

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: 4

Artikel: Beiträge zu einer Monographie der Gattung Peronospora Corda

Autor: Gäumann, Ernst

Kapitel: I: Ueber den Artbegriff in der Gattung Peronospora

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-821085>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

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

I. Ueber den Artbegriff in der Gattung Peronospora.

Der Artbegriff im Pflanzenreich hat in den letzten Jahren zu wiederholten Malen zu reger Diskussion Anlass gegeben. Auf Grund theoretischer Erwägungen gelangte man zur Forderung, dass die Art als die isogenhomozygote Einheit zu definieren sei (L o t s y, L e h m a n n). Doch sah man sich letzten Endes gezwungen, wieder von diesem theoretischen Standpunkt zurückzukehren und sich durch allerhand Kompromisse mit einem, wenn auch nicht theoretisch einwandfreien, so doch praktisch verwendbaren Artbegriff abzufinden.

Da nun die Artumgrenzung von neuem eine Sache der Praxis und des systematischen Taktes geworden ist, so enthält sich die vorliegende Untersuchung der prinzipiellen Auseinandersetzungen und beschränkt sich auf die Besprechung der Verwendbarkeit der bei den Peronosporaformen vorhandenen Merkmale; dabei stelle ich eine Uebersicht über die historische Entwicklung unserer diesbezüglichen Kenntnisse voran.

Von C o r d a, der ja die Gattung Peronospora begründete, von C a s p a r y und auch noch von U n g e r wurde im allgemeinen mit der systematischen Stellung der Wirte und mit der Farbe der Peronosporarasen argumentiert und es gibt nur wenige Fälle, wo man ausdrücklich auf Grund von Verschiedenheiten, z. B. in der Form der Conidienträger oder der Conidien, eine neue Art geschaffen hat. Eine dieser wenigen Ausnahmen bildet die *Peronospora Chenopodii* von S c h l e c h t e n d a l (1852, p. 619) auf *Chenopodium hybridum*.

Das Verdienst, hier Ordnung geschaffen zu haben, gebührt D e B a r y (1863), der als erster eine grosse Anzahl Oosporen untersuchte und ihre systematische Verwendbarkeit erkannte. Immerhin spielen die Oosporen auch bei ihm noch nicht die erste Rolle, indem er seine Untergruppen der Acroblastae, Pleuroblastae usw. einzig auf die Keimungsweise der Conidien basiert. Erst weiter unten, bei den Speziesgruppen, kommen die Oogon- und Oosporenmerkmale zum Vorschein, indem er die Pleuroblastae (unsere heutige Gattung Peronospora) in die drei Klassen der Parasiticae, Calothecae und Effusae scheidet.

Da er nun aber die Oosporen schon zur Bildung der Speziesgruppen vorweggenommen hatte, so blieb ihm zur Umgrenzung der einzelnen Spezies nichts anderes mehr übrig als die mehr oder

weniger natürlichen Grenzen der Wirtsfamilien. Wenn er dies auch nicht direkt ausspricht, sondern nur an einer einzigen Stelle antönt (1863, p. 112: die verschiedenen Peronosporavarietäten auf Rubiaceen gehörten zur selben Art, «quoniam plantas maxime inter se affines colunt»), so kann dieser Plan doch aus seiner ganzen Anordnung herausgelesen werden. Nirgends lässt er eine seiner Arten mehr als eine Wirtsfamilie umfassen, mit Ausnahme der *P. parasitica* auf Cruciferen, zu welcher er auch die *P. crispula* F u c k e l auf *Reseda luteola* stellt. Wo umgekehrt zwei Peronosporaformen aus zwei verschiedenen Wirtsfamilien noch so sehr übereinstimmen, behandelt er sie doch als gesonderte Arten; so stellt er (p. 125) eine *P. Violae* auf *Viola tricolor* auf, und zwar ohne Diagnose, einzig mit der Bemerkung: «Omnibus notis cum Peronospora effusa var. majori convenit.» Warum dennoch eine besondere Art? Eben weil die *P. Violae* auf *Viola* c e e n parasitiert, die *P. effusa* auf *Chenopodiaceen*.

Solange nun innerhalb einer solchen phanerogamisch umgrenzten Peronosporaart die Oosporen sich gleich blieben, verzichtete D e B a r y im allgemeinen auf eine weitere Aufspaltung, auch wenn noch so gewichtige Momente dafür gesprochen hätten. Immerhin liess er sich in dieser Beziehung von mehr konventionellen Gesichtspunkten leiten und es fällt deshalb nicht schwer, innerhalb seines Werkes allerhand Inkonsequenzen zu finden. Es seien an dieser Stelle nur drei Beispiele angeführt.

Auf Seite 114 legt D e B a r y dar, wie die Conidienträger der *P. Alsinearum* auf den verschiedenen Wirtsgattungen kleine Unterschiede in der Verzweigung usw. aufwiesen und wie auch die Conidien ungleich gross seien, nämlich auf *Stellaria* und auf *Arenaria* $\frac{1}{45}$ — $\frac{1}{34}$ mm lang, auf *Scleranthus* $\frac{1}{56}$ — $\frac{1}{50}$ mm und auf *Cerastium* $\frac{1}{65}$ — $\frac{1}{60}$ mm. Er lässt es aber bei dieser Feststellung bewenden.

Schon weiter geht er bei der *P. calotheca* auf Rubiaceen. Hier hat er zwar weder hinsichtlich der Oosporen noch der Conidienträger irgendwelche Unterschiede wahrnehmen können; dagegen hat er beobachtet, wie die Grösse der Conidien von Wirtsart zu Wirtsart schwankt, indem sie bei der Form auf *Asperula odorata* $\frac{1}{65}$ — $\frac{1}{45}$ mm für die Länge und $\frac{1}{82}$ — $\frac{1}{50}$ mm für die Breite betrage, bei derjenigen auf *Sherardia arvensis* $\frac{1}{56}$ — $\frac{1}{45}$ mm für die Länge und $\frac{1}{75}$ mm für die Breite, auf *Galium Aparine* $\frac{1}{37}$ — $\frac{1}{34}$ mm zu $\frac{1}{51}$ — $\frac{1}{45}$ mm, auf *Galium Mollugo* $\frac{1}{37}$ zu $\frac{1}{70}$ — $\frac{1}{65}$ mm und auf *Galium Vaillantii* $\frac{1}{30}$ zu $\frac{1}{90}$ mm. Obgleich nun der Unterschied z. B. zwischen den Formen auf *Galium Aparine* und auf *Gal. Mollugo* keineswegs grösser ist als zwischen denjenigen auf *Stellaria* und auf *Cerastium*, scheidet D e B a r y sie doch in besondere Varietäten, ausser acht lassend, dass bei der *P. Alsinearum*

eine solche Aufspaltung noch besser begründet gewesen wäre, indem dort selbst die Conidienträger kleine Unterschiede aufwiesen, die wie die Conidienabweichungen parallel den Wirtsgattungen gingen, währenddem sie bei der *P. calotheca* nur parallel den Wirtsarten verliefen.

