeln, wofür ich ihm hier noch meinen besten Dank sage.

mals die folgenden Pflanzen reichlich mit Sporenmaterial beschickt werden: *Picris hieracioides*, 2 Exemplare; *Leontodon hispidus*, 2 Exemplare (wovon im Frühjahr 1918 nur das eine austrieb). Ferner *Crepis biennis*, 2 Pflanzen. Das Resultat war folgendes:

Am 14. V. 1918 zeigte sich eine der *Picris*-Pflanzen auf verschiedenen Blättern und zwar an mehreren Stellen ein stark angeschwollenes Adernetz, jedoch noch ohne nennenswerte Verfärbung.

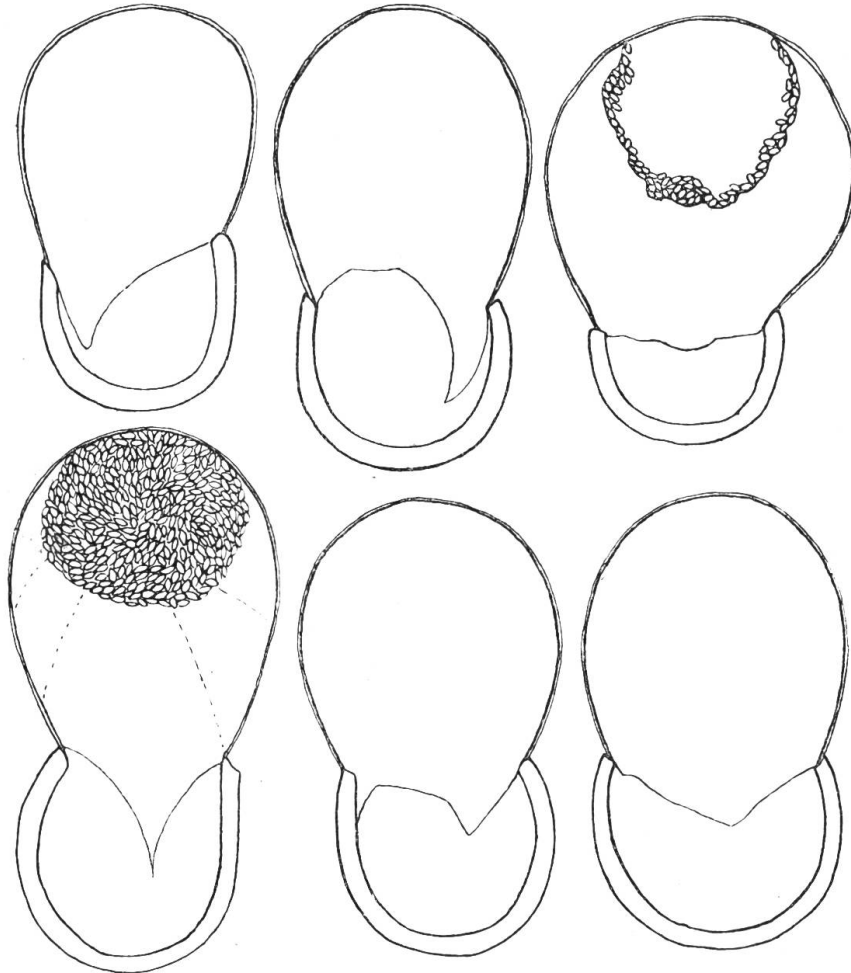


Fig. 8. *Protomyces Kriegerianus*, keimende Chlamydosporen. Im Sporangium unten links ist der zum Auswerfen bereite Endosporenbäll eingetragen; im dritten Sporangium oben rechts sind nur die Umrisse des Sporenballs angedeutet. Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen. Leitz Oc. 3. Obj. 7. Vergr. ca. 340.

Am 29. V. sind an der betreffenden *Picris*-Pflanze von 9 Blättern nunmehr 7 stark befallen, die infizierten Blattpartien sind verfärbt.

Eine Kontrolle am 20. V. hatte bereits ergeben, dass auch die zweite *Picris*-Pflanze an einigen Blättern das typische Krankheitsbild aufzuweisen hatte; sie blieb aber während des ganzen Versuches etwas weniger stark befallen als die erste. Am gleichen Tag wurde für

beide *Picris*-Pflanzen der Befall von *Protomyces* durch den mikroskopischen Befund bestätigt.

Die andern Pflanzen, welche im Versuch einbezogen worden waren, hatten sich mit Ausnahme der oben erwähnten *Leontodon*-Pflanze im Laufe des Frühjahrs kräftig entwickelt, blieben aber bis zum Abbruch des Versuches (am 22. VII. 1918) vollständig gesund.

Ergänzende Versuche mit Topfpflanzen konnten leider wegen Mangel an geeignetem Material nicht ausgeführt werden.

Aus diesem einzigen Versuch dürfen selbstverständlich keine weittragenden Schlussfolgerungen gezogen werden. Immerhin deutet dieses einzige Versuchsergebnis doch auf eine Spezialisierung hin; denn ausser den reichlich infizierten Wirtspflanzen ist weder *Leontodon hispidus* noch *Crepis biennis* befallen worden.

Es werden weitere Versuche notwendig sein, um diese Deutung einwandfrei zu bestätigen.

Eine Frage, welche ebenfalls auf experimentellem Wege ihre Lösung finden wird, ist die, ob *Protomyces Helminthiae*, der von R. Maire (1914, p. 255, Fig. J, K u. L) in Tunesien auf *Picris echinoides* L. (= *Helminthia echinoides* Gaertn.) gefunden worden ist, mit unserm auf *P. hieracioides* lebenden Pilz identisch ist.

b. Morphologisches.

Protomyces Picridis verursacht ebenfalls Anschwellungen der Nervaturen auf den Blättern seiner Wirtspflanze. Die betreffenden Blattpartien sind gelblich verfärbt; eine Rötung tritt mitunter auch bei stärkerer Infektion auf. Das Mycel, an welchem die Chlamydosporen interkalar entstehen, durchzieht hier ebenfalls die Gefässbündel. Diese Feststellungen stimmen mit dem überein, was auch Maire für den auf *Picris echinoides* lebenden Pilz mitteilt.

Für die ausgereiften Chlamydosporen lassen sich die nachstehenden Grössenangaben machen:

Der häufigste gemessene Durchmesser der Sporen beträgt 40μ . Als grössten Wert fanden wir bei unseren Messungen 45μ , als kleinsten $28,5\mu$. Die Farbe kann als hellbraun bezeichnet werden und stimmt mit Nummer 153 C des Code des Couleurs überein.

Das reife Sporangium weist eine durchschnittliche Länge von 65μ auf; die gemessenen Extreme wurden bei 60 und 67μ gefunden. Die am häufigsten gemessene Breite war 45μ . Daraus geht hervor, dass auch die Sporangien dieser Spezies dem «komprimierten Typus» angehören, jedoch im Verhältnis zur Breite eine etwas mehr gestreckte Längsachse haben. Dieses Verhältnis springt bei der Betrachtung der

beigegebenen Figuren (Fig. 9) sofort ins Auge, namentlich dann, wenn man diejenigen von *Pr. Kriegerianus* zum Vergleich herbeizieht.

Charakteristisch für die Sporangien von *Pr. Picridis* erscheint auch der Umstand, dass diese gegen den Scheitel hin zuweilen eine leichte Zuspitzung erkennen lassen.

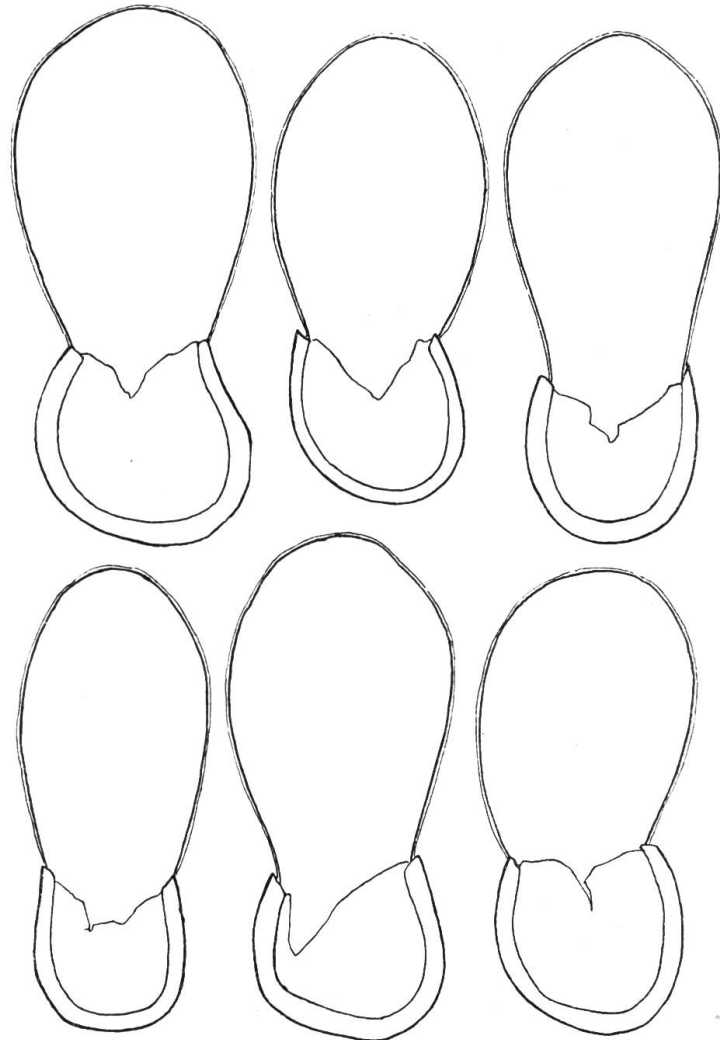


Fig. 9. *Protomyces Picridis*. Keimende Chlamydosporen.
Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen.

Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

5. *Protomyces Crepidicola* nov. spec. auf *Crepis biennis* L.

a. Experimentelles.

Im Jahre 1915 hatte ich (v. Büren 1915, Bemerkung bei p. 83—84) bereits darauf hingewiesen, dass offenbar der auf *Crepis biennis* lebende *Protomyces* sicher nicht mit *Pr. pachydermus* identisch ist; wahrscheinlich aber auch nicht mit dem auf *Crepis paludosa* lebenden Pilz, welcher letzterer von Magnus (1890, p. 11) ebenfalls mit *Pr. pachydermus* identifiziert worden war.

Unsere Angaben stützten sich damals auf einige morphologische Merkmale, die zudem nur an einem kleinen Material studiert worden waren.

Wir sind nunmehr in der Lage, die Frage, ob die auf *Crepis biennis* und *paludosa* lebenden Pilze identisch sind oder nicht, auf Grund eines reichlichen Untersuchungsmaterials zu erörtern.

Ausser den beiden in Frage stehenden *Crepis*-Arten sind noch eine ganze Reihe anderer Vertreter dieser Gattung in die Versuche einbezogen worden; ferner auch einige andere *Compositen*-Gattungen, die wir bereits im vorigen als Wirtspflanzen von *Protomyces* kennen gelernt haben. Das Material, das unsern Versuchen zu Grunde liegt, stammt ausschliesslich aus dem Garten meines Vaters (Choisi bei Bern), wo *Crepis biennis* auf einer eng umschriebenen Stelle einer etwas feuchten Wiese alljährlich mehr oder weniger befallen zu sein pflegt.

Bis vor kurzem war mir dies, trotz eifrigen Absuchens von *Crepis biennis* an den verschiedensten Orten, der einzige bekannte Standort (vergleiche hierzu die Erörterungen über die Standortverhältnisse der Wirtspflanzen von *Protomyces* witten bei p. 29—30). Am 10. VI. 1919 gelang es mir alsdann bei Beau Regard (Punkt 452 auf Blatt No. 464 des Siegfriedatlas) ob Burier (Kt. Waadt) einige mit *Protomyces* befallene *Crepis biennis*-Pflanzen zu finden. Es handelt sich dort ebenfalls um eine feuchte, schattige Wiese, woselbst die infizierten Pflanzen in unmittelbarer Nähe einer Brunnstube wuchsen.

Versuche aus den Jahren 1915, 1916, 1917, 1919, 1920 und 1921.

Sporenmaterial von <i>Protomyces Crepidicola</i> auf <i>Crepis biennis</i> L. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Aposeris foetida</i> (L) Less.	— 3,0	
<i>Leontodon hispidus</i> L.	-- 3,0	— 1,0
<i>Picris hieracioides</i> L.		-- 2,0
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	— 1,0	
<i>Crepis aurea</i> (L) Cass.	+ 3,1	
<i>Crepis praemorsa</i> (L) Tausch *)	— 2,0	
<i>Crepis pygmaea</i> L.	— 2,0	
<i>Crepis terglaviensis</i> (Hacquet) Kerner	— 2,0	
<i>Crepis alpestris</i> (Jacq.) Tausch	— 6,0	
<i>Crepis conyzifolia</i> (Gouan) Dalla Torre	— 4,0	
<i>Crepis blattarioides</i> (L) Vill		— 2,0
<i>Crepis vesicaria</i> L.	— 4,0	
<i>Crepis biennis</i> L.	+ 16,14	+ 4,4
<i>Crepis tectorum</i> L.	— 3,0	
<i>Crepis capillaris</i> (L) Wallr	— 3,0	— 1,0
<i>Crepis pontana</i> (L) Dalla Torre	+ 3,1	
<i>Crepis paludosa</i> (L) Mönch	— 4,0	
<i>Crepis sibirica</i> L.	— 6,0	

*) Diese bei uns seltene *Crepis*-Art verdanke ich Herrn Bezirkslehrer Alf r. Hasler in Muri (Aargau), der die Güte hatte, mir einige Exemplare zuzusenden, wofür ich ihm hier meinen besten Dank ausspreche.

Betrachten wir die in der obigen Tabelle zusammengefassten Versuchsergebnisse näher, so ergibt sich zunächst, dass *Protomyces Crepidicola* auf die Gattung *Crepis* beschränkt ist, wenigstens wurden in unsern Versuchen niemals Vertreter anderer Gattungen der *Compositen* befallen. Beobachtungen, die wir im Freien gemacht haben, stehen in Uebereinstimmung mit diesen Versuchsergebnissen, indem z. B. *Leontodon hispidus* und *Taraxacum officinale*, die in Menge bei den befallenen *Crepis biennis*-Pflanzen im väterlichen Garten standen, stets gesund waren.

Was nun die Gattung *Crepis* selber anlangt, so haben die Versuche ergeben, dass ausser *Cr. biennis* auch *Cr. aurea* und *Cr. pontana* (L) *Dalla Torre* = *Cr. montana* (L) *Tausch* für *Protomyces Crepidicola* anfällig sind.

Die Infektion auf *Crepis aurea* war allerdings ausserordentlich schwach und entwickelte sich trotz längerer Beobachtung nicht weiter, sie blieb auf eine kleine Stelle eines einzigen Blattes beschränkt. Die mikroskopische Untersuchung zeigte denn auch, dass das Mycel ausserordentlich schwach entwickelt war und nur vereinzelte Chlamydosporen gebildet hatte. Im gleichen Versuch hatte sich dagegen im gleichen Zeitraum der Pilz auf *Crepis biennis* sehr wohl entwickelt.

