Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 5 (1915)

Heft: 3

Artikel: Weitere Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Biologie der Protomycetaceen

Autor: Büren, Günther von

Kapitel: 3: Die Gattung Protomycopsis

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: 13.07.2025

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

allerdings nur an keimenden Chlamydosporen 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 vermengt 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 gezeitigt 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 *Protomycopsis* 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).

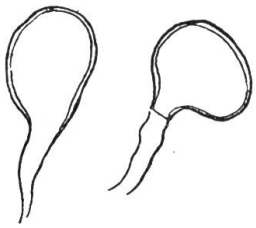

Fig. 12. Terminal entstandene ganz junge Dauersporen von *Protomycopsis Chrysanthemi* nach einem Milchsäurepräparat. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

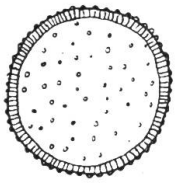

Fig. 13. Junge Dauerspore von *Protomycopsis Chrysanthemi* mit Warzen- und Stäbchenstruktur. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

Bei ausgereiften Chlamydosporen sind sowohl die Warzen als auch die Stäbchenstruktur verschwunden. Nichts mehr unterscheidet jetzt die *Protomycopsis*-Dauerspore von einer solchen, die der Gattung *Protomyces* angehört, es sei denn die Membran, welche bei den ersteren im allgemeinen 1—1½ μ dicker ist, was aber allein niemals genügen würde, um sicher zu entscheiden, welcher der beiden *Protomycetaceen*-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.

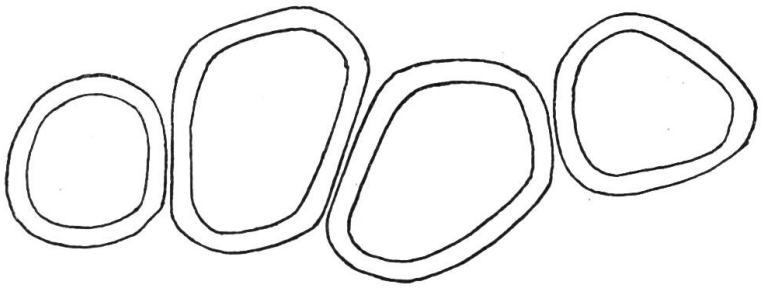

Fig. 14. Dauersporen von *Protomycopsis Chrysanthemi* zeigen, wie sehr ihre Gestalt von den Raumverhältnissen abhängig ist. Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

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 Chromotaxia [1]) 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 *Protomycopsis* sich in prinzipiell der gleichen Weise vollziehen, wie wir es seinerzeit für *Protomycopsis 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 *Protomycopsis* 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 *Protomycopsis* ausserhalb des Sporangiums werden wir im allgemeinen bei der Besprechung von *Protomycopsis 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.