Noch weiter geht De Bary bei der Peronospora auf Euphorbiaceen. Hier hatte Fuckel (F. rhen. 40) eine *P. Euphorbiae* auf *Euphorbia platyphylla* beschrieben. Nun erkannte aber De Bary, dass eine von ihm auf *Euph. Cyparissias* gefundene Form hinsichtlich der Gabelung der Conidienträger und der Dimension der Conidien von ihr abwichen. Also trennt er sie (p. 124) als besondere Art ab und nennt sie *P. Cyparissiae* De By. So richtig dieses Vorgehen nach dem heutigen Speziesbegriff ist, so wenig steht es im Einklang mit der Toleranz gegenüber der *P. Alsinearum* und der *P. calotheca*.

Auf diesem Standpunkt ist nun aber die gesamte Peronosporasystematik während eines reichlichen Menschenalters stehen geblieben; sowohl Berlese als Alfr. Fischer als Jaczewsky haben diese Inkonssequenzen gekannt; aber sie liessen es mit der Zitierung De Barys bewenden und suchten höchstens da und dort durch Abspaltungen die auffälligsten Inkonssequenzen zu beseitigen. Aus diesem Grunde bringt die vorliegende Arbeit nicht in erster Linie neue Gesichtspunkte, sie wendet allein unsere bisherigen Erkenntnisse konsequenter an.

Die zur Speziesumgrenzung in Betracht fallenden Merkmale zerfallen in zwei Gruppen, in morphologische und in physiologisch-biologische.

Hinsichtlich der morphologischen Merkmale stehen uns drei Kriterien zur Verfügung, nämlich die Oosporen, die Conidienträger und die Conidien, wobei wir gewöhnt sind, in den Oosporen die fundamentalen Unterschiede zu suchen, dagegen die Conidienträger und erst noch die Conidien als Merkmale zweiter und dritter Ordnung zu verwenden.

Ueber das Wesen und die Konstanz der Oosporenmerkmale sind die Meinungen im allgemeinen ungeteilt, so dass wir uns auf den Tatbestand stützen können, den z. B. Alfred Fischer angibt. Immerhin möchte ich hervorheben, dass nach den Untersuchungen Berleses (1898 b) die Verhältnisse doch beträchtlich komplizierter zu liegen scheinen, wengleich diese mehr entwicklungsgeschichtlichen Diskussionen auf die prinzipielle Seite der hier zu behandelnden Frage keinen wesentlichen Einfluss haben werden.

Diese hier zu behandelnde Frage ist nämlich die, ob, analog den Salmonschen Speziesgruppen bei den Erysiphaceen, unsere

Oosporengruppen als Arten oder Sammelarten dienen können. Wir würden dann z. B. als Arten oder Sammelarten unterscheiden können eine *P. reticulata*, eine *P. verrucosa*, eine *P. effusiformis* usw. Mit dieser formellen Nomenklaturänderung wäre aber nichts gewonnen: wir hätten einzig die strittige Frage um eine Stufe weiter hinausgeschoben. Gleich wie die Salmonschen Speziesgruppen noch immer der endgültigen Aufspaltung harren (cf. z. B. Steiner, 1908, Griffonet Maublanc, 1912), so kämen auch wir bei den Unterarten oder Varietäten, oder wie man sie dann nennen müsste, um den Kern der Frage doch nicht herum; denn wir erhielten eine so grosse Menge von Subspezies, dass mit dieser Modernisierung nichts erreicht wäre; überhaupt sind bei rund einem Drittel der Peronosporaarten die Oosporen noch gar nicht bekannt. Zudem will es mir scheinen, dass diese Möglichkeit auch sonst kaum ernsthaft in Betracht fallen könnte; denn man wird, mutatis mutandis, bei den Rosaceen auch nicht die Prunoideen als Art oder Artgruppe bezeichnen wollen und dann für den Rest die Stufenleiter der Varietäten usw. benützen.

Kaum eine glücklichere Lösung würden wir finden bei der Verwendung der Conidienträger zur Speziesunterscheidung. Es genügt hier, auf das in dieser Arbeit gebotene Figurenmaterial hinzuweisen, um zu erkennen, dass innerhalb dieser Mannigfaltigkeit und doch wiederum grossen Aehnlichkeit, eine einigermaßen brauchbare Klassifikation nicht erreicht werden kann. Freilich gibt es eine Anzahl von Formen, die, für sich allein oder untereinander betrachtet, die eine gegen die andere scharf abgegrenzt erscheinen. Abgesehen jedoch von der Schwierigkeit, diese Formen auch wirklich zu definieren, müssten unsere Bemühungen an dem Umstande scheitern, dass diese distinkten Formen viel zu wenig zahlreich sind und dass sie andererseits wohl untereinander, aber nicht nach rückwärts gegen die Masse der weniger distinkten oder sogar vulgären Formen abgegrenzt werden können, eine Erkenntnis, die schon früher bei den Cruciferen bewohnenden Peronosporaformen an Hand eingehend besprochener Beispiele gewonnen wurde (1918, p. 99 sqq.).

So bleiben uns denn einzig die Conidien übrig. Ich habe schon in der soeben zitierten Arbeit über die *P. parasitica* einen grossen Raum auf ihre Diskussion verwendet, möchte aber hier dennoch auf sie zurückkommen, da einige Versuchsreihen betreffend die Fehlerquellen haben ausgeführt werden können.

Bei den Untersuchungen wurden also jeweilen die abgekratzten Conidien in Milchsäure aufgeköcht und dann mit einem Leitzschen Stufenmikrometer in Länge und Breite gemessen. Um möglichst eindeutige Resultate zu erlangen, führte ich ursprünglich für beide

Dimensionen je 1000 Messungen aus, trug die erhaltenen Werte auf Millimeterpapier ab und bekam derart Variationskurven. Es zeigte sich nun aber, dass die Ausführung von 1000 Messungen mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden war. Vor allem verlangten die selteneren Exsiccaten sorgfältige Schonung und es ergab sich deshalb zu wiederholten Malen die Notwendigkeit, vom Arbeitsprinzip abzuweichen. Im fernern war auch der durch 1000 Messungen bedingte Zeitaufwand überaus gross und so wurde denn die Zahl der Messungen bald auf je 500 reduziert. Unter diesen Betrag wird man bei der Gattung *Peronospora* wohl kaum gehen dürfen, wenn die Messungen überhaupt einen Sinn haben sollen.

Bei derartigen Untersuchungen sind nun aber allerlei Fehler zu gewärtigen, die zurückgehen auf Mängel der Methode und auf Mängel des Materials.

Bei den Methodenfehlern fällt vor allem ungenaues Ablesen in Betracht, indem sich die Grössenstufe, die ich z. B. schlechthin als 14 bezeichne, schätzungsweise von 13,5—14,5 μ erstreckt. Da sich aber diese Fehler regelmässig wiederholen, so werden sie weder auf die absolute Genauigkeit der Mittelwerte noch auf ihre relative Richtigkeit in der Vergleichung mit andern derartigen Werten einen zu grossen Einfluss ausüben. Dagegen ist die Erscheinung wichtiger, dass bei reichlicher Anwesenheit von Milchsäure die Längsachse des Conidienellipsoides oft mehr oder weniger parallel dem Sehstrahl zu liegen kommt, sich also im extremen Fall dem Auge ganz verkürzt als Kreis darbietet. Wenn die Ansatzstelle des Conidienträgers noch erkennbar ist, wie bei der Form auf *Chenopodium album* (Fig. 116) oder derjenigen auf *Cannabis sativa* (Fig. 37), oder bei länglich-ovalen Formen wie bei derjenigen auf *Mentha arvensis* (Fig. 69), lassen sich derartige Fehler leicht vermeiden. Bei zahlreichen kleinen Formen aber, die ohnehin nur wenig von der Kugelgestalt abweichen, z. B. derjenigen auf *Draba* (Fig. 134) und auf *Erophila* (Fig. 134), spielen diese Irrtümer schon eine grössere Rolle. Die Mittelwerte der Längen können deshalb füglich als zu klein gelten; dennoch sind sie praktisch brauchbar, indem man annehmen darf, dass sich dieselbe Fehlerquelle bei den für die spezielle Vergleichung in Betracht fallenden Formen in gleicher Weise geltend macht.