Crepis aurea scheint uns demnach zu jenen Arten der Gattung zu gehören, die nur dann befallen werden können, wenn dem Parasit die optimalen Infektionsbedingungen zur Verfügung stehen.

Bei *Crepis pontana* war der Befall viel stärker, ungefähr so stark wie in den Versuchen normalerweise die Infektion von *Crepis biennis* erreicht wird. Bezüglich der Bestimmung müssen wir sagen, dass es uns leider gerade für *Crepis pontana* (L) *Dalla Torre* nicht möglich war, dieselbe einer Verifikation zu unterwerfen, da uns die Pflanzen durch ein Missgeschick eingingen, bevor sie zum Blühen kamen. (Der Same, aus dem die Pflanzen erzogen worden waren, stammte aus dem Botanischen Garten München.) Dieses Resultat ist also mit einem gewissen Vorbehalt aufzunehmen.

Die drei in unsern Versuchen bis jetzt befallenen *Crepis*-Arten gehören nach *K o c h's* Synopsis der Deutschen und Schweizer Flora 1902 in die Rote *Eucrepis*, wir erwähnen dies nur beiläufig und machen gleichzeitig auch darauf aufmerksam, dass andererseits doch Arten dieser Untergruppe offenbar nicht befallen werden.

Es sei noch besonders hervorgehoben, dass sich *Crepis paludosa* in unsern Versuchen als immun erwiesen hat.

b. Morphologisches.

Protomyces Crepidicola verursacht ganz ähnlich wie wir es für die drei vorher besprochenen *Protomyces*-Spezies beschrieben haben, Anschwellungen der Nervatur der infizierten Blattstellen, in welcher das Mycel die Chlamydosporen interkalar heranbildet. Auch hier beobachtet man bei beginnender Erkrankung zunächst eine gelbliche Verfärbung, die dann in braunrot überzugehen pflegt. Wir sehen weiter, dass bei starkem Befall eine Deformation des Blattes erfolgt und zwar so, dass die erkrankten Stellen blasig nach der Oberseite des Blattes hin aufgetrieben erscheinen (vergl. Tafel II, Fig. 4 u. 5).

Wir haben auch versucht, einiges zur Beantwortung der etwas schwierigen Frage nach den Ursachen der Verfärbungen der Infektionsstellen, namentlich der so auffälligen Rötungen, wie sie bei befallenen Blättern von *Crepis biennis*, *Leontodon hispidus* und *Picris hieracioides* auftreten, beizutragen.¹⁾

Im Mesophyll des normalen Blattes findet sich Fett und Inulin, sowie Tropfen aldehydartiger Natur. Diese Bestandteile fehlen dagegen vollständig in den Infektionsstellen. Der rote Farbstoff tritt nur an befallenen Blattstellen sowie deren unmittelbarer Umgebung auf und bleibt auch dann ausschliesslich auf die subepidermalen Zellen des Blattgewebes beschränkt. Dieser rote Farbstoff konnte mit Sicherheit als den Anthocyanen zugehörig erkannt werden. Ob das Fett und das Inulin zur Bildung des Anthocyans aufgebraucht wird, oder ob diese Stoffe vom Pilz verbraucht werden, ist schwer oder wohl überhaupt nicht mit Sicherheit zu ermitteln. Jedenfalls scheint mir hier für die Bildung des Anthocyans eine Anreicherung von Zucker in den infizierten Blattpartien kaum in Frage zu kommen, da das Blatt sowohl an freiem wie an gebundenem Zucker arm ist. Die Bildung des Anthocyans lässt sich im vorliegenden Fall noch am ehesten auf eine mangelhafte Zufuhr von Wasser und Nährsalzen zurückführen (Fehlen von Fett und Inulin etc.). Solche Fälle sind z. B. schon von M o l i s c h (1920, p. 83—84 und 2. Fussnote daselbst) namhaft gemacht worden. Diese Annahme steht übrigens gut in Einklang mit der Tatsache, dass das Mycel und die Chlamydosporen unseres Pilzes in den Gefässbündeln der Wirtspflanze leben, was ja eine Störung ihrer normalen Funktion zur Folge haben muss.

Als häufigsten gemessenen Wert für den Durchmesser der Chlamydosporen kann für *Protomyces Crepidicola* $37,5\mu$ angegeben

¹⁾ Dabei gedenken wir mit Dankbarkeit des verstorbenen Herrn Prof. Dr. O. T u n m a n n, der im Sommer 1918 die Freundlichkeit hatte, unsere Analysen nachzuprüfen und zu ergänzen.



Fig. 10. *Protomyces Crepidicola*. Keimende Chlamydo-
sporen. Nach lebendem Material mit der Kamera ent-
worfen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

werden. Der grösste gemessene Wert war $45\ \mu$, der kleinste $22,5\ \mu$. Die Färbung des Chlamydosporen ist hellbraun und entspricht der No. 128 C des Code des Couleurs.

Die Längen, welche für das ausgewachsene Sporangium am häufigsten gefunden werden, liegen zwischen $105\ \mu$ und $135\ \mu$. Extreme, die in unseren Kulturen beobachtet worden sind: $80\ \mu$ und $196\ \mu$. Die Breite dagegen schwankt sehr minim um $34\ \mu$ herum.

Was das Sporangium von *Pr. Crepidicola* unter allen von uns bis jetzt untersuchten Vertretern dieser Gattung hervorragend charakterisiert, ist vor allem seine ausserordentliche Länge, ferner seine oft etwas wellig gebogenen Wandungen. Dazu ist ergänzend zu bemerken, dass hier noch nach erfolgter Umlagerung des Plasmas im Sporangium dasselbe sich mitunter noch erheblich strecken kann, was nach unseren Beobachtungen im allgemeinen bei den andern Formen nicht oder nur in ganz bescheidenem Mass der Fall ist. Weiterhin sei noch erwähnt, dass die Sporangien sehr oft in einer leicht geschwungenen Bogenlinie, die nach der einen oder andern Seite hin neigt, auswachsen. Der Scheitel der Sporangien ist gleichmässig abgerundet oder zuweilen auch etwas kolbig erweitert. Fig. 10.

6. *Protomyces Crepidis paludosae* nov. spec. auf *Crepis paludosa* (L.) Mönch.

a. Experimentelles.

In unsern ersten Untersuchungen (v. Büren 1915, Bemerkung p. 83/84) über die Gattung *Protomyces* hatten wir bereits die Ansicht geäussert, dass es sich bei dem auf *Crepis paludosa* lebenden Pilz unzweifelhaft um eine selbständige Art handle. Damals fügten wir unter anderem auch bei, dass weitere Infektionsversuche notwendig sein würden, um diese Frage zu entscheiden.

Zur Lösung derselben sammelte ich schon im Herbst 1915 im Engadin und im Berner Oberland Sporenmaterial und führte damit im Frühjahr 1916 einige Versuchsreihen mit Topfpflanzen aus, die aber alle resultatlos verliefen. Der Grund dieses Misserfolges war ein zweifacher. Einmal war die Ueberwinterung des Sporenmaterials nicht einwandfrei gewesen, da ich damals bezüglich dieser Verhältnisse noch nicht genügend orientiert war. Ferner zeigte sich im Verlauf der weiteren Untersuchungen, dass die Chlamydosporen des auf *Crepis paludosa* lebenden Pilzes auch unter günstigen Vorbedingungen im künstlichen Versuch immer nur sehr spärlich keimen. Die schwache Keimfähigkeit hat offenbar ihren Grund darin, dass im Experiment die extremen Standortbedingungen der Wirtspflanze

nicht realisiert werden können. An den mir bis jetzt bekannten Standorten, an welchen sich *Crepis paludosa* von *Protomyces* befallen fand, steht die Wirtspflanze auf vollständig wasserdurchtränktem Boden; sobald dieser aber an etwas weniger nassen Standorten wächst, fehlt der Pilz.

Unter diesen Verhältnissen erscheint es klar, dass die Bedingungen, unter welchen der Pilz zu Versuchszwecken überwintert werden muss, trotz aller dieser Sache gewidmeten Sorgfalt weit von denjenigen abweichen, die dem natürlichen Standorte entsprechen, wo die abgestorbenen infizierten Wirtspflanzen mehr oder weniger im Wasser liegen.

Durch Anwendung der Kistchenversuche hoffte ich diese Schwierigkeiten wenigstens teilweise zu beseitigen. Das zum Versuch benutzte Material konnte wiederum am 17. VIII. 1917 im kleinen Waldsumpf nächst der Haltestelle Sanssouci der Bernina-Bahn bei Pontresina in genügender Menge gesammelt werden.

Als weitere Standorte von *Protomyces Crepidis paludosae* sind mir für die Schweiz bekannt geworden: Combe près d'Essert-Delex bei Leysin ca. 1200 m, bois humide! leg. E. Mayor (1918, p. 144) Juli 1917. Bois entre le Pré-aux-Favres et la Grand'Vy, Creux-du-Van, 22 juillet 1918, leg. E. Mayor (1922, p. 8). Beim Kurhaus Stoos ob Schwyz ca. 1290 m, 28. VIII. 1919 !! Dieser Pilz scheint mir aber eher selten zu sein.

Mit dem oben erwähnten Material leitete ich am 24. X. 1917 einen Kistchenversuch ein.

Das betreffende Kistchen war mit den folgenden Pflanzen beschickt worden: *Crepis paludosa* (3 Exemplare), einige andere *Crepis*-Arten, von denen leider einzig *C. blattarioides* die extremen Verhältnisse aushalten konnte (der Versuch war möglichst nass gehalten worden), ferner *Taraxacum officinale* (2 Exemplare).

Am 11. IV. 1918 wurde die Gaze, mit welcher das Kistchen den Winter über bedeckt war, entfernt. Bei diesem Anlass mussten wir leider feststellen, dass, wie bereits oben erwähnt, mit Ausnahme von *Crepis blattarioides*, die andern Vertreter dieser Gattung eingegangen waren. Die übrigen Pflanzen dagegen zeigten eine kräftige Entwicklung.

Am 14. V. 1918 liessen sich an der einen *Crepis paludosa*-Pflanze an einem Blatt *Protomyces*-Schwielen feststellen. Am 20. V. an der zweiten Pflanze ebenfalls. Zwei Tage später hatte die Infektion an beiden Pflanzen bedeutende Fortschritte gemacht. Eine mikroskopische Prüfung bestätigte, dass wirklich *Protomyces*-Befall vorlag. Eine weitere Kontrolle am 26. V. ergab, dass nunmehr alle drei im Versuch einbezogenen Pflanzen von *Crepis paludosa* stark

befallen waren; die andern Pflanzen, die sich mittlerweile weiter kräftig entwickelt hatten, blieben jedoch vollständig gesund.

Anfang Juli hatten zwei *Crepis paludosa*-Pflanzen Blühtriebe gebildet, an denen ebenfalls Schwielen nachgewiesen werden konnten. Am 22. Juli endlich wurde der Versuch abgebrochen, nachdem die letzte Kontrolle keine Veränderung gegenüber der am Anfang des Monats notierten Resultate ergeben hatte.

Aus diesem Versuch ergibt sich, dass *Taraxacum officinale* von *Protomyces Crepidis paludosae* nicht befallen wird; ebenso vermag *Pr. pachydermus* *Crepis paludosa* nicht zu infizieren, wie weiter oben bereits gezeigt worden ist. In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Beobachtung hingewiesen, die wir im Freien machen konnten, nämlich dass in einem kleinen Waldsumpf bei Pontresina *Taraxacum officinale* ziemlich häufig in unmittelbarer Nähe von infizierten *Crepis paludosa*-Stöcken steht, ohne jedoch befallen zu werden.

Leider konnte sich *Crepis biennis* im obigen Versuch nicht halten, sodass in der Beweisführung für die Annahme der Nichtidentität der beiden auf *Crepis biennis* und *C. paludosa* vorkommenden *Protomycetaceen* eine kleine Lücke ist. Wir verweisen aber auf die vorhin mitgeteilten Versuche mit *Protomyces Crepidicola*, in welchen *Crepis paludosa* immun geblieben ist.

Zugunsten der Ansicht, dass hier zwei verschiedene Spezies der Gattung *Protomyces* vorliegen, werden wir sogleich bei der Besprechung der morphologischen Verhältnisse des auf *Crepis paludosa* lebenden Pilzes weitere Belege beibringen können.

b. Morphologisches.

Protomyces Crepidis paludosae erzeugte auf seiner Wirtspflanze ein Krankheitsbild, das im Vergleich zu demjenigen, welches wir von *Leontodon*, *Picris* und *Crepis biennis* beschrieben haben, erheblich abweicht.

Die Wirtspflanze reagiert hier auf den Parasiten durch die Bildung knötchenartiger Anschwellungen von schokoladebrauner Farbe, die namentlich auf der Hauptblattrippe, sowie auch an der Blattnervatur auftreten. Eine auffallende Verfärbung der infizierten Blattpartien konnte nicht beobachtet werden, ebensowenig eine namhafte Deformation derselben. Ferner kommt es aber auch am Hauptspross zur Bildung von schwieligen Erhebungen, und zwar hauptsächlich an seiner Basis, mitunter auch an seinen oberen Partien. Das Mycel und die Chlamydosporen leben in den Gefässbündeln, bleiben jedoch hier nicht ausschliesslich auf diese beschränkt, sondern gehen, wie wir

speziell für die Sprossachsen nachgewiesen haben, in das Grundgewebe und besonders in das Collenchym, das die kantigen Vorsprünge derselben erfüllt. Dieses Krankheitsbild hat somit eine gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen, das durch *Protomyces pachydermus* hervorgerufen wird; daher scheint es auch verständlich, wenn Magnus (1891, p. 11) glaubte diesen Pilz vor sich zu haben, als er *Crepis paludosa* mit *Protomyces* befallen fand.