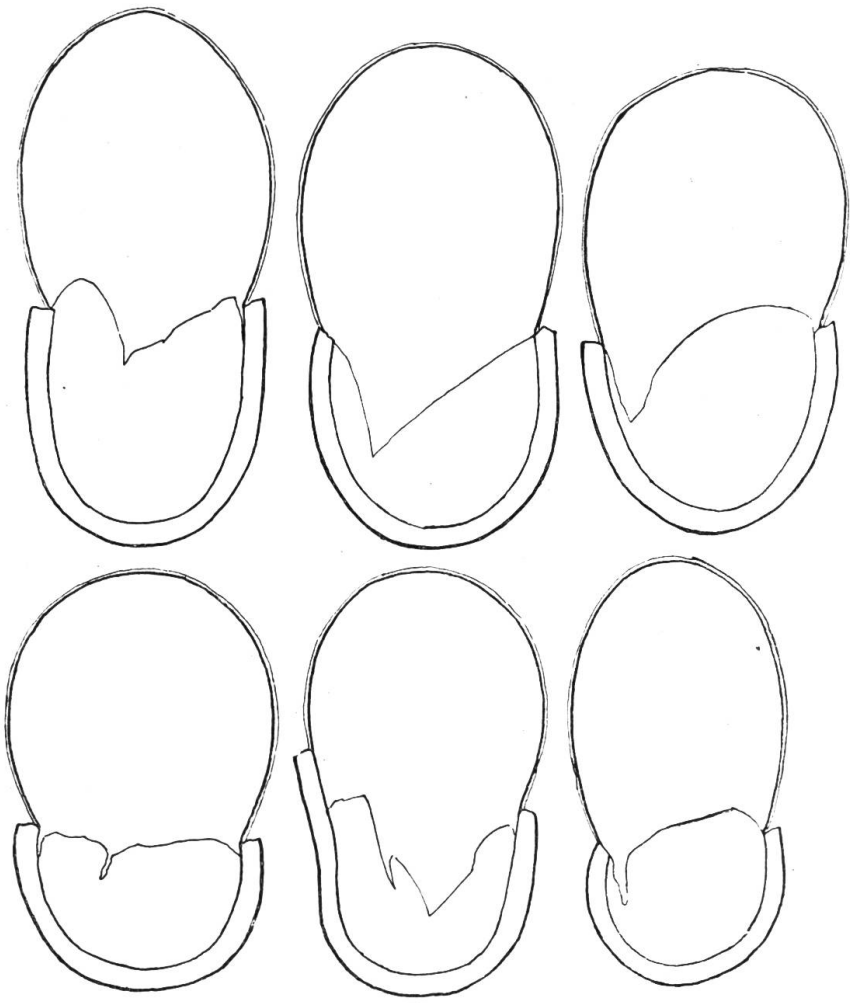

Fig. 15. *Protomycopsis Chrysanthemi.* Keimende Chlamydosporen. Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

2. Protomycopsis Leucanthemi Magnus auf Chrysanthemum Leucanthemum L. und Protomycopsis auf Chrysanthemum atratum Jacq.

a. Experimentelles.

Zunächst sollte einmal geprüft werden, ob der auf *Chrysanthemum* lebende Pilz eventuell die anderen, ebenfalls als Wirtspflanzen von *Protomycopsis* 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 Spezialisation 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 *Protomycopsis 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. Büren 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 45 μ beträgt. (Wir hatten seinerzeit als Mittelwert 37 μ 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 μ. Die Dicke der Membran schwankt zwischen 4,5 und 6 μ; 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

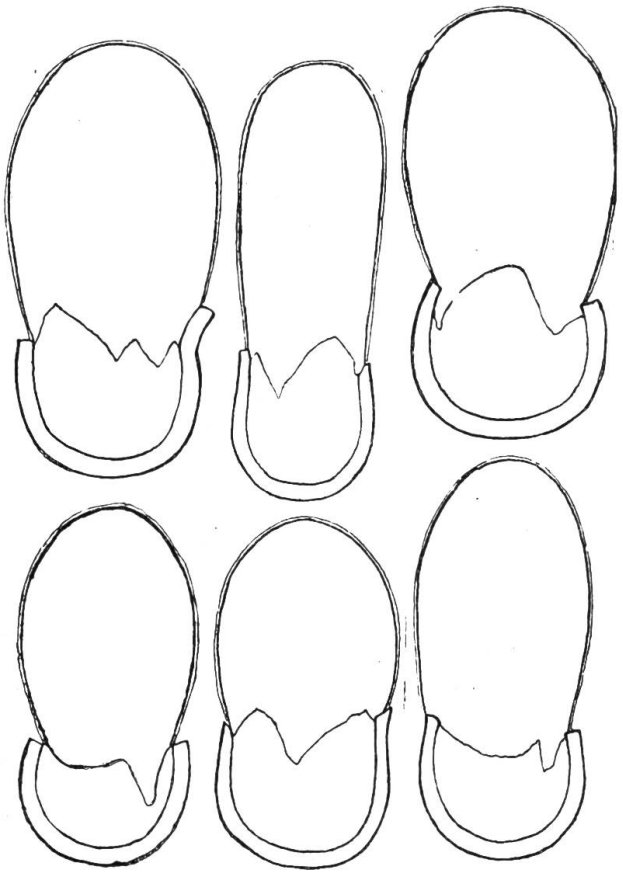

Fig. 16. *Protomycopsis Leucanthemi Magn.* Keimende Chlamydosporen. Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

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 werden, 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, Ed., 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.