Noch wichtiger aber als diese Methodenfehler sind unter Umständen die Fehler, die auf die Beschaffenheit des Materials zurückgehen. In meiner Arbeit über die *P. parasitica* habe ich vor allem die Gefahr der zu grossen Jugendlichkeit hervorgehoben und daher

die Kurven mit einer gewissen Willkür modifiziert, indem ich die unreif scheinenden Conidien im allgemeinen von der Messung ausschloss. Immerhin liegt in diesem Verfahren eine gewisse Einseitigkeit und es handelte sich also vorderhand darum, einmal zahlenmässig festzustellen, wie gross überhaupt der Einfluss dieser verschiedenen Fehlerquellen, vor allem des ungleichen Reifegrades des Materials und fernerhin der Standortmodifikationen, sein kann, wobei es eine Frage für sich sein wird, ob diese Fehlerquellen nicht zum Teil umgangen werden können.

Um den Einfluss der allzugrossen Jugendlichkeit zu studieren, wurde folgender Versuch eingeleitet. Ein Topf mit zahlreichen jungen Keimpflanzen von *Brassica oleracea* wurde mit *P. Brassicae* infiziert. Nach Ablauf der gewohnten Inkubationsfrist zeigten sich auf der Unterseite der Cotyledonen in reichlicher Masse die grauen Rasen. Diese pinselte ich am gleichen Abend ab und überliess die Cotyledonen im übrigen sich selbst. Am andern Morgen hatten sich neue Rasen gebildet. Es wurde nun eine erste Probe entnommen, d. h. eine Anzahl Cotyledonen wurde rasch zwischen warmem Filtrierpapier getrocknet. Eine zweite Probe entnahm ich am darauffolgenden Abend und eine dritte am wieder darauffolgenden Abend. Die zweite Probe wurde wiederum rasch getrocknet, die Cotyledonen der dritten Probe aber in einer Petrischale über Nacht liegen gelassen, so dass die Conidienträger und Conidien, die nachträglich hervorgesprosst waren, ausreifen konnten. Von jeder der drei Proben wurden nun 300 Messungen ausgeführt. Ich beschränkte mich auf eine so geringe Anzahl, da ja der Versuch mehr orientierenden Charakter besass. Das Ergebnis war das folgende:

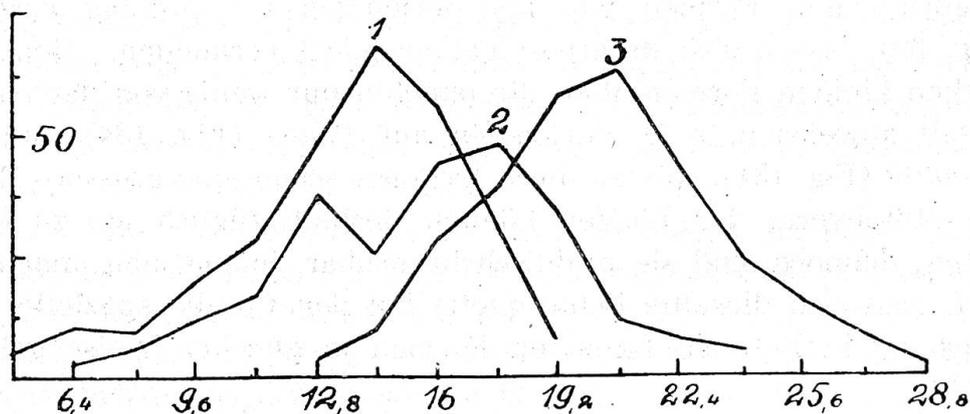


Fig. 1.

- Kurve 1: Längenkurve der Conidien aus Probe 1.
- Kurve 2: Längenkurve der Conidien aus Probe 2.
- Kurve 3: Längenkurve der Conidien aus Probe 3.

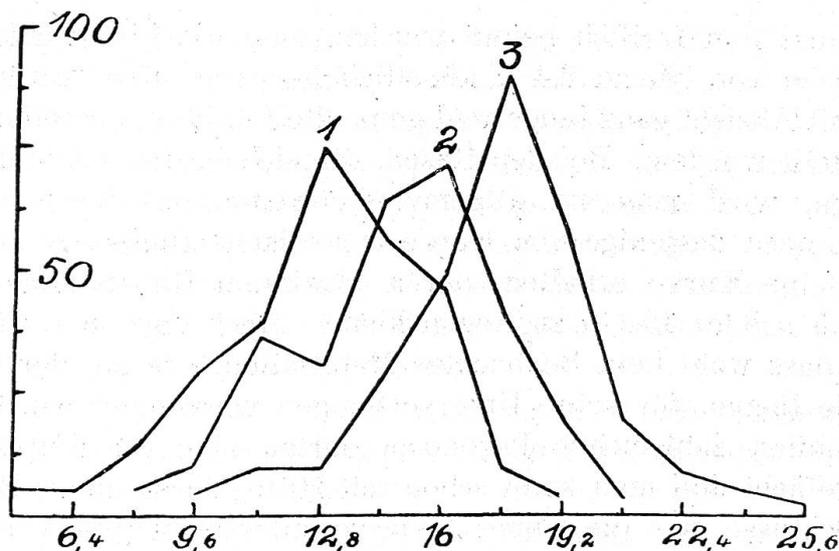


Fig. 2.

Kurve 1: Breitenkurve der Conidien aus Probe 1.

Kurve 2: Breitenkurve der Conidien aus Probe 2.

Kurve 3: Breitenkurve der Conidien aus Probe 3.

Die Proben 1 und 3 ergaben einwandfrei binomiale Kurven (Fig. 1 und 2), was besonders hinsichtlich der Kurve 1 von neuem zeigt, wie wenig das Merkmal der Eingipfligkeit über den objektiven Wert des untersuchten Materials Auskunft zu geben vermag. Die Probe 2 besitzt dagegen, besonders in ihrer Längenkurve, ein deutliches zweites Maximum über $12,8 \mu$.

In sachlicher Beziehung fällt auf, dass den drei Proben auch wirklich drei voneinander total verschiedene Kurvenpaare entsprechen, wobei für die Längenkurve das Maximum der Kurve 1 nicht weniger als $6,4 \mu$ von demjenigen der Kurve 3 entfernt liegt. Noch übersichtlicher kommen diese Verhältnisse in der nachfolgenden Mittelwertstabelle zum Ausdruck.