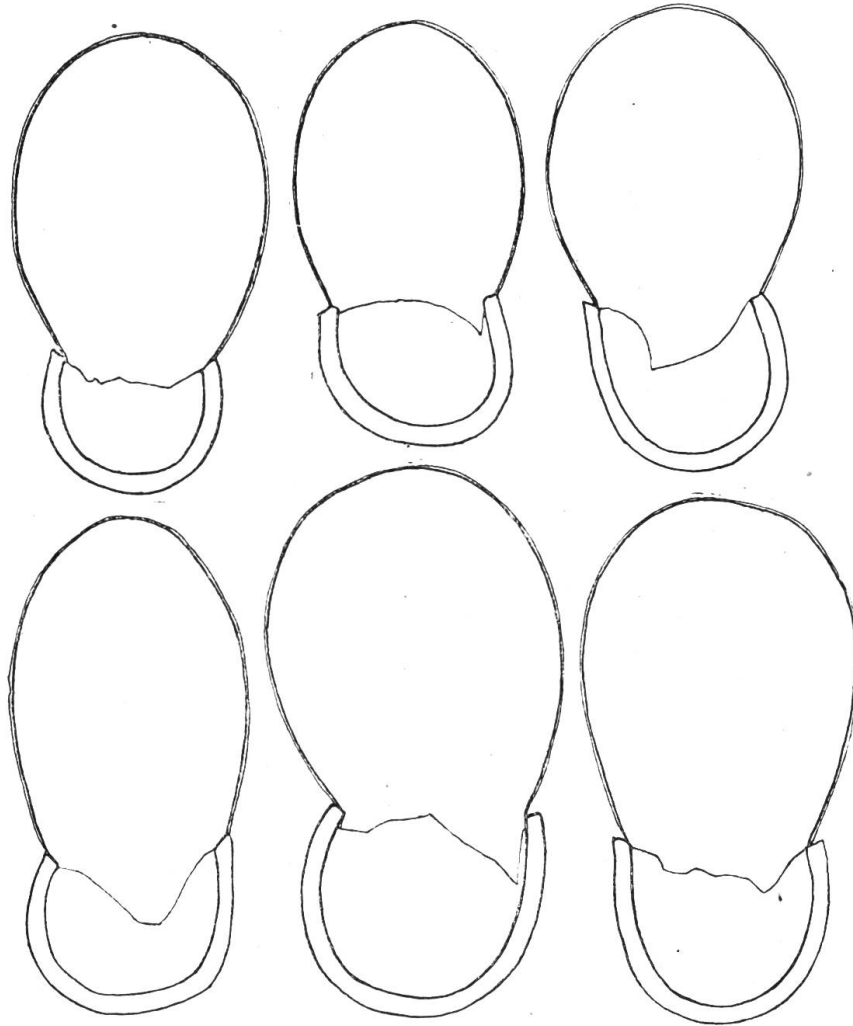


Fig. 11. *Protomyces Crepidis paludosae*. Keimende Chlamydosporen. Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen.
Leitz Oc. 3. Obj. 7. Vergr. ca. 340.

Bezüglich der Grössenverhältnisse der Chlamydosporen seien hier die folgenden Angaben gemacht. Der für den Durchmesser am häufigsten gefundene Wert liegt bei $42\ \mu$ und $45\ \mu$. Als grösster Wert wurde $58\ \mu$, als kleinster $30\ \mu$ notiert.

Die Farbe der Sporenmembran kann als dunkelbraun bezeichnet werden, sie stimmt mit No. 172 des Code des Couleurs überein.

Für die Länge des ausgewachsenen Sporangiums liegen die am häufigsten gefundenen Werte zwischen 60 und 75 μ . Die Breite schwankt um 50 μ herum.

Ein Blick auf die beigegebenen Figuren (Fig. 11) überzeugt uns sofort von der Tatsache, dass hier auf alle Fälle ein anderer Formtypus vorliegt als derjenige, welchen wir für *Protomyces Crepidicola* kennen lernten. Die beiden auf *Crepis biennis* und *Crepis paludosa* lebenden *Protomycetaceen* zeigen also bezüglich dem Habitus ihrer Sporangien die grössten Gegensätze. Vergl. Fig. 10 und 11. Bei dem auf *Crepis biennis* lebenden Pilz fanden wir die schlanken, extrem langen Schläuche, während beim *Crepis paludosa* bewohnenden Parasit diese ein plumpes, breites Aussehen haben. Am ehesten lassen die Sporangien von *Protomyces Crepidis paludosae* eine Ähnlichkeit mit denjenigen von *Pr. Kriegerianus* erkennen; die ersteren machen jedoch einen wesentlich massigeren Eindruck.

Diese ziemlich weitgehenden morphologischen Unterschiede zwischen den beiden auf verschiedenen Spezies der Gattung *Crepis* lebenden *Protomyces*-Formen scheinen uns den Schritt zu rechtfertigen, namentlich auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse, welche die Spezialisationsversuche gezeitigt haben, im vorliegenden Fall nicht nur zwei formae speciales, sondern zwei Spezies zu unterscheiden.

ANMERKUNG.

Ausser den im vorhergehenden bereits beschriebenen Vertretern der Gattung *Protomyces*, die auf *Compositen* parasitieren, haben wir im Verlauf unserer Untersuchungen noch die folgenden, da und dort in der Literatur verstreuten Angaben zusammentragen können, die auf weitere Spezies dieser Gattung Bezug nehmen, welche aber weder über die Keimungsverhältnisse noch über ihre Biologie etwas aussagen.

1. *Protomyces andinus* Pat. auf *Bidens andicola* und *B. Jaegeria*. Diagnose von Patouillard, N. u. Lagerheim, G. in Champignons de l'Equateur. Bull. Soc. Mycol. VIII 1892, p. 113—140. Tafel XII, Fig. 2.
2. *Protomyces giganteus* Schröt. auf einer *Hypochaeris* spec. Diagnose bei P. Hennings in Beiträge zur Pilzflora von Südamerika I. «Hedwigia» Bd. XXXV 1896, p. 212. Dieser aus Brasilien beschriebene Pilz dürfte in Europa auf unseren *Hypochaeris* Spec. vielleicht auch zu finden sein. (Anmerkung des Verfassers.)
3. *Protomyces gravidus* Davis auf *Bidens cernuus*, *B. connatus* und *B. frondosus* (N.-Amerika). Diagnose von Davis in Journ. of

Mycol. XIII 1907, p. 188—189. Dürfte ebenfalls in Europa auf *Bidens cernuus* gefunden werden.

4. *Protomyces Helminthiae* R. Maire auf *Helminthiae echiioides* = *Picris echiioides* (N.-Afrika). Diagnose von R. Maire in Deuxième contribution à l'étude de la flore mycol. de la Tunisie. Bull. de la Soc. d'Hist. Nat. de l'Afrique du Nord VI, 1914, p. 255 mit Figuren. Dieser Pilz dürfte wohl mit dem von uns aufgestellten *Pr. Picridis* identisch sein.
5. *Protomyces Inouyei* P. Hennings auf Blütenstielen einer in der Diagnose nicht näher bezeichneten *Crepis* spec. (Japan). Diagnose von P. Hennings in Fungi japonici III. Englers Botan. Jahrb. Bd. 32, 1902, p. 35.

7. Diagnosen.

1. *Protomyces pachydermus* Thümen
Hedwigia 1874, p. 97.
Die Diagnose von Thümen muss durch folgendes ergänzt werden:
Sporarum perennium diam. plus minusve $45\ \mu$. Sporangiiis $57\text{—}67\ \mu$ longis et plus minusve $37\text{—}39\ \mu$ latis.
2. *Protomyces kreuthensis* Kühn
Hedwigia 1877, p. 124.
Die Diagnose von Kühn bedarf der folgenden Ergänzung:
Sporangiiis $70\text{—}90\ \mu$ longis et $21\text{—}24\ \mu$ latis. Vertice sporangii interdum aliquantulum plano. Fungus nonnumquam et pedunculis Aposeris foetidae (L) Less. insidit.
3. *Protomyces Kriegerianus* v. Büren n. sp.
Chlamydopsis intercalate in mycelio nascentibus, diam. plus minusve $45\ \mu$. Membrana sporae $3\ \mu$ circiter crassa. Sporangiiis $50\text{—}55\ \mu$ longis et $48\text{—}50\ \mu$ latis. In foliis vivis *Leontodontis hispidi* L., parasitus praecipue in fasciculis vasorum quo nervatura foliorum venosissima apparet. Loca infecta plerumque subrubent.
4. *Protomyces Picridis* v. Büren n. sp.
Chlamydosporis intercalate in mycelio nascentibus, diam. plus minusve $40\ \mu$. Sporangiiis $60\text{—}65\ \mu$ longis et $45\ \mu$ latis. Fungus in foliis vivis *Picridis hieracioidis* L. habitat, quo nervatura foliorum valde tumescit.
5. *Protomyces Crepidicola* v. Büren n. sp.
Chlamydosporis intercalate in mycelio nascentibus, diam. plus minusve $37\ \mu$. Sporangiiis longissimis, $105\text{—}135\ \mu$, nonnumquam et multo longioribus, $34\ \mu$ latis, saepe aliquantulum inflexis. In foliis vivis *Crepidis biennis* L. quo nervatura foliorum contagione valde tumescit, interdum color rubidus efficitur.

6. *Protomyces Crepidis paludosae* v. Büren n. sp.

Chlamydosporis in mycelio nascentibus, diam. plus minusve 45μ . Sporangii 60—75 longis et 50μ latis. Membrana sporarum fusca. In caulibus vivis et costis mediis *Crepidis paludosae* (L) Mönch calla coloris fusci procreat. Species morbi nisi callis multo minoribus non multum differt a morbo *Protomyce pachydermo* procreato.

C. Zusammenfassung der Resultate über die Untersuchungen an den Compositen bewohnenden Vertretern der Gattung *Protomyces*.

Was zunächst die biologischen Verhältnisse dieser Pilze anlangt, so haben unsere Versuche dargetan, dass hier im Gegensatz zu den *Umbelliferen* bewohnenden Vertretern dieser Gattung eine scharfe Spezialisierung vorhanden ist. In keinem Fall ist hier bis jetzt beobachtet worden, dass der auf einer bestimmten *Compositen*-Gattung lebende *Protomyces* auf eine andere Gattung dieser Familie überzugehen vermag. Einzig der auf *Crepis biennis* lebende *Protomyces* scheint einige «Nebenwirte» innerhalb der Gattung *Crepis* zu haben (*Cr. aurea*, *Cr. pontana*). Diese Pflanzen waren aber sehr schwach befallen und allem Anschein nach war hier die Infektion auch nur durch die im Versuch gebotenen günstigen Bedingungen ermöglicht worden. Trotz diesen soeben dargelegten Verhältnissen scheint es uns gerechtfertigt, den auf *Crepis paludosa* lebenden *Protomyces* als eine eigene Spezies abzugrenzen; und zwar lässt sich das hier unseres Erachtens nicht nur durch die experimentellen und morphologischen Untersuchungsergebnisse allein stützen, sondern auch durch die ganz besonderen standörtlichen Verhältnisse, an denen sich die von dem in Frage stehenden Pilz befallenen *Crepis paludosa*-Pflanzen vorfinden; es sind das sumpfige, stets mit Moos bewachsene Stellen in Wäldern der montanen Region.

Bezüglich der Standortverhältnisse der *Compositen* bewohnenden Spezies der Gattung *Protomyces* im allgemeinen sei im übrigen auf das oben bereits Gesagte verwiesen (vergl. S. 29—30).

Hinsichtlich der morphologischen Verhältnisse haben wir also auch Unterschiede zwischen den auf verschiedenen *Compositen* parasitierenden *Protomyces*-Formen feststellen können. Diese Unterschiede äussern sich bereits im Krankheitsbild, ferner auch in der Sporengrösse sowie deren Farbe, aber ausserdem namentlich in der Gestalt des Sporangiums. Eine sichere, rein auf morphologische Unterschiede gegründete Identifizierung der einzelnen Formen kann somit hier

allerdings nur an keimenden Oöhamydosporen vorgenommen werden, und zwar genügt hierzu nicht nur die Beobachtung des Keimungsvorganges einzelner Sporen, sondern es muss die Durchsicht einer ganzen Reihe von Sporangien gefordert werden. Die Gründe, weshalb dies notwendig erscheint und warum diese Verhältnisse einer variationsstatistischen Behandlung nicht zugänglich sind, haben wir bereits weiter oben erörtert. (Siehe p. 32, 36—37.) Ein Blick auf die beigegebenen Figuren genügt indessen, um den Leser sofort davon zu überzeugen, dass morphologische Unterschiede zwischen den Sporangien der auf den verschiedenen *Compositen* parasitierenden *Protomyces*-Formen vorhanden sind. Wenn wir uns in Anbetracht der knappen Raumverhältnisse in der Wiedergabe der Figuren nicht hätten Einschränkungen auferlegen müssen, so hätten diese Verschiedenheiten noch weit besser zum Ausdruck gebracht werden können.

Innerhalb der Gattung *Protomyces*, deren Vertreter auf *Compositen* parasitieren, haben wir also sowohl morphologisch als auch biologisch gegeneinander abgegrenzte Arten vor uns.

III. Die Gattung *Protomycopsis*.

A. Allgemeines.

Bezüglich der biologischen Verhältnisse der Gattung *Protomycopsis* sind wir leider noch nicht so eingehend unterrichtet, wie es wünschenswert wäre. Den experimentellen Untersuchungen stehen grosse Schwierigkeiten entgegen, die namentlich darin liegen, dass die Dauersporen von *Protomycopsis* nur in einem sehr geringen Prozentsatz zur Keimung gelangen. Die Art und Weise der Überwinterung des zum Versuch bestimmten Sporenmaterials spielt hier eine grosse Rolle. Nach vielen vergeblichen Versuchen haben wir die beste Keimfähigkeit dann erzielt, wenn die infizierten Pflanzenteile mit etwas Erde vermischt den Winter über in einem mit Gaze überspannten Blumentopf im Freien liegen blieben. Dieses Verfahren hat aber den grossen Nachteil, dass trotz entsprechender Vorkehrungen sehr viel Material verloren geht. Bei solchem Material kommt dann noch der Umstand hinzu, dass es arg verschmutzt und zuweilen auch stark von Imperfekten überwuchert ist, sodass die kleinen, im allgemeinen sehr zerstreuten Infektionsstellen schwer aufzufinden sind. Endlich ist noch zu sagen, dass es ausserordentlich viel Zeit und Mühe kostet, um nur einigermaßen genügende Mengen *Protomy-*

copsis-Sporenmaterial zusammenzubringen, und zudem sollten die Quantitäten umso grösser sein, damit die oben angedeuteten Verluste etwas ausgeglichen werden.¹⁾

Es scheint mir nicht ausgeschlossen, dass die im Vergleich zu *Protomyces* wesentlich derbere Sporenmembran der Grund ist, weshalb die Keimung hier so viel spärlicher und unregelmässiger erfolgt.

Es ist uns dagegen gelungen, die morphologischen Verhältnisse der Gattung *Protomycopsis* einer ziemlich eingehenden Beobachtung zu unterwerfen.

Die Untersuchungen erstrecken sich hauptsächlich auf Vertreter dieser Gattung, die auf folgenden Wirtspflanzen leben:

Chrysanthemum alpinum L.

Chrysanthemum Leucanthemum L. u. *atratum* Jacq.

Leontodon autumnalis L.

Leontodon montanus Lam.

B. Experimentelle und morphologische Untersuchungen.

1.²⁾ *Protomycopsis Chrysanthemi* n. sp. auf *Chrysanthemum alpinum* L.

a. Experimentelles.

Protomycopsis Chrysanthemi fand ich zum erstenmal auf *Chrysanthemum alpinum* am 8. VIII. 1917 am Schafberg (Munt della bescha) bei zirka 2700 m auf dem Abstieg gegen Pontresina. Am 8. VIII. 1919 fand ich am Weg von der Scheidegg zum Männlichen bei zirka 2160 m *Chrysanthemum alpinum* ebenfalls von *Protomycopsis* befallen. Das Material, welches meinen Untersuchungen zugrunde liegt, wurde jeweilen auch an diesem letztgenannten Standort gesammelt.