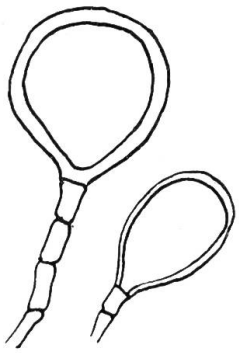

Fig. 17. *Protomycopsis Leontodontis.* Terminal entstandene junge Chlamydosporen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450

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*-Dauersporen 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 *Protomycopsis Leontodontis* L. auf *Leontodon autumnalis* gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchenversuche
Achillea atrata L.	— 1,0	
Chrysanthemum alpinum L.	— 1,0	
Chrysanthemum Leucanthemum L.		— 1,0
Leontodon autumnalis L.	+ 3,2	+ 1,1
Leontodon montanus Lam.	+ 1,1	+ 1,1
Leontodon hispidus 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 *Protomycopsis 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 *Protomycopsis Leontodontis* mögen nun hier noch einige weitere diesbezügliche Angaben beigefügt 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 45 μ liegen. Das in unseren Kulturen beobachtete Maximum war 58,5 μ, das Minimum 31,5 μ. Die Sporenmembran hat eine Dicke von zirka 3 μ 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 105 μ, das in unsern Kulturen gemessene Maximum ist 142 μ, das Minimum 90 μ. Die Breite der Schläuche ist ziemlich konstant und liegt bei 30 μ 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 *Protomycopsis Leontodontis* unter allen, unseres Wissens bis jetzt auch in den Keimungsstadien bekannten Vertretern dieser Pilzgattung, charakterisiert ist.