	Mittelwert der Länge in μ	Mittelwert der Breite in μ	Mittlere Länge dividiert durch mittlere Breite
Conidien aus Probe 1	14,0	12,7	1,10
Conidien aus Probe 2	15,9	15,2	1,05
Conidien aus Probe 3	20,2	17,3	1,17

Würde man also einzig auf diese Mittelwerte und die durch sie repräsentierten Variationskurven abstellen, so würde, mit Ausschluss von Kurve 2, die wegen ihrer Zweigipfligkeit kaum Anerkennung fände, jeder Beobachter die Formen 1 und 3 als voneinander völlig verschiedene Arten halten, ein Ergebnis, das wie kein anderes die Gefahr vor Augen führt, wie sehr allein schon die zu grosse Jugendlichkeit des untersuchten Conidienmaterials zu Irrtümern Anlass geben kann.

Es muss nun freilich betont werden, dass die hier vorliegenden Differenzen von bis zu $6,4 \mu$ künstlich hervorgerufen worden sind, indem mit Absicht ganz junge und ganz alte Conidien einander gegenübergestellt wurden. Bei den Rasen, die sich in der Natur draussen vorfinden, wird man im allgemeinen weder das Verhalten von Kurve 1 noch dasjenige von Kurve 3 realisiert finden, sondern wir werden eine Kurve erhalten, deren Maximum für die Länge etwa über $17,6 \mu$ oder $19,2 \mu$ zu liegen käme. Auch darf man nicht vergessen, dass wohl kein Beobachter Materialien, wie sie der Kurve 1 zugrunde liegen, für seine Untersuchungen verwenden würde; denn die Conidien zahlreicher Peronosporaarten sind im Reifezustande braun gefärbt und man kann schon mit Hilfe dieses einen Merkmals irrige Schlüsse, wie die Kurve 1 sie veranlassen würde, verhindern. Aber auch bei jenen Formen, die eine solche Färbung nicht aufweisen, lassen sich doch allzu junge Conidien von normal gereiften bis zu einem gewissen Grade unterscheiden. Denn bei jungen Materialien hängen die Conidien oft noch an den Trägern oder liegen in den Präparaten massig zusammengeballt beieinander, besitzen ferner eine dünnere Membran, andere Lichtbrechungsverhältnisse usw., so dass man sich auch hier vor allzu groben Irrtümern wird bewahren können. Immerhin ergibt sich aus diesem Versuch, dass man für den Fall, dass sich auf zwei verschiedenen Wirtspflanzen oder Wirtsarten zwei voneinander hauptsächlich in ihren absoluten Grössenverhältnissen, aber weniger in ihren Rundungsquotienten («mittlere Länge dividiert durch mittlere Breite»), abweichende Conidienformen finden, hier den Entscheid jedenfalls besser nicht allein auf morphologischem Wege zu erreichen sucht, sondern das Ergebnis der Infektionsversuche abwartet.

Neben dieser zu grossen Jugendlichkeit des Conidienmaterials, auf die ich also in meiner Arbeit über die *P. parasitica* aus mehr subjektiven Gründen ein Hauptgewicht legte, ist aber auch der Einfluss des Milieus, z. B. der Feuchtigkeit, der Wärme usw., auf die Sporengrösse in Berücksichtigung zu ziehen. Die einfachste Versuchsmethodik würde sich dann ergeben, wenn die Peronosporaarten saprophytisch gezogen werden könnten. Da dies aber zurzeit noch nicht gelungen ist, wurde der Versuch folgendermassen angeordnet; dabei möchte ich ausser Diskussion lassen, inwiefern das Milieu den Pilz direkt beeinflusst habe oder indirekt durch die Einwirkung durch die Wirtspflanze, oder bis zu welchem Grade beide Faktoren, einander verstärkend, zusammenwirkten.

Ich zog auf Cotyledonen von *Raphanus sativus* mehrere Generationen der *P. Brassicae*, die ich ebenfalls auf *Raphanus sativus* in

der Umgebung von Biel gefunden hatte. Unterdessen war eine grössere Anzahl von möglichst sauber gehaltenen Radieschen mit jungen Knollen bereitgestellt worden. Jedes dieser Radieschen wurde nun in einen besondern Topf gepflanzt, im ganzen 35 Töpfe. Bei allen schnitt ich die Laubblätter ab, und zwar in der Weise, dass auch die Knollen ziemlich stark angeschnitten waren. Darauf wurden die Schnittflächen mit den Conidien der *P. Brassicae* infiziert.

Aus den 35 infizierten Töpfen wurden folgende fünf Versuchsreihen zu je sieben Töpfen gebildet.

Versuchsreihe 1 wurde in normaler Weise in einem schattigen Raum aufbewahrt, wobei die Glasglocken tagsüber etwa alle zwei Stunden gelüftet wurden.

Versuchsreihe 2 wurde der Julisonne ausgesetzt, freilich zur Verhinderung eines direkten Verbrennens mit einer Zeitung bedeckt. Auch diese Kulturen wurden tagsüber in Intervallen von etwa zwei Stunden gelüftet, um womöglich nur die Wärme wirken zu lassen.

Versuchsreihe 3 wurde ebenfalls der Julisonne ausgesetzt, doch stellte ich zur Erzeugung einer möglichst feuchten Luft jeden Topf in einen mit Wasser angefüllten Teller und stülpte eine mit Filtrierpapier ausgekleidete Glasglocke darüber.

Versuchsreihe 4 wurde in der Nähe eines Kellerfensters bei einer mittleren Temperatur von 13 Grad gehalten und ebenfalls etwa alle zwei Stunden gelüftet.

Versuchsreihe 5 endlich entspricht der Reihe 1, nur wurde, analog der Reihe 3, durch Aufbewahren in einem mit Wasser gefüllten Teller und durch Ueberstülpen mit einer zweiten, mit Filtrierpapier ausgekleideten Glasglocke eine möglichst feuchte Atmosphäre zu erzeugen versucht.

Nach neun Tagen hatten sich auf der Mehrzahl der Radieschenknollen hinlänglich reichliche Peronosporarasen entwickelt. Diese wurden vermittelt einer umgebogenen Präpariernadel abgekratzt und in Milchsäure gebracht. Die darauffolgende Untersuchung ergab für je 300 Messungen folgende Mittelwertszahlen. (Da bei Reihe 4 nur drei und bei den andern Reihen nur vier oder fünf Infektionen gelungen waren, so sind in der nachstehenden Tabelle überall nur je drei Reinkulturen berücksichtigt.)

Versuchsreihe 1	Mittelwert der Länge in μ	Mittelwert der Breite in μ	Rundungsquotient
Kultur a	20,6	18,3	1,13
Kultur b	20,9	18,4	1,14
Kultur c	19,7	17,9	1,10
Mittel	20,4	18,2	1,12

	Mittelwert der Länge in μ	Mittelwert der Breite in μ	Rundungs- quotient
<i>Versuchsreihe 2</i>			
Kultur a	21,3	18,9	1,13
Kultur b	20,9	17,9	1,17
Kultur c	22,1	19,6	1,13
Mittel	21,4	18,8	1,14
<i>Versuchsreihe 3</i>			
Kultur a	23,4	21,2	1,10
Kultur b	21,9	19,8	1,11
Kultur c	23,1	20,9	1,11
Mittel	22,8	20,6	1,11
<i>Versuchsreihe 4</i>			
Kultur a	19,8	18,1	1,09
Kultur b	18,7	17,9	1,04
Kultur c	18,8	18,0	1,04
Mittel	19,1	18,0	1,06
<i>Versuchsreihe 5</i>			
Kultur a	19,9	18,2	1,09
Kultur b	20,2	18,3	1,10
Kultur c	20,0	18,3	1,09
Mittel	20,0	18,3	1,09

Als hauptsächlichste Fehlerquelle ist bei diesen Werten wiederum der Umstand zu berücksichtigen, dass eventuell nicht alle Conidien ausgereift waren. Da nun aber grundsätzlich alle offensichtlich unreifen Exemplare übergegangen wurden und man zudem annehmen darf, dass diese Fehlerquelle bei den fünf Versuchsreihen ungefähr in gleicher Weise sich geltend macht, so wird durch diese Verkleinerung der Mittelwerte ihre relative Vergleichbarkeit untereinander kaum beeinträchtigt.