Protomycopsis ist auf *Chrysanthemum alpinum* wahrscheinlich nicht so selten wie es auf den ersten Blick den Anschein hat. Ich bin sogar überzeugt, dass der Pilz, da wo die Wirtspflanze an Standorten vorkommt, die der Infektion günstige Verhältnisse bieten, recht verbreitet ist. Rinnsale, Mulden, eventuell auch «Schneetälchen» sind die Orte, wo Aussicht vorhanden ist, *Chrysanthemum alpinum* von *Protomycopsis* befallen zu finden. Dass der Pilz auf diesem Wirt so lange übersehen worden ist, erscheint insofern begreiflich, als die Infektionsstellen sehr wenig auffallend sind.

¹⁾ Ich möchte hier nicht versäumen, meinem l. Freund, Herrn cand. jur. Kurt von Wattenwyl, der mich auf mehreren Exkursionen begleitete und sich dabei mit grosser Geduld der oft mühsamen Arbeit des Sammelns unterzogen hat, meinen allerbesten Dank auszusprechen.

²⁾ Ueber *Protomycopsis Bellidis* Krieger kann ich vorläufig keine neueren Beobachtungen mitteilen, da kein Material beizubringen war.

Über die biologischen Verhältnisse dieses Parasiten kann vorläufig nichts Bestimmtes ausgesagt werden, da die von uns ausgeführten Infektionsversuche bis jetzt noch keine positiven Resultate gezeigt haben. Sogar der Kistchenversuch hat hier versagt.

b. Morphologisches.

Der Befall einer Pflanze ist äusserlich durch weisslich-gelbe, flache Schwielen erkenntlich. Sie treten meistens an der Unterseite der Blätter auf, mitunter aber sogar auch am Blütenstiel. Wie bereits erwähnt, sind sie sehr wenig auffällig und werden deshalb sehr leicht übersehen.

An Milchsäurepräparaten liess sich feststellen, dass die Dauersporen terminal an Mycelverzweigungen (Fig. 12) innerhalb des Blattparenchyms angelegt werden. Die terminale Entstehung der Dauersporen im Mycel sowie die Tatsache, dass die Gefässbündel hier pilzfrei bleiben, sind ausser dem oben gekennzeichneten Krankheitsbild die Merkmale, welche für die Zuweisung zur Gattung *Protomyces* massgebend sind. Bei einer sorgfältigen und aufmerksamen Betrachtung der Präparate lässt sich an jungen Chlamydosporen feststellen, dass ihre Membran mit feinen Warzen besetzt ist, und im Profil betrachtet lässt sie ausserdem eine ausserordentlich feine Stäbchenstruktur erkennen (Fig. 13).

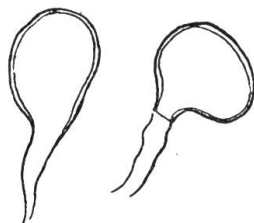


Fig. 12. Terminal entstandene ganz junge Dauersporen von *Protomyces Chrysanthemi* nach einem Milchsäurepräparat. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

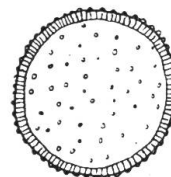


Fig. 13. Junge Dauerspore von *Protomyces Chrysanthemi* mit Warzen- und Stäbchenstruktur. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

Bei ausgereiften Chlamydosporen sind sowohl die Warzen als auch die Stäbchenstruktur verschwunden. Nichts mehr unterscheidet jetzt die *Protomyces*-Dauerspore von einer solchen, die der Gattung *Protomyces* angehört, es sei denn die Membran, welche bei den ersteren im allgemeinen $1-1\frac{1}{2}\mu$ dicker ist, was aber allein niemals genügen würde, um sicher zu entscheiden, welcher der beiden *Protomyces*-Gattungen die betreffende Spore angehört.

Über die Grössenverhältnisse der Chlamydosporen ist es schwierig, bestimmte Angaben zu machen, da diese sehr schwankend

sind. Ihre Grösse und Form ist hier offenbar von den Raumverhältnissen sehr abhängig, wie die beigegebene Figur (Fig. 14) am besten zu erläutern vermag.

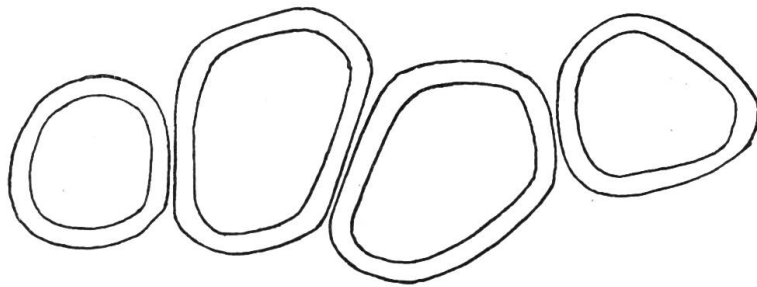


Fig. 14. Dauersporen von *Protomyces Chrysanthemi* zeigen, wie sehr ihre Gestalt von den Raumverhältnissen abhängig ist. Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

Zwischen 28,5 und 46,5 μ haben wir für den Durchmesser fast alle Übergänge gefunden, immerhin waren die am häufigsten gemessenen Werte 36 und 37 μ . Die Sporenmembran hat meist eine Dicke von 4,5 μ , ihre Farbe ist nach der Chromotaxia¹⁾ von Saccardo blass lederfarbig (No. 8).

Bezüglich der Keimungsverhältnisse kann hier gleich bemerkt werden, dass die Plasmaumlagerungen bei sämtlichen im folgenden besprochenen Vertretern der Gattung *Protomyces* sich in prinzipiell der gleichen Weise vollziehen, wie wir es seinerzeit für *Protomyces Leucanthemi* auf *Chrysanthemum Leucanthemum* beschrieben haben (v. Büren 1915, p. 55—60). Auch hier sehen wir, dass sich diese Vorgänge in den Nachtstunden abspielen.

Was nun speziell die keimende Chlamydospore der auf *Chrysanthemum alpinum* lebenden *Protomyces* anlangt, so konnten wir feststellen, dass die Sporangien im allgemeinen relativ kurz und breit sind (Fig. 15). Die am häufigsten gemessenen Werte für die Längsachse betragen 55—60 μ , für die Breite liegen diese bei 50 μ herum.

Die nach dem Platzen des Sporangiums frei werdenden Endosporen sahen wir in unseren Kulturen wenigstens zum Teil paarweise kopulieren.

Das Verhalten der Endosporen von *Protomyces* ausserhalb des Sporangiums werden wir im allgemeinen bei der Besprechung von *Protomyces Leucanthemi* noch näher zu erörtern haben.

¹⁾ Da mir der Code des Couleurs damals nicht zur Verfügung stand, war ich genötigt, die Farbenbestimmung mit der Chromotaxia von Saccardo auszuführen.

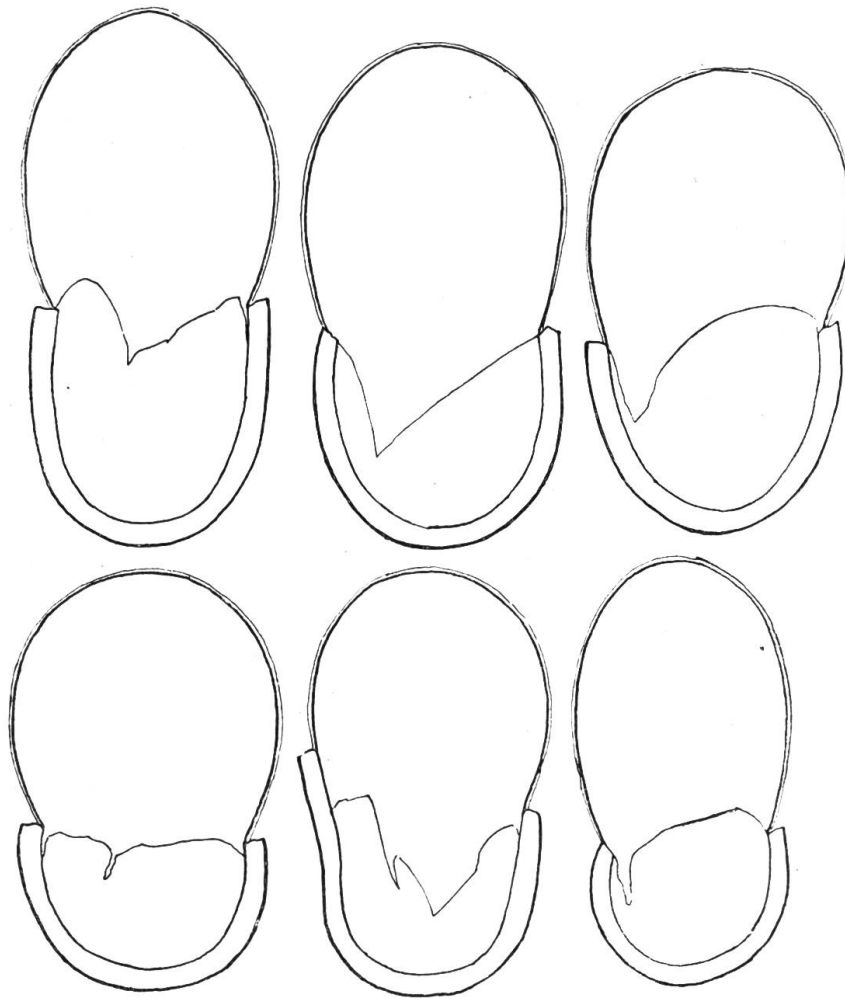


Fig. 15. *Protomyopsis Chrysanthemi*. Keimende Chlamydosporen. Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen.
Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

2. *Protomyopsis Leucanthemi* Magnus auf *Chrysanthemum Leucanthemum* L. und *Protomyopsis* auf *Chrysanthemum atratum* Jacq.

a. Experimentelles.

Zunächst sollte einmal geprüft werden, ob der auf *Chrysanthemum* lebende Pilz eventuell die anderen, ebenfalls als Wirtspflanzen von *Protomyopsis* bekannten *Compositen* befallen könnte. Wir haben viele Versuche in dieser Richtung unternommen, davon hat nur ein einziger Kistchenversuch ein positives Resultat gezeitigt. Versuche mit Topfpflanzen mussten zur Lösung dieses Fragenkomplexes deshalb bald aufgegeben werden, weil *Chrysanthemum Leucanthemum* und ebenso *Chrysanthemum alpinum* selbst einen kurzen Aufenthalt in mit Wasserdampf gesättigter Luft nicht auszuhalten vermögen. Die genannten Pflanzen gingen meistens schon am zweiten Tag nach Ein-

leitung des Versuches ein, während eine Bedeckung mit der Glasglocke von mindestens vier Tagen nötig ist, da vorher mit einem genügenden Auswerfen der Endosporen nicht gerechnet werden kann.

Der oben erwähnte Kistchenversuch ist am 10. X. 1918 mit Sporenmaterial, das aus dem Bremgartenwald bei Bern stammte, eingeleitet worden. Die folgenden Pflanzen sind damals mit infizierten Pflanzenteilen belegt worden: *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Chr. alpinum*, *Achillea atrata* und *Leontodon autumnalis*. Eine Kontrolle des Versuchs am 30. V. 1919 ergab, dass sich alle Pflanzen kräftig entwickelt hatten, jedoch noch vollständig gesund waren.

Am 29. VI. 1919 konnten bei *Chrysanthemum Leucanthemum* Anzeichen einer Infektion wahrgenommen werden. Eine erneute Prüfung der Sachlage am 19. VII. zeigte, dass nunmehr *Chrysanthemum Leucanthemum* stark befallen war, indem die kleinen Schwielen an mehreren Blättern sichtbar wurden. Die andern Pflanzen erwiesen sich als pilzfrei. Dieser Befund wurde auch bei der letzten Kontrolle vom 2. IX. 1919 bestätigt, an welchem Tag der Versuch abgebrochen wurde.

Diese an einem Versuch gewonnenen Resultate müssen natürlich mit einem gewissen Vorbehalt entgegengenommen werden. Immerhin sei festgestellt, dass er für die Annahme einer Spezialisierung des auf *Chrysanthemum Leucanthemum* lebenden Pilzes spricht. Dass übrigens *Leontodon autumnalis* nicht befallen worden ist, war aus Gründen, die wir weiter unten noch kennen lernen werden, zu erwarten.

b. Morphologisches.

Bezüglich der morphologischen Verhältnisse der ruhenden Chlamydosporen von *Protomyces Leucanthemi* habe ich nur einige Ergänzungen betreffend ihre Grössenverhältnisse und Farbe sowie der Form ihrer Sporangien zu machen. Im übrigen verweise ich auf die einlässliche Darstellung, die ich im Jahre 1915 über diesen Gegenstand gemacht habe (v. B ü r e n 1915, p. 55—60). Ein junges Stadium des Pilzes ist in Fig. 6 der Tafel II zur Darstellung gebracht.

Was die Grössenverhältnisse anbelangt, so ist zu sagen, dass der am häufigsten gemessene Wert für den grössten Durchmesser der Chlamydosporen zirka 45μ beträgt. (Wir hatten seinerzeit als Mittelwert 37μ angegeben, was aber entschieden zu niedrig ist, wie die Messungen an einem grösseren Material ergeben haben.) Der Durchmesser der grössten in unsern Kulturen gemessenen Chlamydospore betrug $52,5\mu$. Die Dicke der Membran schwankt zwischen $4,5$ und 6μ ; ihre Farbe ist schmutzig-grau und lässt sich mit No. 157 des Code des Couleurs identifizieren.

Für die auf *Chrysanthemum atratum* lebende *Protomycopsis*¹⁾ konnte in Übereinstimmung mit *Protomycopsis Leucanthemi* einmal die terminale Entstehung der Dauersporen am Mycel sowie die Warzen und Stäbchenstruktur an jungen Exemplaren derselben festgestellt werden.

Zu *Protomycopsis Leucanthemi* auf *Chrysanthemum Leucanthemum* zurückkehrend, bleibt uns nur noch übrig, einige ergänzende

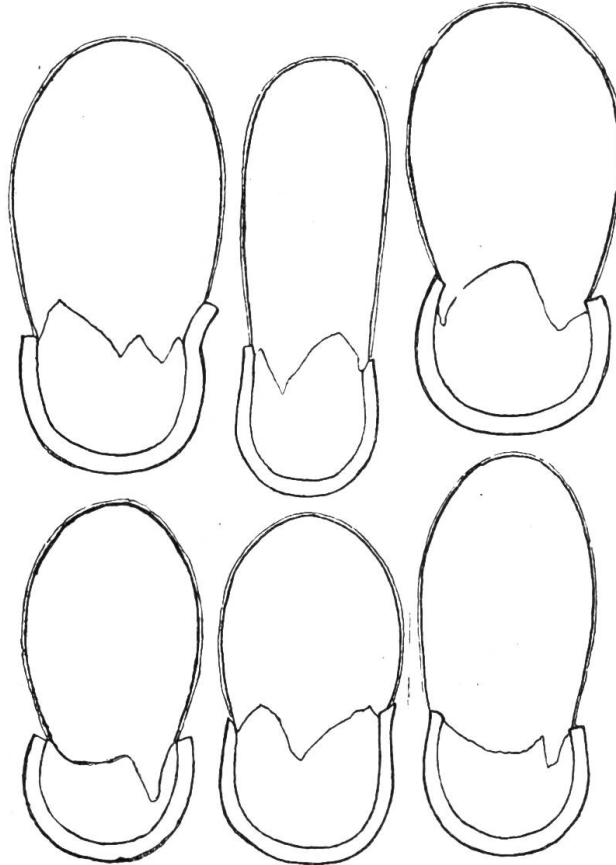


Fig. 16. *Protomycopsis Leucanthemi* Magn. Keimende Chlamydosporen. Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

Beiträge zu den Grössen- und Formverhältnissen der Sporangien mitzuteilen. Die durchschnittliche Länge derselben beträgt nach den in meinen Kulturen vorgenommenen Messungen 52,5 bis 60 μ ; ihre Breite schwankt zwischen 37,5 und 48 μ . Bezüglich der Form des Sporangiums kann gesagt werden, dass es ziemlich die Mitte zwischen denjenigen des *Chrysanthemum alpinum* und *Leontodon autumnalis* bewohnenden Pilzes hält (vergl. hierzu die Fig. 16 mit den Fig. 15 u. 18).