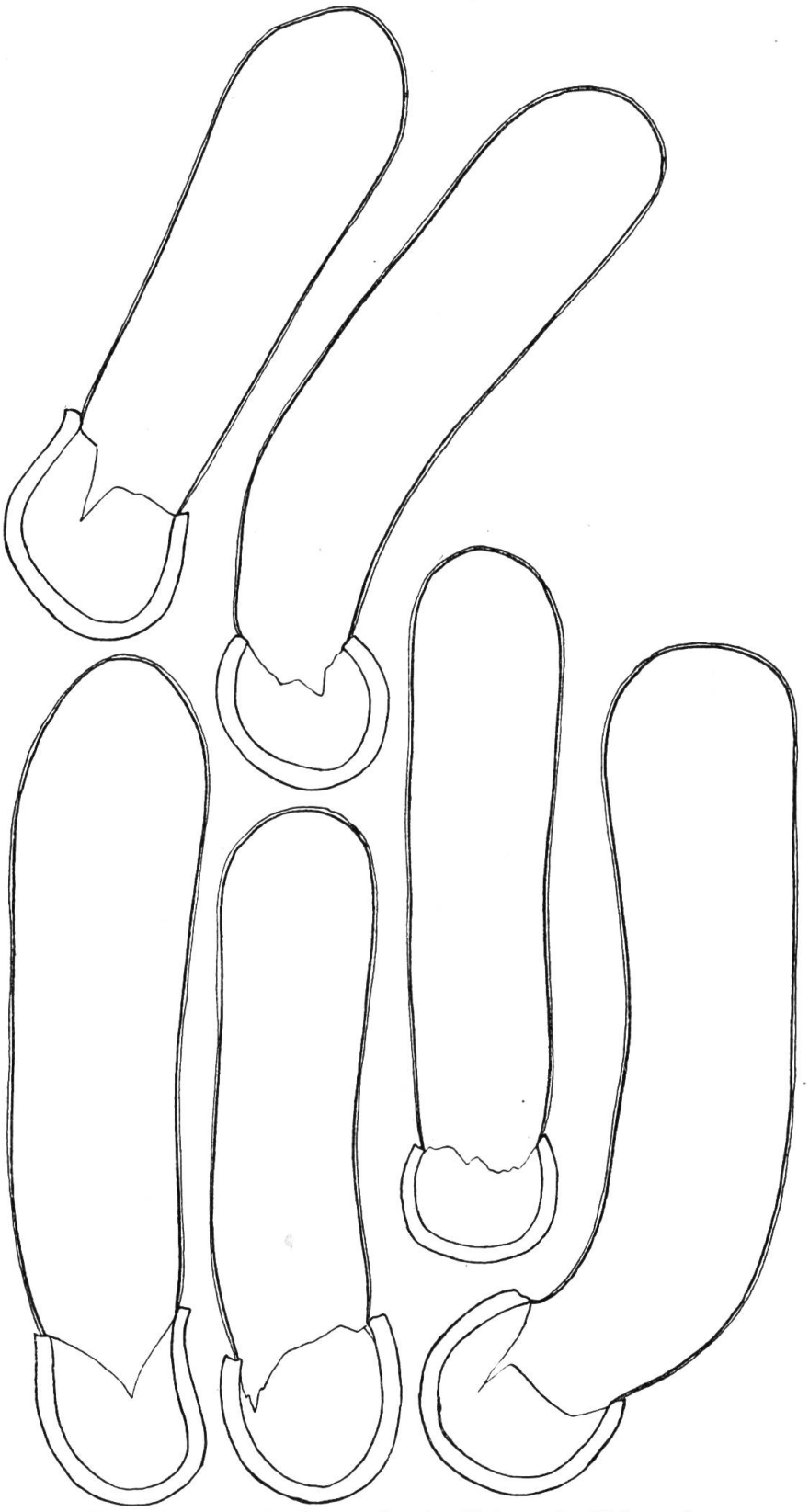

Fig. 18. *Protomycopsis Leontodontis.* Keimende Chlamydosporen. Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

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. Lüdi 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 Lüdi 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 Magnus in der Pilzflora von Tirol, 1905, p. 322 erwähnten *Protomycopsis Arnoldii Mag.* handeln könnte, den Arnold seinerzeit am Juchlipass (Kt. Unterwalden) gefunden hatte. Vergl. hierzu auch die Bemerkung b. v. Büren 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 *Protomycopsis 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 *Protomycopsis Arnoldii* auf *Leontodon montanus* Lam. gebracht auf:	Versuche mit Topfpflanzen	Kistchenversuche
Achillea atrata L.		— 1,0
Chrysanthemum alpinum L.		— 1,0
Leontodon autumnalis L.	— 2,0	+ 1,1
Leontodon montanus Lam.	+ 1,1	+ 2,2
Leontodon pyrenaicus Gouan		— 1,0
Leontodon hispidus L.		— 1,0

Aus der Tabelle geht also hervor, dass *Protomycopsis 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 *Protomycopsis Arnoldii* zwar befallen werden kann, aber nur unter Verhältnissen, die einer Infektion äusserst günstig sind.

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

Bei *Protomycopsis 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 *Protomycopsis*-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. Schuttfluren-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 *Protomycopsis* als zwei von einander differente Spezies anzusehen haben, da morphologische Unterschiede in ihren Keimungsstadien vorhanden sind, die wir für *Protomycopsis Arnoldii* sogleich noch im einzelnen darzulegen haben werden.

Die Tatsache, dass die beiden *Leontodon* bewohnenden *Protomycopsis*-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 *Protomycopsis* und denjenigen, die auf Vertretern aus den Gattungen *Chrysanthemum* und *Achillea* leben, bestehen.

b. Morphologisches.

Zu Anfang dieses Abschnittes wurde bereits erwähnt, dass *Protomycopsis 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 μ.

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 μ; daneben haben wir aber fast ebenso oft den Wert 48 μ festgestellt. Zwischen diesen Zahlen waren übrigens alle Übergänge vorhanden. Das von uns beobachtete Maximum erreichte 54 μ, das Minimum 33 μ.