Der vorliegende Versuchskomplex ergibt also, dass unter dem Einfluss von ungleichen Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen die Conidien der *P. Brassicae* im Mittel von 19,1/18,0 μ in Reihe 4 zu 22,8/20,6 μ in Reihe 3 schwanken können oder, absolut genommen, von 18,7/17,9 μ in Kultur 4 b zu 23,4/21,2 μ in Kultur 3 a. Diese Extreme liegen nun wirklich ganz ausserordentlich weit auseinander, beträgt doch ihre Differenz für die Länge nicht weniger als 4,7 μ , d. i. mehr als $\frac{1}{5}$ des mittleren Wertes der Conidienlänge, und für die Breite 3,3 μ , d. i. etwas mehr als $\frac{1}{6}$ des mittleren Wertes der Conidienbreite, also fast so grosse Beträge als wir sie für den Einfluss der allzugrossen Jugendlichkeit erhalten haben (6,2 μ für die Länge, 4,6 μ für die Breite).

Wäre es also praktisch möglich, dass der Einfluss der allzugrossen Jugendlichkeit des Conidienmaterials mit extremen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen sich verkoppeln liessen, ohne dass der Beobachter dagegen hinreichend wirkungsvolle Mass-

nahmen ergreifen könnte, so betrüge die Fehlergrenze maximal $\pm 10,9 \mu$ (d. i. $\frac{1}{2}$ der Normalgrösse einer Peronosporaconidie) für den Mittelwert der Länge und $\pm 7,9 \mu$ für den Mittelwert der Breite. Mit solchen Fehlerschwankungen könnten wir unsere Arbeit bleiben lassen; denn wir kämen zu einem Chaos von einander berührenden Mittelwertspaaren, von denen jedes innerhalb der Fehlergrenze des nächstfolgenden läge und daher nichts zu beweisen vermöchte.

Doch sind auch hier die Verhältnisse bei der praktischen Untersuchung nicht so schlimm als diese Experimente, die ja eine Verbindung von maximalen und praktisch nicht in dieser Weise vorkommenden oder sonstwie vermeidbaren Fehlerquellen darstellen, es glauben machen möchten. Denn einmal können wir von den extremen Fehlern, die gemäss den frühern Versuchen für die allzugrosse Jugendlichkeit in Rechnung gestellt wurden, nämlich $6,2 \mu$ für die Länge und $4,6 \mu$ für die Breite, ohne Bedenken 5μ für die Länge und 4μ für die Breite abziehen, indem, wie früher betont wurde, bei dieser Fehlerquelle hinlängliche Vorkehrungen zur Selbstsicherung getroffen werden können.

Zum andern werden auch die fehlerhaften Ergebnisse, die durch die Milieueinflüsse bedingt sind, kaum solche Beträge erreichen wie unsere Versuche sie ergeben haben ($4,7 \mu$ für die Länge, $3,3 \mu$ für die Breite); denn die *P. Brassicae* wird in der Natur draussen nie in den Fall kommen, unter doppelter, mit Filtrierpapier ausgekleideter Glasglocke in der schwülen Hitze der Julisonne und in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft Conidien zu bilden (Versuchsreihe 3) und ebenso wird sie höchstens an nebligen Frühlings- oder Herbsttagen Bedingungen antreffen, wie sie durch die Versuchsreihe 4 dargeboten wurden. Schalten wir aber Versuchsreihe 3 und 4 aus der Diskussion aus, so bleibt ein mittlerer Fehler von $\pm 1,4 \mu$ für die Länge und $\pm 0,5 \mu$ für die Breite übrig, oder ein absoluter Fehler von $\pm 2,4 \mu$ für die Länge und $\pm 1,7 \mu$ für die Breite.

Diese Beträge von $1,4$ resp. $2,4 \mu$ für die Länge und $0,5$ resp. $1,7 \mu$ für die Breite sind nun aber ungleich bedenklicher als die nach der obenstehenden Reduktion übrigbleibenden Ziffern für die Jugendlichkeitsfehler von $1,2 \mu$ für die Länge und $0,6 \mu$ für die Breite; denn es gibt praktisch kein Kriterium, das uns instand setzen würde, zu entscheiden, ob ein bestimmtes Exsiccacat unter starker oder unter schwacher Isolation und bei grosser oder bei kleiner relativer Feuchtigkeit gelebt habe, und auch die Conidien werden wohl in beiden Fällen gleich braun oder gleich blass sein.

Hier liegt also die grösste Irrtumsmöglichkeit, die bei den nachstehenden Untersuchungen wird zu berücksichtigen sein, wenngleich

auch hier die Betrachtung der Mittelwertspaare ein gewisses, wenn auch bedingtes Kriterium abgibt. Mögen nämlich die absoluten Grössenverhältnisse der Conidien noch so sehr schwanken, ihr Rundungsquotient bleibt sich ungefähr gleich; denn die Tabelle auf Seite 13 gibt als maximale Schwankung der Rundungsquotienten 0,13, oder, unter Ausschluss der Reihen 3 und 4, 0,08; d. h., was eigentlich eo ipso gegeben ist, kugelige Conidien können sich trotz noch so grosser Hitze und Feuchtigkeit nicht in ellipsoidische verwandeln und umgekehrt. Immerhin mahnt die nunmehr gewonnene Erkenntnis vom Einfluss des Milieus auf die Conidiengrösse zu grosser Vorsicht, und man wird diese Fehlerquelle am besten vermeiden können, wenn man seine Untersuchung an einer möglichst grossen Anzahl von Exsiccata kontrolliert. Dies ist denn in den nachfolgenden Kapiteln auch stets, soweit möglich, geschehen. Wenn aber dennoch im allgemeinen nur ein einziges Exsiccata zitiert wird, so geschieht das in dem Sinne, dass an diesem Exsiccata die Messungen ausgeführt wurden; alle andern Kontrollexemplare bei jedem der 500 oder mehr von mir untersuchten Peronosporawirte besonders zu spezifizieren, erschien eine bei den heutigen Druckverhältnissen nicht zu rechtfertigende Raumverschwendung.

Nachdem wir nun gesehen haben, welche missliche Einflüsse die allzu grosse Jugendlichkeit der Conidien und die verschiedenartigen Milieubedingungen, unter welchen die Wirtspflanzen gedeihen sind, auf die Ergebnisse der morphologischen Untersuchungen haben können oder könnten, ist es nicht unangebracht, zur praktischen Rechtfertigung der von mir befolgten Methoden einen Versuchskomplex zu besprechen, den ich ursprünglich mehr zu meiner persönlichen Orientierung vorbereitet hatte. Es handelte sich nämlich darum, die *P. Arabidis hirsutae* und die *P. Arabidis Turritae* ähnlichen extremen Bedingungen zu unterwerfen, wie sie für die Peronospora auf *Raphanus sativus* soeben beschrieben worden sind, um festzustellen, ob wenigstens durch extreme Laboratoriumsbedingungen eine Verwechslung der beiden Formen verursacht werden könnte.