¹⁾ Das mir zur Untersuchung dienende Material sammelte ich am 4. IX. 1919 bei Kühbodmen ob Isenfluh, ca. 1900 m (Lauterbrunnental).

c. Einiges über die Endosporen der Gattung *Protomycopsis*.

Bereits weiter oben bei Besprechung des auf *Chrysanthemum alpinum* lebenden Pilzes bemerkte ich, dass die ausgeworfenen Endosporen nur zum Teil paarweise kopulieren. Bei *Protomycopsis Leucanthemi* Mag. und ebenso bei *Protomycopsis Bellidis* Krieger auf *Bellis perennis* konnte nun ein paarweises Kopulieren der Endosporen nach dem Austritt aus dem Sporangium nicht mit Sicherheit beobachtet werden. Erneute Beobachtungen betreffend diesen Punkt, speziell bei *Protomycopsis Leucanthemi*, erlaubten meine ersten Angaben zu bestätigen. In den beiden nächsten Abschnitten dieses Kapitels werden wir sehen, dass die Endosporen von *Protomycopsis Leontodontis* und *Protomycopsis Arnoldii* im allgemeinen ziemlich reichlich paarweise fusionieren. Immerhin muss gesagt werden, dass im ganzen genommen die Endosporen der Gattung *Protomycopsis* sich weniger regelmässig paarweise vereinigen als diejenigen der Gattung *Protomyces*.

Nun hat H. Kniep (1919) für die Sporidien der *Ustilagineen*, speziell für *Ustilago violacea* (Pers.) Fuck. den Nachweis erbracht, dass diese geschlechtlich differenziert sind, wobei nur Sporidien verschiedenen Geschlechts kopulationsfähig sind.

Durch diese sehr interessanten Resultate der Kniep'schen Untersuchungen ist uns die Vermutung nahe gelegt worden, dass möglicherweise auch in der Gattung *Protomycopsis*, im besondern bei *Protomycopsis Leucanthemi*, geschlechtlich differenzierte Endosporen vorhanden sein könnten.

Es wird nun aber im vorliegenden Fall sehr schwer sein, die Voraussetzungen und Bedingungen für das Eintreten der Kopulationen ausfindig zu machen. Zillig (1921, p. 47) sagt z. B., dass die Sporidienkopulation bei *Ustilago violacea* dann eintrete, wenn der Nährboden seiner Erschöpfung nahe ist. Ob sich aber mit Hilfe von Nährlösungen für unseren in Frage stehenden Organismus, der ein strenger Parasit ist, etwas Positives erreichen lässt, scheint mir sehr fraglich zu sein. Zwar ist es mir seinerzeit gelungen, Endosporen von *Protomycopsis Leucanthemi* in sehr verdünnter Bierwürze und auch in Pflaumendekokt zu Sprossungen zu veranlassen. Sporenkopulationen habe ich aber damals nicht beobachtet.

Leider hat es mir bis jetzt an Zeit und namentlich auch an geeignetem Material gefehlt, um eingehende Untersuchungen über eine eventuelle geschlechtliche Differenzierung der *Protomycopsis*-Endosporen in die Wege zu leiten. Ich beabsichtige jedoch dies bei der nächsten Gelegenheit zu tun.

3. *Protomycopsis Leontodontis* nov. spec. auf *Leontodon autumnalis* L.

Durch die Angabe Fischers (Fischer, E d., 1897, p. 117), wonach Krieger bei Königstein an der Elbe auch auf *Leontodon autumnalis* einen *Protomyces* gefunden hatte (3. VII. 1890) (Fungi saxonici exsiccati in Fasc. XIII No. 601, 1891), war ich veranlasst worden, den Parasiten auf diesem Wirt ebenfalls in der Schweiz zu suchen.¹⁾

Lange Zeit hatte ich vergeblich danach getrachtet, den Pilz auf *Leontodon autumnalis* zu finden, bis es mir im September 1916 gelang, im Zeitraum von kaum vierzehn Tagen an zwei Orten in unserem Florengebiet die oben genannte Wirtspflanze von einer *Protomycetacee* befallen zu finden. Bereits das Krankheitsbild liess jedoch vermuten, dass es sich im vorliegenden Fall möglicherweise um einen zur Gattung *Protomycopsis* gehörenden Pilz handeln könnte und nicht um *Protomyces*, auf den ursprünglich das Augenmerk gerichtet war.

Die dunkelbraunen, zirkulären, flachen Schwielen treten an der Blattunterseite auf, daneben findet man hier aber auch typische Schwielen an der Hauptblattrippe, ebenfalls an deren Unterseite.

Der mikroskopische Befund zeigte, dass der in Frage stehende Pilz tatsächlich der Gattung *Protomycopsis* angehört. Das Mycel, an dessen Verzweigungen die Chlamydosporen terminal entstehen, meiden auch hier die Gefässbündel der Wirtspflanze, das Blattparenchym und das Grundgewebe der Blattrippen sind der Sitz der Infektion.

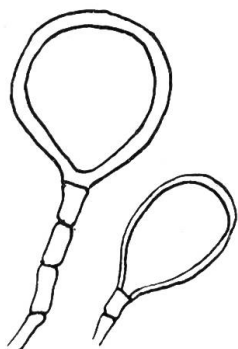


Fig. 17. *Protomycopsis Leontodontis*. Terminal entstandene junge Chlamydosporen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450

In einem Punkt weichen nun aber die Chlamydosporen von *Protomycopsis Leontodontis* gegenüber den auf *Bellis* und *Chrysanthemum* lebenden Formen ab, indem nämlich hier die Warzen auf den Membranen der jungen Sporen fehlen, sowie auch die Stäbchenstruktur. Diese Struktur konnte auch unter Zuhilfenahme der Immersion nicht festgestellt werden. Diese Chlamydosporen lassen sich also nicht ohne weiteres von *Protomyces*-Dauer-sporen unterscheiden, sofern sie nicht mehr im Zusammenhang mit dem Mycel studiert werden können.

Wir haben nunmehr abweichend von unserem bisherigen Vorgehen bereits vorweg wenigstens einen Teil der morphologischen Verhältnisse dargestellt; es ist dies absichtlich geschehen, um zu zeigen,

¹⁾ Die betreffende Nummer des Krieger'schen Exsikkates habe ich erst viel später, bei der Niederschrift dieser Abhandlung, eingesehen. Vergl. hierzu auch die 2te Fussnote auf Seite 41.

unter welchen Umständen wir zur Auffindung einer neuen *Protomycopsis*-Spezies gelangt sind. Ich bin geneigt anzunehmen, dass im vorliegenden Fall ohne den Irrtum einer Bestimmung (vergl. hierzu die Fussnoten auf S. 41 und 67) die auf *Leontodon autumnalis* lebende *Protomycopsis* möglicherweise noch längere Zeit unserer Aufmerksamkeit entgangen wäre!

a. Experimentelles.

Bevor die biologischen Verhältnisse dieses Pilzes erörtert werden können, ist es wiederum notwendig, dass wir unserer Darstellung etwas vorgreifen, damit die Fragestellung klar ersichtlich wird.

Im vierten Abschnitt dieses Kapitels (S. 71-75) werden wir nämlich einen weiteren Vertreter der Gattung *Protomycopsis*, der auf *Leontodon montanus* lebt, zu besprechen haben, welcher sich aber, wie noch näher auszuführen sein wird, in gewissen Punkten morphologisch von dem auf *Leontodon autumnalis* lebenden unterscheidet.

Daraus ergibt sich also, dass zunächst geprüft werden musste, ob *Leontodon montanus* von dem auf *Leontodon autumnalis* lebenden Pilz befallen werden kann oder nicht. Dabei waren auch die Gattungen *Chrysanthemum* und *Achillea* bei der Wahl der Versuchspflanzen zu berücksichtigen.

Das Material, das zu den in der nachfolgenden kleinen Tabelle zusammengestellten Versuchen Verwendung fand, stammte von Gletsch (Oberwallis), wo es am 9. VIII. 1918 auf *Leontodon autumnalis* an einem Fussweg hinter dem Hôtel Glacier du Rhône gesammelt wurde.

Ausserdem sind mir noch die drei nachgenannten Fundorte für diesen Parasiten bekannt geworden: Wengen am Brandweg, etwas oberhalb dem «Staubbachbänkli», ca. 1200 m, 22. IX. 1916 !! Am Mürrenbach b. Mürren, an der Stelle, wo der Schlittweg den Bach kreuzt, ca. 1800 m, 9. IX. 1916 !! An der Furkastrasse bei der ersten Kehre ob Gletsch, ca. 1900 m, 29. VIII. 1917 !!

Versuche aus den Jahren 1918 und 1919.

Sporenmaterial von <i>Protomycopsis Leontodontis</i> L. auf <i>Leontodon autumnalis</i> gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Achillea atrata</i> L.	— 1,0	
<i>Chrysanthemum alpinum</i> L.	— 1,0	
<i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> L.		— 1,0
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	+ 3,2	+ 1,1
<i>Leontodon montanus</i> Lam.	+ 1,1	+ 1,1
<i>Leontodon hispidus</i> L.		— 1,0

Aus der obigen Tabelle ergibt sich, dass in unsern Versuchen ausser *Leontodon autumnalis* auch *Leontodon montanus* befallen wird, während *Leontodon hispidus* sowie *Chrysanthemum alpinum*, *Leucanthemum* und *Achillea atrata* offenbar gegen *Protomyces Leontodontis* immun sind.

Auf die einlässliche Diskussion dieser Resultate werden wir erst im nächsten Abschnitt eintreten, nachdem wir uns mit den Ergebnissen der Versuche mit dem auf *Leontodon montanus* lebenden Pilz bekannt gemacht haben werden.

b. Morphologisches.

Zu den bereits am Anfang dieses Abschnittes gemachten Angaben über die morphologischen Verhältnisse von *Protomyces Leontodontis* mögen nun hier noch einige weitere diesbezügliche Angaben beigelegt werden.

Betreffend das Krankheitsbild möchte ich hier zunächst noch ergänzend nachtragen, dass wir in unseren Versuchen, sowie auch an befallenen *Leontodon autumnalis*-Pflanzen im Freien, die Beobachtung gemacht haben, dass in den ersten Stadien des Befalls die Schwielen, sei es auf der Blattspreite oder an der Hauptblattrippe, weisslich-glasig sind, um erst bei fortschreitender Reife der Chlamydosporen eine braune Färbung anzunehmen. In Fällen starker Infektion kommt es in den die Schwielen umgebenden Gewebepartien, mitunter auch in diesen selber, zur Bildung von Anthocyan.

Für die Grösse der Chlamydosporen lässt sich sagen, dass die am häufigsten gemessenen Werte des Durchmessers zwischen $37,5$ und 45μ liegen. Das in unseren Kulturen beobachtete Maximum war $58,5\mu$, das Minimum $31,5\mu$. Die Sporenmembran hat eine Dicke von zirka 3μ und ist von dunkel-gelbbrauner Farbe, die im Code des Couleurs der No. 147 am besten entspricht.

Die Dimensionen des Sporangiums sind etwa die folgenden: der häufigst gemessene Wert für seine Länge beträgt 105μ , das in unsern Kulturen gemessene Maximum ist 142μ , das Minimum 90μ . Die Breite der Schläuche ist ziemlich konstant und liegt bei 30μ herum.

Ein Blick auf die beigegebenen Figuren (Fig. 18) genügt, um uns davon zu überzeugen, dass hier im allgemeinen ausserordentlich lange Schläuche gebildet werden, wodurch *Protomyces Leontodontis* unter allen, unseres Wissens bis jetzt auch in den Keimungsstadien bekannten Vertretern dieser Pilzgattung, charakterisiert ist.

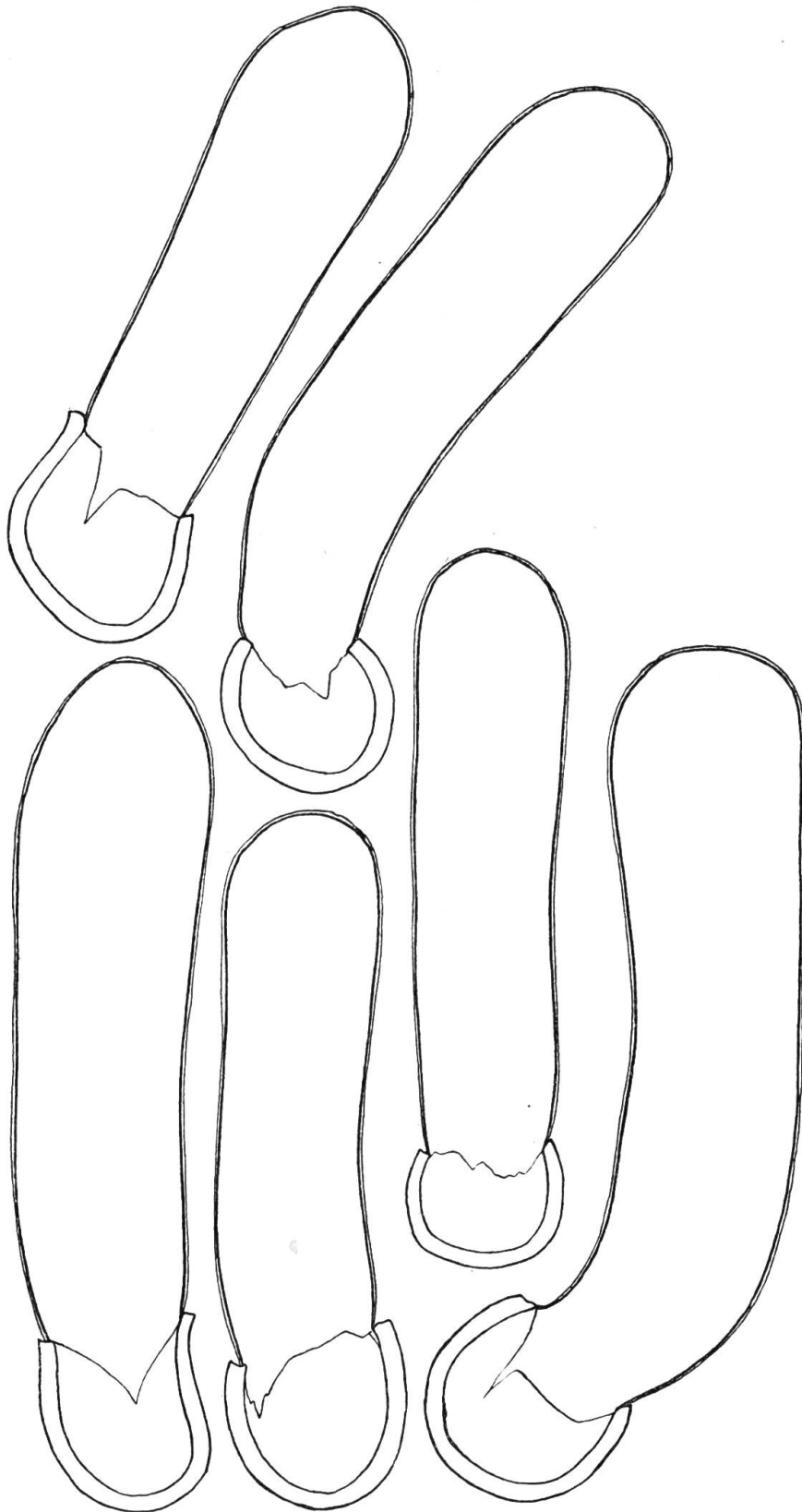


Fig. 18. *Protomycopsis Leontodontis*. Keimende Chlamydosporen.
Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen.
Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

Nach den Beobachtungen, die wir in unsern Kulturen gemacht haben, scheinen die Endosporen, nachdem sie durch Platzen des Sporangiums ausgeworfen worden sind, nur zum Teil paarweise zu kopulieren. Bezüglich dieser Verhältnisse sei auf das in Abschnitt 2 unter c dieses Kapitels Gesagte verwiesen (p. 66).