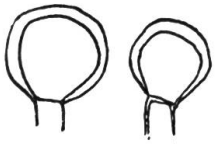

Fig. 19. *Protomycopsis Arnoldii Magn.* Terminal im Mycel entstandene ganz junge Chlamydosporen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 450.

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 μ häufig auftretende Werte, 37,5 μ 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 Endosporen scheint sich hier relativ recht häufig normal abzuspielen.

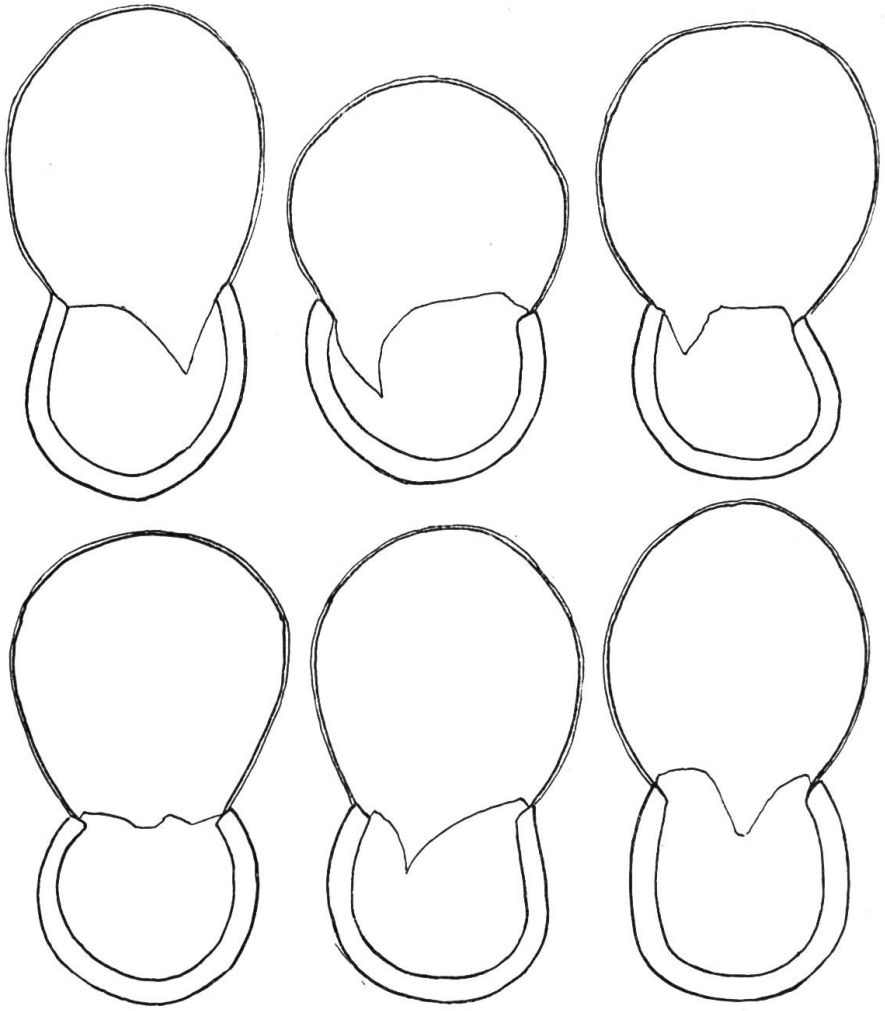

Fig. 20. *Protomycopsis Arnoldii Magn.* Keimende Chlamydosporen. Nach lebendem Material mit der Kamera entworfen. Leitz Oc. 3, Obj. 7. Vergr. ca. 340.

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. Ed. Fischer in Herb. Bernense), untersuchen konnte.

Ebenso scheint mir der von O. Jaap 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. Jaap 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 μ crassa. Sporarum diam. plus minusve 36 μ. Sporangiis 50—60 μ longis et 50 μ 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 Magnus bedarf noch der folgenden Ergänzung:

Sporangiis 52—66 μ longis et 37—48 μ 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 45 μ. Sporangio 105 μ longo, saepe longiore, 30 μ 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 μ. Sporangiis longitudinem 45—60 μ 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 Wärzchen 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.