Zu diesem Zwecke bepflanzte ich je fünfzig Töpfe mit je einer Keimpflanze von *Arabis hirsuta* und von *Arabis Turrita*, also beide nebeneinander in demselben Topf. Gleich wie in den Versuchsreihen auf Seite 13 wurden die Kotyledonen mit Conidien der betreffenden Peronosporaart infiziert.

Aus den fünfzig Töpfen wurden wieder fünf Versuchsreihen, diesmal zu je zehn Töpfen, gebildet und diese den gleichen Bedingungen unterworfen wie die fünf Reihen auf Seite 13, also Reihe 1 in

einem schattigen Raume, Reihe 2 in heisstrockener, Reihe 3 in heissfeuchter, Reihe 4 in kühlrockener und Reihe 5 in kaltfeuchter Atmosphäre.

Die Versuche gelangen nur sehr ungleich, indem z. B. in Reihe 3 alle Keimlinge zugrunde gingen. Ich musste daher diese Reihe wiederholen und die Wärme der Julisonne durch dickern Papierschutzes etwas abdämpfen. Immerhin standen schliesslich von jeder Versuchsreihe mindestens fünf Töpfe zur Verfügung, auf denen sowohl die *P. Arabidis hirsutae* auf dem Keimling von *Arabis hirsuta*, als die *P. Arabidis Turritae* auf dem Keimling von *Arabis Turrita* hinlänglich reichliche Conidienträgerrasen gebildet hatten. Diese Rasen wurden alle zur gleichen Zeit abgekratzt und in Milchsäure gebracht, in welcher dann, unter Ausschluss der allzu jungen Conidien, je 300 Exemplare gemessen wurden. Die Resultate sind in der untenstehenden Tabelle zusammengestellt, wobei zu beachten ist, dass die auf der gleichen Zeile stehenden Mittelwerte von Material aus dem gleichen Topf stammen, also von Peronosporarassen, die unter genau den gleichen Bedingungen aufgewachsen sind.

	<i>Arabis hirsuta</i>			<i>Arabis Turrita</i>		
	Mittelw. d. Länge in μ	Mittelw. d. Breite in μ	Mittl. Länge div. d. mittl. Breite	Mittelw. d. Länge in μ	Mittelw. d. Breite in μ	Mittl. Länge div. d. mittl. Breite
<i>Versuchsreihe 1</i>						
Kultur a	16,0	13,9	1,14	19,2	17,2	1,12
Kultur b	16,4	14,1	1,16	19,2	17,1	1,12
Kultur c	16,2	14,1	1,15	19,6	17,4	1,13
Kultur d	15,7	13,8	1,14	19,0	17,1	1,11
Kultur e	15,6	13,7	1,14	19,5	17,3	1,13
Mittel	16,0	13,9	1,15	19,3	17,2	1,12
<i>Versuchsreihe 2</i>						
Kultur a	16,2	13,9	1,17	19,1	17,3	1,10
Kultur b	16,0	13,7	1,17	19,4	17,4	1,12
Kultur c	15,8	13,7	1,15	19,3	17,5	1,10
Kultur d	15,9	13,6	1,17	19,3	17,3	1,12
Kultur e	16,0	13,8	1,16	19,6	17,5	1,12
Mittel	16,0	13,7	1,16	19,3	17,4	1,11
<i>Versuchsreihe 3</i>						
Kultur a	17,3	14,1	1,23	21,2	18,6	1,14
Kultur b	18,2	14,4	1,26	23,4	19,0	1,23
Kultur c	18,0	14,3	1,26	22,7	18,8	1,21
Kultur d	17,5	14,1	1,24	21,3	17,9	1,19
Kultur e	17,9	14,2	1,26	20,4	18,0	1,13
Mittel	17,8	14,2	1,25	21,8	18,5	1,18
<i>Versuchsreihe 4</i>						
Kultur a	16,2	13,8	1,17	18,8	17,1	1,10
Kultur b	16,1	13,7	1,18	18,6	16,8	1,11

	<i>Arabidopsis hirsuta</i>			<i>Arabidopsis Turrillii</i>		
	Mittelw. d. Länge in μ	Mittelw. d. Breite in μ	Mittl. Länge div. d. mittl. Breite	Mittelw. d. Länge in μ	Mittelw. d. Breite in μ	Mittl. Länge div. d. mittl. Breite
Kultur c	15,7	13,7	1,15	19,2	17,3	1,11
Kultur d	16,0	13,9	1,15	19,0	17,2	1,10
Kultur e	15,9	13,9	1,14	18,9	17,2	1,10
Mittel	16,0	13,8	1,16	18,9	17,1	1,10
<i>Versuchsreihe 5</i>						
Kultur a	16,3	14,0	1,16	19,3	17,5	1,10
Kultur b	16,0	13,9	1,15	19,0	17,2	1,10
Kultur c	15,8	13,8	1,14	19,2	17,3	1,11
Kultur d	15,9	14,0	1,14	18,7	17,1	1,09
Kultur e	16,1	14,1	1,14	18,9	17,2	1,10
Mittel	16,0	14,0	1,14	19,0	17,3	1,10

Bevor ich aus diesen Ergebnissen einzelne Punkte heraushebe, möchte ich betonen, dass meines Erachtens die hier mitgeteilten Resultate eigentlich nur eine Bedeutung besitzen für das hier speziell in Frage stehende Diskussionsthema und dass sie höchstens als Andeutung dafür aufzufassen sind, wie stark die Pilze mit ihrer Sporengrösse auf die Milieueinflüsse zu reagieren vermögen. Wollte man diesen letztern Punkt studieren, so wäre es notwendig gewesen, die Keimlinge schon von der frühesten Jugend an unter den Bedingungen zu ziehen, unter denen sie in den Versuchsreihen Verwendung fanden und ebenso müsste die Peronosporaart in ein und derselben Linie während vieler Generationen unter diesen selben Bedingungen kultiviert werden, bevor man entscheiden könnte, ob es sich bei meinen Resultaten nur um einen Ausschlag oder wirklich um eine tiefergehende Modifikation handelt.

Dies vorausgeschickt, möchte ich die in der obenstehenden Tabelle mitgeteilten Resultate als eine Rechtfertigung der von mir befolgten Methode beanspruchen. Denn es ergibt sich auf der ganzen Linie, dass nirgends bei unter gleichen Bedingungen kultivierten Exemplaren die *P. Arabidopsis hirsutae* in ihren Conidien an die *P. Arabidopsis Turrillii* heranzureichen vermag. Aber auch dann, wenn die *P. Arabidopsis hirsutae* unter feuchtheisser Atmosphäre (Reihe 3) und die *P. Arabidopsis Turrillii* in einem kühlen Raume, der ihrem Vorkommen in der Natur jedenfalls gar nicht entspricht (Reihe 4, resp. 5), kultiviert werden, so vermögen sie doch nicht einander so nahe zu kommen, dass eine Verwechslung der beiden Formen ohne weiteres möglich wäre; denn die Dimensionen der Conidien der *P. Arabidopsis hirsutae* betragen in Reihe 3 im Mittel 17,8/14,2 μ , diejenigen der *P. Arabidopsis Turrillii* in Reihe 4 18,9/17,1 μ oder, in ihren extremen, einander am meisten genäherten Werten 18,2/14,4 μ bei der ersten und 18,6/16,8 μ bei der letzteren (Rundungsquotient 1,26 resp. 1,11).