4. *Protomycopsis Arnoldii* Magnus auf *Leontodon montanus* Lam.

Für die Spezialisationsversuche mit *Protomyces Kriegerianus* wünschte ich seinerzeit meinen Bestand von Versuchspflanzen durch verschiedene in unserer Flora vorkommende Vertreter der Gattung *Leontodon* zu vervollständigen. So hatte ich Herrn Dr. W. L ü d i in Bern, der durch seine eingehenden pflanzengeographischen Studien im Lauterbrunnental (Berner Oberland) die dortige Flora genau kennt, gebeten, mir gelegentlich einige Exemplare von *Leontodon montanus* mitzubringen. Herr L ü d i hatte dann auch die Freundlichkeit, meinem Wunsch zu entsprechen, indem er mir Mitte August 1918 einige Exemplare der gewünschten Pflanze bei Kühbodmen ob Isenfluh sammelte, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

Beim Eintopfen der Pflanzen bemerkte ich an einem der Exemplare auf der Unterseite der Hauptblattrippe eines einzigen Blattes einige kleine, schwarzbraune Schwielen. Diese liessen mich sogleich vermuten, dass es sich im vorliegenden Falle möglicherweise um den von M a g n u s in der Pilzflora von Tirol, 1905, p. 322 erwähnten *Protomycopsis Arnoldii* Mag. handeln könnte, den A r n o l d seinerzeit am Juchlipass (Kt. Unterwalden) gefunden hatte. Vergl. hierzu auch die Bemerkung b. v. B ü r e n 1915, p. 86).

Die mikroskopische Untersuchung bestätigte meine Vermutung. (Vergl. über das Nähere hierzu unter b dieses Abschnittes.)

Die *Leontodon montanus*-Pflanzen, welche von diesem Standort herrührten, mussten natürlich für die Experimente ausgeschieden werden.

Ich begab mich sodann am 27. VIII. 1918 selber an den oben bezeichneten Standort und fand dort wenigstens stellenweise ziemlich reichlich pilzbefallene Exemplare von *Leontodon montanus*. Die beste Ausbeute an Pilzmaterial konnte namentlich an feuchten Schutthalden (Kalkschiefer) auf dem rechten Ufer des Sulsbaches gemacht werden. Ausserdem wurde nicht unterlassen, Früchte von *Leontodon montanus* einzusammeln, um daraus die zu den Versuchen notwendigen Pflanzen heranzuzüchten.

a. Experimentelles.

Mit Material vom oben erwähnten Standort wurden einige Versuche eingeleitet, deren Ergebnisse in der nachfolgenden kleinen

Tabelle zusammengefasst sind, und die im wesentlichen so angelegt worden waren, um die Frage zu entscheiden, ob auch der auf *Leontodon montanus* lebende Pilz *Leontodon autumnalis* zu infizieren vermag oder nicht. Überdies wurde beiläufig auch das Verhalten von *Protomyopsis Arnoldii* gegenüber zwei weiteren Vertretern der Gattung *Leontodon*, nämlich *pyrenaicus* und *hispidus*, sowie Vertretern der Gattung *Achillea* und *Chrysanthemum* geprüft.

Versuche aus den Jahren 1919 und 1920.

Sporenmaterial von <i>Protomyopsis Arnoldii</i> auf <i>Leontodon montanus</i> Lam. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchen- versuche
<i>Achillea atrata</i> L.		— 1,0
<i>Chrysanthemum alpinum</i> L.		— 1,0
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	— 2,0	+ 1,1
<i>Leontodon montanus</i> Lam.	+ 1,1	+ 2,2
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan		— 1,0
<i>Leontodon hispidus</i> L.		— 1,0

Aus der Tabelle geht also hervor, dass *Protomyopsis Arnoldii* ausser *Leontodon montanus*, seinem Hauptwirt, auch noch *Leontodon autumnalis* befallen kann. Hierzu muss nun aber bemerkt werden, dass der Befall von *Leontodon autumnalis* in unserem Kistchenversuch ein äusserst schwacher war. So wurden beispielsweise die ersten Anzeichen einer Infektion im betreffenden Versuch am 12. V. 1920 wahrgenommen, weitere Kontrollen am 18. V., 1. VI. und 13. VI. zeigten, dass diese stationär blieb; es kam hier überhaupt nicht zu einer nennenswerten Schwielenbildung.

Die mikroskopische Prüfung erlaubte zwar mit Sicherheit den Pilz nachzuweisen, aber das Mycel war äusserst schwach entwickelt und hatte nur einige Chlamydosporen ausgebildet. Leider war die zweite Pflanze von *Leontodon autumnalis* in diesem Versuch eingegangen, dagegen muss hervorgehoben werden, dass die beiden im Versuch einbezogenen *Leontodon montanus*-Pflanzen sehr stark befallen waren, sodass kein Grund vorliegt anzunehmen, *Leontodon autumnalis* sei nur infolge ungeeigneten Sporenmaterials schwach befallen worden.

Was nun den Versuch mit Topfpflanzen anlangt, in welchem *Leontodon montanus* befallen wurde, während die beiden im Versuch einbezogenen *Leontodon autumnalis*-Pflanzen gesund blieben, so muss dazu gesagt werden, dass in den Kontrollkulturen eine normale und reichliche Keimung des verwendeten Sporenmaterials festgestellt wor-

den war. Wir sind aus diesen Gründen geneigt, die Versuchsergebnisse in dem Sinne zu deuten, dass offenbar *Leontodon autumnalis* von *Protomyopsis Arnoldii* zwar befallen werden kann, aber nur unter Verhältnissen, die einer Infektion äusserst günstig sind.

Als Hauptwirt von *Protomyopsis Arnoldii* ist jedenfalls *Leontodon montanus* anzusehen; *Leontodon autumnalis* würde hier nur die Rolle eines «Nebenwirtes» spielen.

Bei *Protomyopsis Leontodontis* scheint dagegen die Sachlage eine andere zu sein, indem dieser Pilz ebenso leicht *Leontodon montanus* zu befallen scheint als seinen Hauptwirt. Dieses etwas verschiedene Verhalten der beiden *Protomyopsis*-Arten bezüglich ihrer Infektionsmöglichkeit gegenüber *Leontodon montanus* und *L. autumnalis* ist indessen noch mit einem gewissen Vorbehalt aufzunehmen, bis dasselbe an einem grösseren Versuchsmaterial nachgeprüft sein wird.

Es ist hier leider wenig Aussicht vorhanden, dass sich Gelegenheit bieten wird, durch Beobachtungen im Freien einen Beitrag zur endgültigen Lösung der oben erörterten Frage beizubringen. Zwar kommen die beiden in Frage stehenden *Leontodon*-Spezies im Hochgebirge vor, aber in verschiedenen Formationen. So ist *Leontodon montanus* ein Bewohner der sog. Schuttfuren-Formation, namentlich des Feingerölls im Kalk. *Leontodon autumnalis* besiedelt dagegen die alpinen Wiesenbestände, und zwar vorzugsweise diejenigen des kalkarmen Bodens (Schröter 1908, p. 547).

Wie dem auch sein mag, so werden wir auf jeden Fall auch weiterhin die beiden auf *Leontodon autumnalis* und *L. montanus* lebenden *Protomyopsis* als zwei von einander differente Spezies anzusehen haben, da morphologische Unterschiede in ihren Keimungsstadien vorhanden sind, die wir für *Protomyopsis Arnoldii* sogleich noch im einzelnen darzulegen haben werden.

Die Tatsache, dass die beiden *Leontodon* bewohnenden *Protomyopsis*-Spezies Vertreter der Gattungen *Chrysanthemum* und *Achillea* nicht befallen, ist keineswegs verwunderlich, vielmehr war dieses Resultat zu erwarten, da ja morphologische Unterschiede zwischen den auf *Leontodon* parasitierenden *Protomyopsis* und denjenigen, die auf Vertretern aus den Gattungen *Chrysanthemum* und *Achillea* leben, bestehen.

b. Morphologisches.

Zu Anfang dieses Abschnittes wurde bereits erwähnt, dass *Protomyopsis Arnoldii* auf den Blattspreiten seiner Wirtspflanze Schwielen verursacht. Diese sind ziemlich gross, mitunter 2—3 mm im Durch-

messer, flach und von dunkel-schwarzbrauner Farbe. Aber auch hier, ähnlich wie beim vorhin besprochenen *Protomycopsis Leontodontis*, treten ebenfalls an der Unterseite der Hauptblattrippen typische Schwielen auf, in deren Umgebung zuweilen eine starke Anthocyanbildung stattfindet, so dass die Infektionsstellen durch eine leuchtend rote Färbung gekennzeichnet sind (No. 22 des Code des Couleurs) Tafel II, Fig. 7. Das Mycel des Parasiten durchzieht das Blattparenchym und das Grundgewebe der Blattrippen, woselbst aber die Gefässbündel gemieden werden. Den terminal an den Mycelverzweigungen gebildeten Chlamydosporen fehlt jede Struktur in der Membran (Fig. 19); sie unterscheiden sich nur durch ihre wesentlich dunklere Farbe von *Protomycopsis Leontodontis*. Ihre Farbe ist dunkelbraun, No. 153 D des Code des Couleurs, die Dicke beträgt zirka $3\ \mu$.

Für die Grösse der Chlamydosporen ist es hier wiederum ausserordentlich schwer, bestimmte Angaben mitzuteilen. Ein häufig gemessener Wert für den Durchmesser war z. B. $39\ \mu$; daneben haben wir aber fast ebenso oft den Wert $48\ \mu$ festgestellt. Zwischen diesen Zahlen waren übrigens alle Übergänge vorhanden. Das von uns beobachtete Maximum erreichte $54\ \mu$, das Minimum $33\ \mu$.

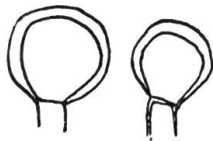


Fig. 19. *Protomycopsis Arnoldii* Magn. Terminal im Mycel entstandene ganz junge Chlamydosporen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

Die Grössenverhältnisse der Sporangien von *Protomycopsis Arnoldii* sind entsprechend denjenigen der Chlamydosporen sehr variabel, so dass es auch hier schwer ist, bestimmte Angaben darüber zu machen.

Für die Länge sind 60 (zugleich das beobachtete Maximum), 52,5, 48 und $45\ \mu$ häufig auftretende Werte, $37,5\ \mu$ war das in unsern Kulturen beobachtete Minimum. Der jeweilige Breitendurchmesser des Sporangiums bleibt meistens nur um einige μ hinter demjenigen der Länge zurück, oder kommt demselben sogar gleich.

Daraus ergibt sich also ohne weiteres, dass die Sporangien des *Leontodon montanus* bewohnenden Pilzes dem «kugeligen Typus» angehören. Charakteristisch ist nun für diese *Protomycopsis*-Spezies, dass ihre Sporangien an der Basis, d. h. an der Stelle, wo sie aus der Chlamydospore austreten, stark eingezogen sind, wodurch sie das Aussehen eines ballonartigen Gebildes erhalten (Fig. 20). Als Gegenstück hierzu seien die Sporangien des auf *Chrysanthemum alpinum* lebenden *Protomyces* namhaft gemacht; diese haben zwar auch kurze, rundliche Sporangien, ihre Basis ist aber nicht oder nur sehr

schwach eingezogen (vergl. hierzu Figur 15). Die paarweise Vereinigung der Endsporen scheint sich hier relativ recht häufig normal abzuspielen.

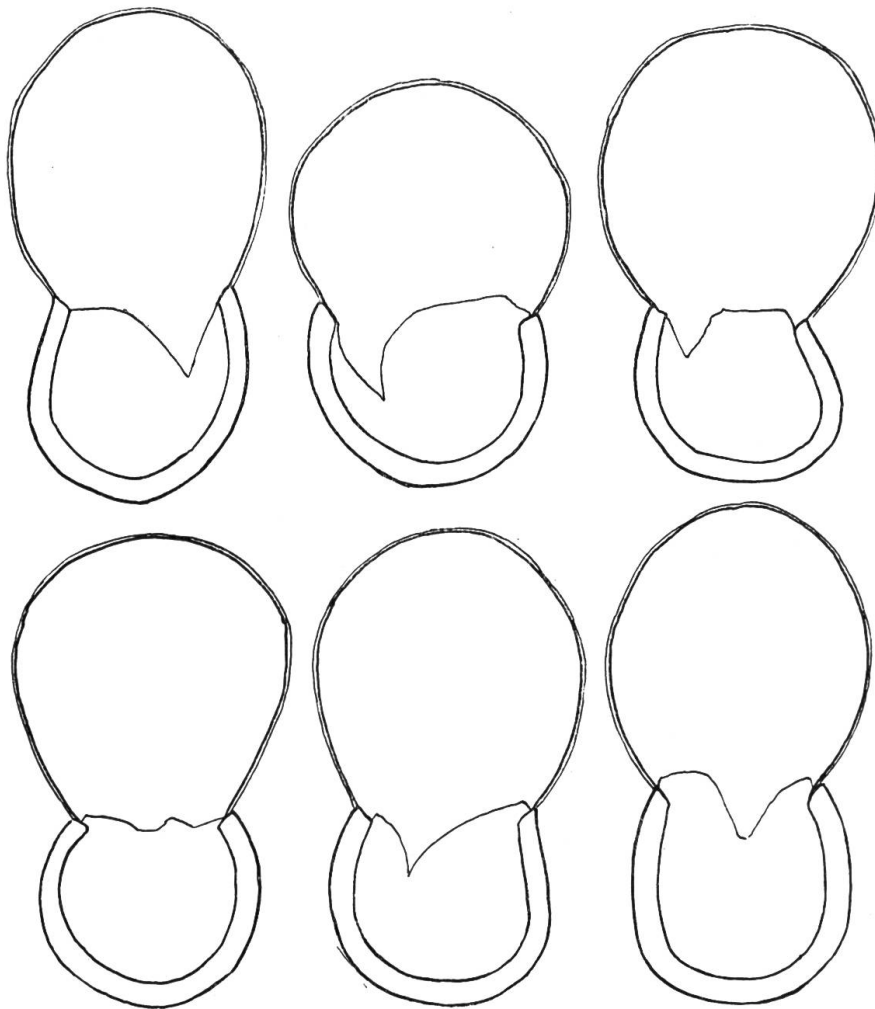


Fig. 20. *Protomycopsis Arnoldii* Magn. Keimende Chlamydosporen.
Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen.
Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

ANMERKUNG:

Aus der Literatur und aus Exsikkaten sind uns noch die folgenden Vertreter aus der Gattung *Protomycopsis* bekannt geworden, von denen aber meistens der Keimungsvorgang nicht beobachtet ist und keine experimentellen Untersuchungen zur Klarlegung ihrer Biologie vorliegen.