Selbst wenn also, infolge ganz extremer Laboratoriumsbedingungen, die Conidien der beiden Peronosporaarten einander sehr nahe kommen, so weichen sie doch entweder in ihrer Grösse oder in ihren Rundungsquotienten voneinander in typischer Weise ab.

Das gleiche geht hervor aus der Betrachtung der graphischen Darstellung (Fig. 3 und 4). Dabei geben die Abscissen die Kultur-

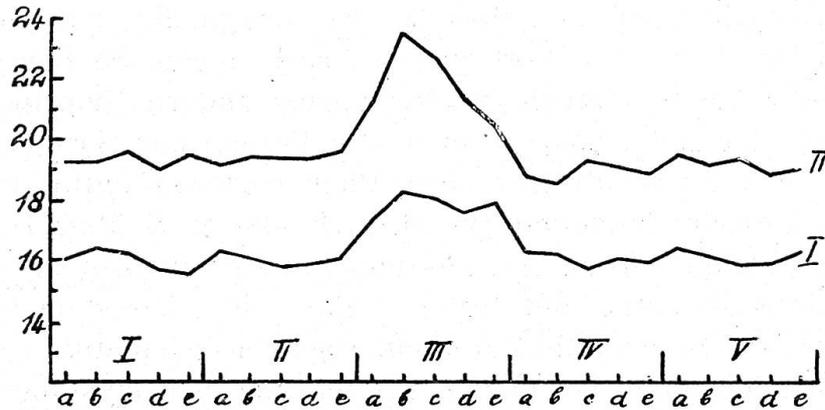


Fig. 3. Erklärung siehe Text auf Seite 17.

nummern an (die römischen Ziffern die Versuchsreihen, die Buchstaben die einzelne Kultur), die Ordinaten die Maßstabsskala in μ . Kurve 1 stellt die Mittelwerte der *P. Arabidis hirsutae* dar; Kurve 2 diejenigen der *P. Arabidis Turritae*. Obgleich sich nun die Längskurven (Fig. 3) im Raume der Ordinaten 18 und 19 beinahe berühren

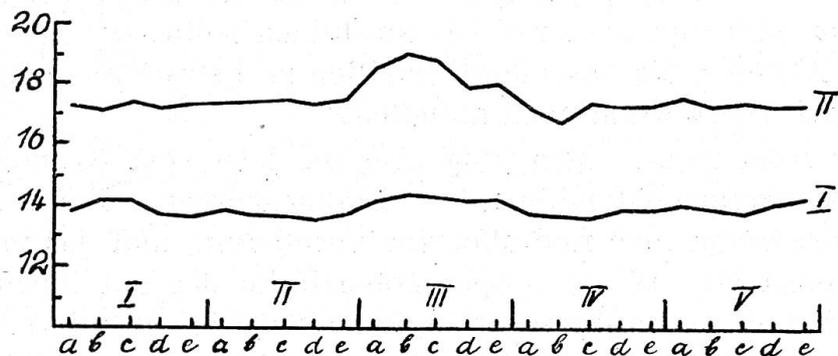


Fig. 4. Erklärung siehe Text auf Seite 17.

(Maximum der Kurve 1 über III b, Minimum der Kurve 2 über IVb), so sind doch die zugehörigen Punkte in Fig. 4 so weit voneinander entfernt, dass eine Verwechslung der beiden Formen wohl kaum möglich wäre.

Es scheint mir demnach gerechtfertigt, an dem Speziesbegriff, den ich meiner Arbeit über die *P. parasitica* und den folgenden zugrunde legte, festzuhalten und alle morphologisch hinlänglich verschiedenen Formen auf verschiedenen Wirtsarten als besondere Arten aufzufassen. Als ultima ratio wird also in diesem Verfahren der Wirt

angerufen, der eine tiefgreifende Auslese trifft, im allgemeinen jegliche Mischung verhindert und deshalb als entscheidendes Merkmal in die Artdiagnose eingeführt werden darf. (E d. F i s c h e r, 1917, p. 4. G ä u m a n n, 1918 a, p. 127.)

Der hier verwendete Speziesbegriff weicht also von dem De B a r y'schen darin ab, dass er nicht mehr auf die Wirtsfamilie, sondern auf die Wirtsart abstellt. Es scheint dies auf den ersten Blick ein Streit um das Wort zu sein; doch liegen die Beweggründe tiefer: sie wurzeln nämlich in einem ganz andern Empfinden über das Wesen der Art. Solange man alle Peronosporaformen auf den verschiedenen Wirtsgattungen einer Phanerogamenfamilie, trotz noch so vieler Verschiedenheiten (vergl. z. B. das p. 6 über De B a r y Gesagte), in eine einzige Art zusammenfasste, ebensolange war die Peronosporasystematik und letzten Endes die Pilzsystematik nichts anderes als ein Spiegelbild der Phanerogamensystematik. Dies sollte aber nach Möglichkeit vermieden werden, um rein mykologische Gesichtspunkte in den Vordergrund zu stellen.

Man hat eingewendet, warum man nun plötzlich die *P. calotheca*, die *P. Myosotidis*, die *P. Alsinearum* usw. in einzelne kleine Arten aufspalten wolle. Aber umgekehrt kann man fragen: was hält denn die *P. calotheca*, die *P. Alsinearum* usw. überhaupt noch zusammen? Doch wohl nichts anderes, als dass die eine auf Rubiaceen wächst, die zweite auf Caryophyllaceen, die dritte auf Borraginaceen usw. Und wenn sich nun die Praxis herausbilden sollte, die Sclerantheen und die Alsineen als besondere Familien zu betrachten: müsste man dann die *P. Alsinearum* auch aufteilen?

Aber noch mehr. Man ging also bis jetzt vom Grundsatz aus: e i n e Phanerogamenfamilie, e i n e Peronosporaart. Bei den Caryophyllaceen trennt man nun aber von vornherein, und das mit Recht, die Sileneen ab, da die Oosporenoberfläche der auf ihnen parasitierenden Peronosporaformen warzig statt netzig skulptiert ist. Nun sollte man doch glauben, der Rest, oder doch wenigstens die Peronosporaformen auf den Alsineen seien einheitlich. Dem ist aber bei weitem nicht so. Da muss man zuerst noch die Peronosporaformen auf *Arenaria* und auf *Moehringia* abgliedern, indem ihre Oosporen mit der Sileneengruppe übereinstimmen. Dann zweitens muss man die *P. obovata* auf *Spergula arvensis* abtrennen, indem sie ihres Epispors wegen zu den Leiothecae gehört (die Form auf *Spergula campestris* stellt man aber allgemein zu der *P. Alsinearum*). Und drittens wurde bis jetzt auch noch die *P.* auf *Herniaria* ausgeschaut, weil sie sich noch anders zu verhalten schien. Was nun noch übrig blieb, d. h. vor allem die Formen, deren Oosporen man noch nicht

kannte und die man deshalb nirgendwo anders unterzubringen wusste, die machten nun endlich die Fundamentalart der *P. Alsinearum* aus. Ist dies aber eine Einheit eines Systems?