1. *Protomycopsis crepidis* Jaap n. sp. auf *Crepsis incarnata*. Diagnose von O. Jaap in Beitr. z. Pilzflora d. öster. Alpenländer. 1. Pilze aus Südtirol und Kärnten. Annal. Mycol. VI. 1908, p. 204—205.
2. *Protomycopsis Hyoseridis* Syd. nov. spec. auf *Hyoseris baetica*. Diagnose von Sydow, H. u. P. in Novae fungorum species —

XII. Annal. Mycol. XII. 1914, p. 197. Von dieser Spezies wird in der Diagnose angegeben, dass die Schläuche kürzer seien als bei *Protomycopsis Leucanthemi* Magn.

Zu *Protomycopsis Hyoseridis* gehört offenbar auch der auf *Hyoseris radiata* lebende Pilz, den ich selber an Herbarmaterial, das aus Südfrankreich stammte (leg. E d. F i s c h e r in Herb. Bernense), untersuchen konnte.

Ebenso scheint mir der von O. J a a p in den Fungi selecti exsiccati No. 601 unter dem Namen *Protomyces kreuthensis* Kühn auf *Hyoseris radiata* lebende Pilz zu *Protomycopsis Hyoseridis* zu gehören, wie ich durch eigene Untersuchung des betreffenden Materials an einem Milchsäurepräparat festzustellen Gelegenheit hatte.

3. *Protomycopsis pharensis* Jaap n. sp. auf *Pallenis spinosa* (L) Cass. Diagnose von O. J a a p in «Beitr. z. Kenntnis d. Pilze Dalmatiens» Annal. Mycol. XIV. 1916, p. 4.

5. Diagnosen.

1. *Protomycopsis Chrysanthemi* v. Büren n. sp.

Mycelio in parenchymati foliorum luxurianti, numquam fasciculis vasorum insidenti. Chlamydosporis in ultimis furcis mycelii nascentibus; membrana sporarum recentium gracilibus verruculis operta. Sporis maturis valde irregularis formae. Membrana $4,5\mu$ crassa. Sporarum diam. plus minusve 36μ . Sporangii $50-60\mu$ longis et 50μ latis. In foliis vivis *Chrysanthemi alpini* L. parva calla plana albicantia procreat.

2. *Protomycopsis Leucanthemi* Magn. Pilzflora von Tirol 1915, p. 323. Die Diagnose von M a g n u s bedarf noch der folgenden Ergänzung:

Sporangii $52-66\mu$ longis et $37-48\mu$ latis. In foliis vivis *Chrysanthemi Leucanthemi* et *Chrysanthemi atrati* Jacq.

3. *Protomycopsis Leontodontis* v. Büren n. sp. Chlamydosporis in ultimis furcis mycelii nascentibus. Membrana levi adustioris coloris. Sporarum diam. plus minusve 45μ . Sporangio 105μ longo, saepe longiore, 30μ lato. In foliis vivis *Leontodontis autumnalis* L. calla in costa media et in limbo procreat.

4. *Protomycopsis Arnoldii* Magn. Pilzflora von Tirol 1915, p. 322. Chlamydosporis in ultimis furcis mycelii nascentibus. Membrana levi. Sporarum diam. plus minusve $39-48\mu$. Sporangii longitudinem $45-60\mu$ exaequantibus, pari fere latitudine ut eis semper species globosa sit. In foliis vivis *Leontodontis montani* Lam. calla fusca diam. 2—3 mm in costa media et in limbo procreat.

C. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse bei der Gattung *Protomycopsis*.

Unsere Untersuchungen über die biologischen Verhältnisse der *Chrysanthemum* bewohnenden Formen der Gattung *Protomycopsis* haben noch zu keinem endgültigen Resultate geführt. Die wenigen positiven Versuchsergebnisse, über die wir verfügen, in Verbindung mit den morphologischen Befunden, lassen es jedoch wahrscheinlich erscheinen, dass wir in den auf *Chrysanthemum alpinum* und *Chrys. Leucanthemum* parasitierenden *Protomycopsis* zwei verschiedene Spezies vor uns haben.

Den auf *Chrysanthemum atratum* lebenden Pilz fassen wir vorläufig noch als zur Spezies *Leucanthemi* gehörend auf.

Ueber die Biologie jener *Protomycopsis*-Formen, die auf Vertretern der Gattung *Leontodon* leben, sind wir nun schon einigermassen besser orientiert. Einmal steht es fest, dass die *Chrysanthemum* und *Leontodon* bewohnenden Pilze der Gattung *Protomycopsis* biologisch getrennte Arten sind. Dies ist bereits durch Verschiedenheiten in der Membran der Chlamydosporen beider Gruppen angedeutet. Die Membranen der ersteren zeigen im Profil betrachtet eine feine Stäbchenstruktur und ihre Oberfläche ist mit feinen Wärrchen besetzt; diese Strukturen sind allerdings nur an jugendlichen Entwicklungsstadien der Chlamydosporen wahrzunehmen. Dagegen ist in der zweiten Gruppe bereits in den jüngsten Stadien eine vollständig strukturlose und glatte Membran vorhanden.

Es bleibt uns jetzt noch übrig, kurz mit einigen Worten auf die *Leontodon* bewohnenden *Protomycopsis*-Formen einzutreten. Die Spezialisationsversuche haben gezeigt, dass *Protomycopsis Leontodontis* auf *Leontodon montanus* überzugehen vermag; der Versuch dagegen, *Leontodon autumnalis* mit *Protomycopsis Arnoldii* zu infizieren, gelang zwar, aber nur sehr schwach (vergl. hierzu auch das auf p. 72—73 hierzu Gesagte). Zieht man nun im ferneren die auffallenden Gestaltungsunterschiede der Sporangien der beiden Pilze in Rücksicht, so müssen wir doch der Auffassung zuneigen, dass *Protomycopsis Leontodontis* und *Arnoldii* als zwei besondere Spezies zu Recht bestehen.

Was endlich die Standortsverhältnisse dieser Pilzgattung betrifft, so kann ich auch hier wieder auf das in der Zusammenfassung Gesagte am Schluss des ersten Kapitels dieser Arbeit verweisen.

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 «gesund», sondern dass sich jedes Frühjahr bereits ihre ersten Triebe als pilzbefallen erzeugten.

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.

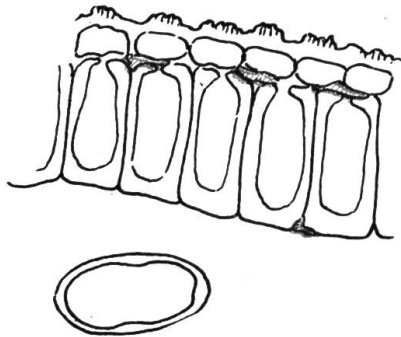


Fig. 21.
Partie aus der Antherenwand von *Heracleum Sphondylium*, in welche Hyphen (in der Figur rot eingetragen), von *Volkartia umbelliferarum* eingedrungen sind. Leitz Oc. 1, Obj. 7. Vergr. ca. 335.

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 verunmöglich 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 Frucht-exemplaren auch nur Spuren von Mycel im Endosperm oder im Embryo nachzuweisen.

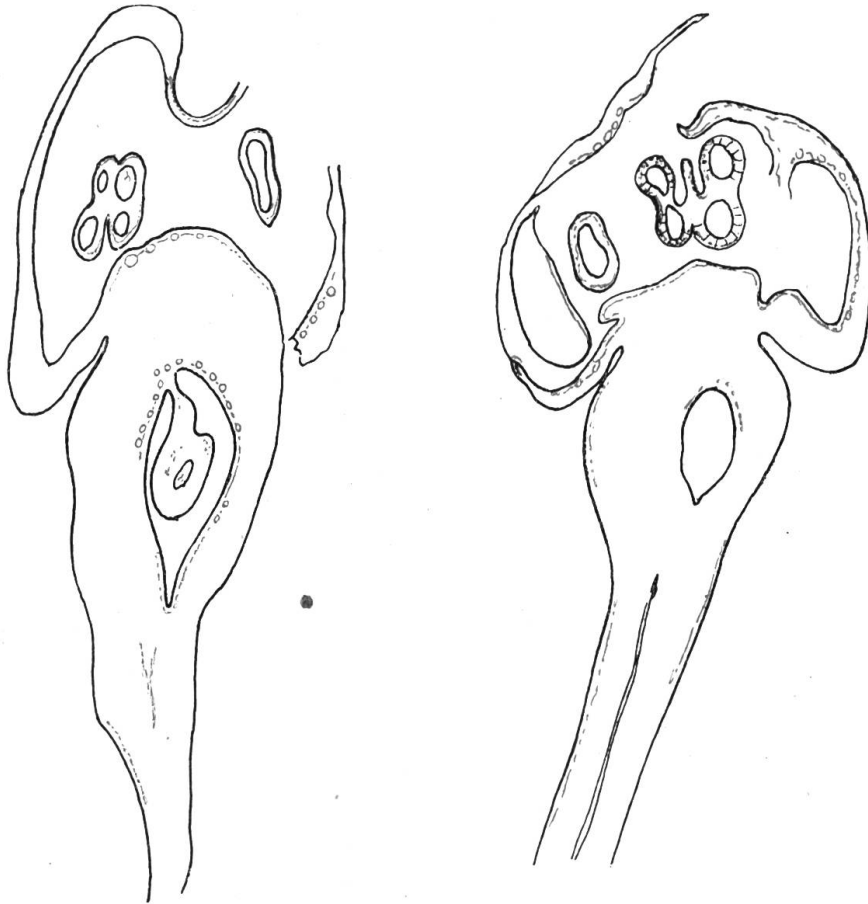


Fig. 22 und 23. Längsschnitte durch Blüten von *Heracleum Sphondylium*, die von *Volkartia umbelliferarum* befallen sind. Die Verbreitung des Parasiten ist in den Figuren durch die roten Linien und Kreise angedeutet. Nach 15μ dicken Mikrotomschnitten, die mit Chlorzinkjod behandelt worden sind. Fixierung 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 Frucht-reife 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 variierten 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. E. d. 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 E. g. M a y o r aufgefunden worden (M a y o r 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 V o l k a r t (1903) noch R. M a i r e (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. V o l k a r t und R. M a i r e 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 L a g e r h e i m vorgeschlagen worden, als er seinerzeit diesen Pilz auf *Crepis mollis* (Jacq.) Ascherson (*Cr. succisifolia* Tausch) gefunden hatte. (V e s t e r g r. 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 $1\frac{1}{2}$ 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. Bären 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 Wassermatten, 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, nachdem, 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 ascoïde.» — 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. B ü r e n 1915, p. 71—72) entsprechend dem damaligen Stand der Untersuchungen innerhalb der *Protomyce-taceen* 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. B ü r e n 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 dargestellten 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-

schiebt, 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. J u e l (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. M a i r e 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 L a g e r h e i m und J u e l 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,

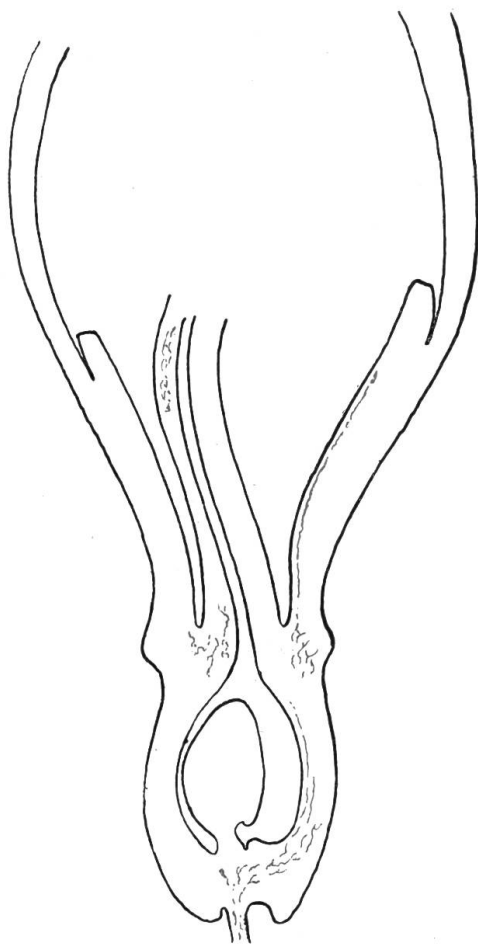
¹⁾ Vergl. hierzu auch die Fussnote auf p. 83—84.

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. E d. F i s c h e r, der die Freundlichkeit hatte, mir dasselbe im Juli 1919 von der Riederalp (Wallis) zuzusenden.

⁴⁾ Dieses Material verdanke ich Herrn E u g. M a y o r, 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.

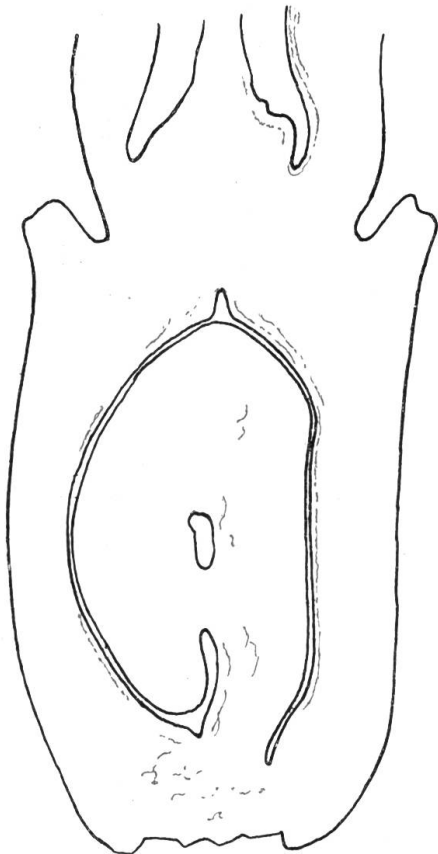


Fig. 25. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten von *Crepis conyzifolia*, der von *Volkartia rhaetica* befallen ist. Der Pilz ist bis in die Samenanlage vorgedrungen. Nach einem 10 μ dicken Mikrotomschnitt. Fixierung mit Chromsäure. Leitz Oc. 1, Obj. 3. Vergr. ca. 60.



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. J u e l (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 J u e l -schen 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.

J u e l 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 J u e l (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.

J u e l 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 hierfür die Möglichkeit eines Sprossungsvorganges in Erwägung, gestützt auf die Angaben, die M a i r e (1907, p. CXLVI) für *V. rhaetica* gemacht hat.

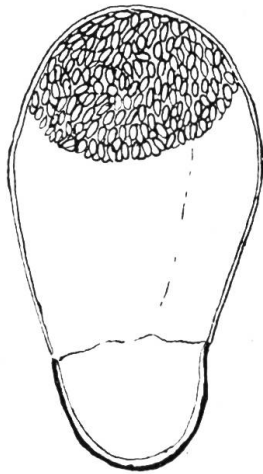


Fig. 27. Keimende Chlamydospore von *Volkartia rhaetica*. Sporenball kurz vor seiner Entleerung aus dem Sporangium. Nach lebendem Material gezeichnet. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

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 J u e l s (1921, p. 32), der Reihe der *Hemiasceen*: *Protomyces*, *Protomycopsis* und *Volkartia - Taphridium*, die *Exoasceen* (*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 Chlamydosporenmembran bei den *Proto-mycetaceen* zu erlangen, da man hier mancherlei Täuschungen unterworfen sein kann.

Literaturverzeichnis.

von Büren, G.

1915. Die schweizerischen Protomycetaceen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entwicklungsgeschichte und Biologie. Beitr. z. Krypt.-Flora der Schweiz. Bd. V, Heft 1 tab.

1917. Beitrag zur Kenntnis des Mycels der Gattung Volkartia R. Maire. Mitteil. d. Naturf. Gesellschaft i. Bern a. d. Jahre 1916, p. 112—124 tab.

1918. Beitrag zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von Protomyces inundatus Dang. Mitteil. d. Naturf. Gesellschaft i. Bern a. d. Jahre 1917, p. 109—132 tab.

Cruchet, P.

1918. Contribution à l'étude des Champignons parasites de l'Engadine. Bull. Annuel de la Soc. d. Sciences nat. d. Grisons. Vol. LVIII 1918, p. 57—68.

Fischer, Ed.

1897. Ascomyceten, Tuberaceen und Hemiasceen in L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. Bd. I, Abt. V. 2. Aufl. Leipzig.

1917. Der Speziesbegriff und die Frage der Speziesentstehung bei den parasitischen Pilzen. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges., 98. Jahresvers. Schuls, 1916, p. 15—35.

Jaap, O.

1914. Pilze bei Bad Nauheim in Oberhessen. Annal. Mycol. Vol. XII, 1914, p. 5.

Juel, H. O.

1902. Taphridium Lagerh. et Juel. Eine neue Gattung der Protomycetaceen. Bihang Till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. 27, Afd. III No. 16, p. 1—29 tab.

1921. Cytologische Pilzstudien. II. Zur Kenntnis einiger Hemiasceen. Nova Acta Regiae Soc. Scient. Upsalensis. Ser. IV. Vol. 5 No. 5, p. 1—43 tab.

Klebahn, H.

1914. Kulturversuche mit Rostpilzen. XV. Bericht (1912—1913) Sorauer, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. XXIV, p. 1—32. Vergl. namentlich p. 1—8. I. Über die Faktoren, welche das Eintreten der Keimfähigkeit der Teleutosporen während der Überwinterung bewirken.

Klincksieck et Valette.

1908. Code des Couleurs, Paris.

Kniep, H.

1919. Untersuchungen über den Antherenbrand (*Ustilago violacea* Pers). Ein Beitrag zum Sexualitätsproblem. Zeitschr. f. Botanik. Jahrgang 1919, p. 257—284.

Lindfors, Th.

1918. Mykologische Notizen. Svensk Botanisk Tidskrift. Bd. 12, H. 2, p. 221—227.

Magnus, P.

1891. Erstes Verzeichnis der ihm aus dem Kanton Graubünden bekannt gewordenen Pilze. XXXIV. Jahresber. d. Naturf. Ges. Graubündens, 1889/90, Chur 1891, p. 1—73.

Maire, R.

1907. Contribution à l'étude de la flore mycologique des Pyrénées. — Champignons récoltés à la Session d. l. Société botanique de France à Cavarnie et Cauterets en 1907. Bull. d. l. Soc. bot. d. France. Tome 54, 1907, p. CXLV—CXLVII.

1914. Deuxième contribution à l'étude de la flore mycologique de la Tunisie. Bull. d. l. Soc. d'Hist. Nat. de l'Afrique du Nord. 6e année No. 9, p. 254—260.

Mayor, Eug.

1918. Contribution à l'étude de la flore mycologique des environs de Leysin. Bull. d. l. Soc. Vaudoise d. Sciences Naturelles. Vol. 52, No. 194, 1918, p. 113—149.

1922. Notes mycologiques. Bull. d. l. Soc. Neuchâteloise d. Sciences Naturelles. Tome XLVI, année 1920/21, p. 1—40.

Molisch, H.

1920. Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. 3. Aufl. Jena.

Paravicini, Eug.

1917. Untersuchungen über das Verhalten der Zellkerne bei der Fortpflanzung der Brandpilze. Annal. Mycol. Vol. XV, p. 57—96 tab.

1918. Zur Frage des Zellkernes der Bakterien. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 48. 1918. No. 16/19, p. 337—340.

Popta, C. M. L.

1899. Beitrag zur Kenntnis der Hemiasci. Flora od. allg. Bot. Zeitung. 1899. Heft 1, p. 1—50. Tafel I und II.

Rytz, W.

1907. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Synchytrium*. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. XVIII 1907. No. 19/21 und 24/25, p. 1—47 tab.

Schröter, C.

1908. Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich.

Volkart, A.

1903. *Taphrina rhaetica* nov. spec. und *Mycosphaerella Aronici* (Fuck).
Ber. d. Deutschen Botan. Gesellschaft. Bd. XXI, 1903, p. 477—481 tab.

Wartenweiler, A.

1918. Beiträge zur Systematik und Biologie einiger Plasmopara-Arten.
Annales Mycol. Vol. XVI, 1918, p. 251—299 tab.

Zillig, Herm.

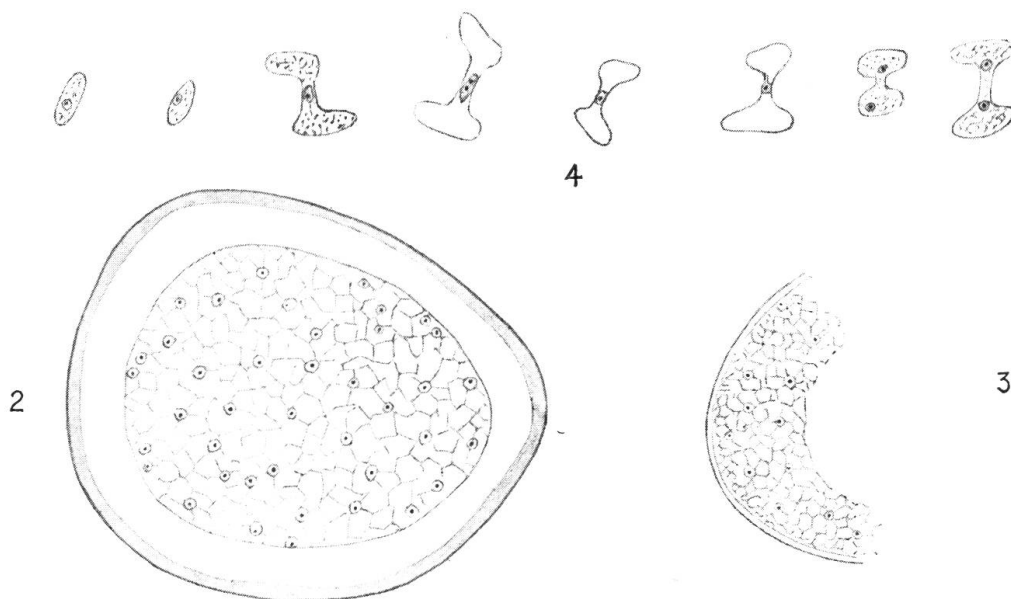
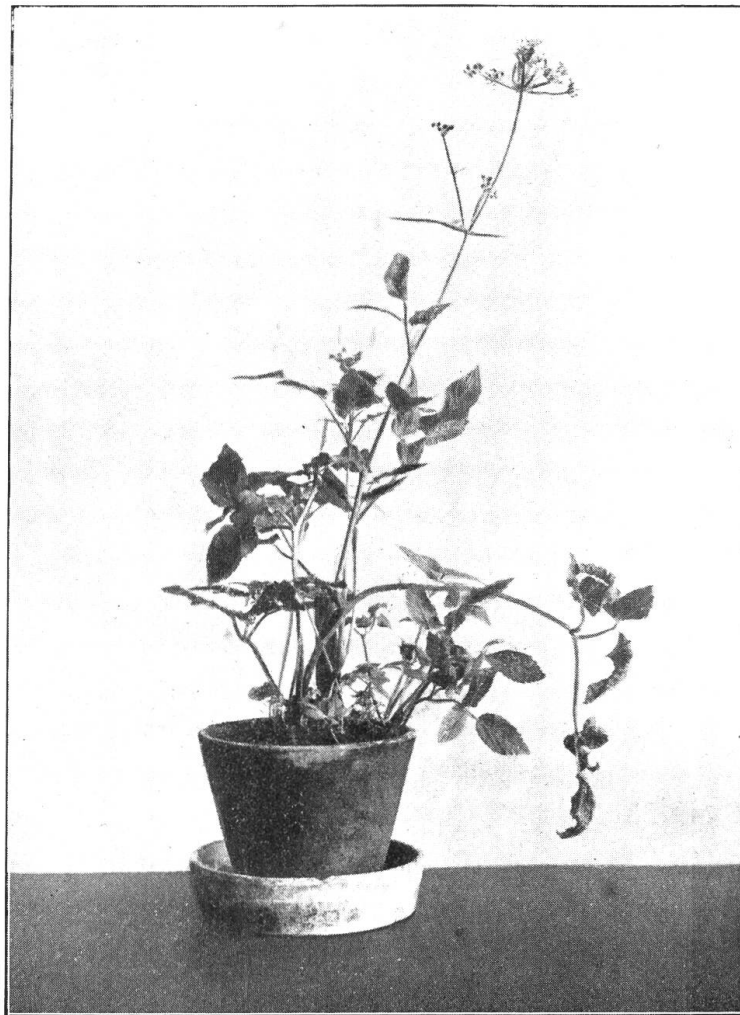
1921. Über spezialisierte Formen beim Antherenbrand, *Ustilago violacea*
(Pers) Fuck. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 53, 1921, No. 1/3, p. 33—74.

Erläuterungen zur Autotypie.

Tafel I

- Fig. 1. Von *Protomyces macrosporus* f. sp. *Aegopodii* infizierte Pflanze von *Aegopodium Podagraria* L. ca. $\frac{1}{5}$ der natürlichen Grösse.
Das überhängende Blatt (nach rechts im Bild) ist ausserordentlich stark befallen und erweckt den Eindruck, welk zu sein, obschon es in Wirklichkeit turgeszent ist. Im Bilde ist auch die charakteristische Verbiegung der Blattspreiten zu erkennen.
- Fig. 2. Mikrotomschnitt durch eine Dauerspore von *Protomyces macrosporus* Unger im Ruhezustand. Fixierung mit Chrom-Essigsäure-Formalin. Leitz Oc. 4, Immers. $\frac{1}{12}$. Vergr. ca. 1000.
- Fig. 3. Mikrotomschnitt durch eine Partie eines ausgetretenen Endosporiums von *Protomyces macrosporus* Unger. Das Plasma hat bereits einen Wandbelag gebildet, in welchem die Kerne deutlich sichtbar sind. Zeiss Comp. Oc. 6, Immers. 2 mm. Vergr. ca. 750.
- Fig. 4. Endosporen von *Protomyces macrosporus* f. sp. *Aegopodii* mit Chrom-Osmium-Essigsäure fixiert. Leitz Oc. 4. Immers. $\frac{1}{12}$. Vergr. ca. 1000.
-

Fig. 1



Erläuterungen zur kolorierten Tafel.

Tafel II

Sämtliche Figuren sind nach lebendem Material von Fräulein L. Lutz, Kunstmalerin in Bern († 30. VI. 1922), in natürlicher Grösse gemalt worden; einzig Fig. 5 ist 1 ½ mal vergrössert.

- Fig. 1. *Protomyces pachydermus* Thüm. auf einem Blütenschaft von *Taraxacum officinale* Weber. Die Schwielen sind hier in einem noch relativ jungen Entwicklungszustand dargestellt.
 - Fig. 2. *Protomyces kreuthensis* Kühn. auf *Aposeris foetida* (L.) Less. In der Figur kommen die gelblichen schwieligen Erhebungen, die namentlich an den Rippen der Blattunterseite auftreten, sehr gut zur Geltung.
 - Fig. 3. *Protomyces Kriegerianus* v. Büren n. sp. auf *Leontodon hispidus* L. Das von der Unterseite dargestellte Blatt ist sehr stark befallen und lässt das angeschwollene Adernetz in der infizierten Partie, sowie die Verfärbung und Deformation vortrefflich erkennen.
 - Fig. 4. *Protomyces Crepidicola* v. Büren n. sp. auf *Crepis biennis* L. Infiziertes *Crepis*-Blatt von der Oberseite dargestellt. Die Infektionsstellen sind durch die rotbraunen Verfärbungen der betreffenden Partien erkenntlich.
 - Fig. 5. id. wie Fig. 4, aber eine infizierte Blattpartie von der Unterseite dargestellt (1 ½ mal vergrössert), auf welcher die durch den Parasiten verursachten Anschwellungen der Blattnervatur deutlich wahrzunehmen sind.
 - Fig. 6. *Protomycopsis Leucanthemi* Magn. auf *Chrysanthemum Leucanthemum* L. Blattunterseite mit Schwielen in frühen Entwicklungszuständen.
 - Fig. 7. *Protomycopsis Arnoldii* Magn. auf *Leontodon montanus* Lam. Blattunterseite mit violettbraunen, nahezu vollentwickelten Schwielen auf der Blattrippe und Blattspreite. Die rötliche Verfärbung in der Umgebung der Infektionsstellen ist namentlich an denjenigen auf der Hauptblattrippe deutlich ausgeprägt.
-