Genau das gleiche lässt sich aber in ebenso krassen Beispielen für die Peronosporaformen auf den Papilionaceen nachweisen, dann für diejenigen auf den Papaveraceen, auf den Scrophulariaceen usw. Es ist also unzweifelhaft, dass das Axiom «eine Phanerogamenfamilie, eine Peronosporaart», so sehr ihm auch in manchen Fällen ein richtiges Empfinden zugrunde liegt, doch auf die Dauer selbst einer ganz allgemein gehaltenen Betrachtungsweise nicht standzuhalten vermag.

Treten wir nun aber auf die Einzelheiten ein und suchen innerhalb dieser also schon bereinigten alten Peronosporaarten nach Verschiedenheiten, so geraten wir ins Uferlose; denn diese alten Arten sind einheitlich weder in morphologischer Beziehung, was schon De Bary erkannt hat, noch sind sie es in biologischer Beziehung, was nachzuweisen mir gelungen ist. Bleiben wir bei dem Beispiel der Caryophyllaceen, so brauchen wir nur Fig. 5—12 zu betrachten, um das Haltlose der frühern Anschauungen festzustellen. Warum gehört die Peronosporaform auf *Stellaria Holostea* (Fig. 10, Gruppe 1) und die auf *Cerastium trigynum* (Fig. 12, Gruppe 6) zur gleichen Art? Weil beide auf Alsineen wohnen, also aus biologischen Gründen.

Morphologisch sind sie zwar derart verschieden, dass jeder Laie sie auf den ersten Blick zu unterscheiden vermag. Doch das vermag nichts zu ändern, die Peronosporaformen auf den Alsineen bilden nun einmal a priori die *P. Alsinearum*. Warum trennt man aber die *P. Arenariae* von ihr ab? Diesmal aus morphologischen Gründen, weil sie in der Oosporenstruktur voneinander abweichen. Führen wir aber dieses morphologische Oosporenprinzip weiter und stellen Formen mit gleichen Oosporen nebeneinander, z. B. die Form auf *Honckenia peploides* (Fig. 10, Gruppe 3) neben diejenige auf *Myosotis stricta* (Fig. 88, Gruppe 1), so ist kein Mensch imstande, sie mit Sicherheit auseinander zu halten, wenn er die Wirtspflanzen nicht kennt. Und doch gehören sie zu besonderen Arten, diesmal wieder aus biologischen Gründen, denn die eine wohnt auf Caryophyllaceen, die andere auf Borraginaceen. Ein solcher Speziesbegriff führt naturgemäss ad absurdum.

Es ist somit klar, dass dieser alte Artbegriff der Forderung nach einer Einheit des ganzen Systems nicht Genüge leistet. Zu einer solchen Einheit gelangen wir nur, wenn wir ausgehen von dem

Grundsatz der *biologischen* Einheit, nämlich der Einheitlichkeit in bezug auf die Wirtswahl. In dieser Beziehung werden wir in der Gattung *Peronospora* im allgemeinen den Fall antreffen, dass eine bestimmte Form auch nur eine bestimmte Wirtsart, höchstens aber eine ganze Wirtsgattung, zu befallen vermag. Beispiele von Plurivorie sind bis zur Stunde nicht mit Sicherheit bekannt. Stimmen nun zwei derartige biologische Einheiten auf Vertretern der gleichen Phanerogamenfamilie miteinander morphologisch überein, so bezeichnen wir sie wie gewohnt als *formae speciales*. Sind sie dagegen morphologisch verschieden, so bezeichnen wir sie als Arten und verwenden sie in unserem System als Einheiten.

Nur darf man sich nicht verhehlen und ich hoffe selbst, in einer späteren Arbeit dazu einen Beitrag liefern zu können, dass die betreffende Wirtspflanze weder in morphologischer noch in physiologischer Beziehung eine wünschbar scharfe Selektion durchzuführen imstande ist. Der Pilz wählt nur aus hinsichtlich eines bestimmten, offenbar ernährungsphysiologischen Merkmals, und nichts steht der Annahme entgegen, dass sich z. B. auch innerhalb der *P. Brassicae*, bei fortwährender zielbewusster Züchtung, auf den Kotyledonen von *Brassica oleracea* reine Linien oder Klone finden liessen, die sich analog den Bohnenlinien *Johannsens* (1913) oder den *Beggiatoaceen* *Winogradskys* (1888) oder den *Cladonien* *Baurs* (1914) nur durch geringe morphologische Abweichungen unterscheiden, obgleich sie also hinsichtlich der Wirtswahl, die vorläufig für die Speziesumgrenzung als entscheidend angesehen wird, miteinander übereinstimmen. Umgekehrt bleiben auch die Probleme der *Bridgeing species*, der *Sammelwirte* und ähnliche Komplikationen zu berücksichtigen, obgleich sie vorläufig für die Gattung *Peronospora* noch nicht in Realität nachgewiesen sind.

Zudem braucht wohl auch sonst kaum hervorgehoben zu werden, dass sich bei der praktischen Anwendung neue Schwierigkeiten in den Weg stellen. Wann sind zwei *Peronospora*-formen derart voneinander morphologisch verschieden, dass man sie als richtige Arten und nicht als *formae speciales* bezeichnen muss? Die Beantwortung hängt, wie ich schon früher (1918) ausführte, von der Wahl des Maßstabsintervalls und von der Grösse des mittleren Fehlers ab und kann daher nicht von vornherein für alle Fälle gegeben werden.

Dann aber ist nicht ausser acht zu lassen, dass in der Praxis sehr oft bloss Herbarsystematik getrieben werden muss. Diese geht nun von dem Grundsatz aus, dass zwei morphologisch verschiedene *Peronospora*-formen sich auch biologisch verschieden verhalten, was aber, wie unsere Versuche p. 8 zeigten, nicht immer zutrifft. Seither

hat auch Schweizer (1919) für *Bremia Lactucae* ähnliche Verhältnisse nachgewiesen.

Ueberdies kann man fragen, warum man denn die Formen auf *Honckenya* und auf *Myosotis*, die doch einander so überaus ähnlich sehen, nicht als biologische Formen bezeichnet, sondern als vollwertige Arten. Dies ist ja tatsächlich eine Inkonsequenz und lässt sich nur rechtfertigen aus Gründen der systematischen Stellung der betreffenden Wirtspflanzen. Wir sehen also, es bleibt auch bei diesem engern Speziesbegriff ein reiches Maß von Irrtums- und Diskussionsmöglichkeiten übrig und wir kommen auch hier um das eben verurteilte konventionelle phanerogamische Einteilungsprinzip nicht ganz herum.

Noch stärker tritt nun aber die Berücksichtigung der systematischen Stellung der Wirtspflanze hervor, wenn wir in der Stufenleiter nach oben schreiten und uns nach den höhern Einheiten, den Gruppen, umsehen, in welche wir unsere Arten zusammenstellen. Diese Artgruppen können nämlich kaum auf eine andere Weise geschaffen werden, als dass wir zum phanerogamischen Einteilungsprinzip zurückkehren und alle Arten, welche in die gleiche Oosporengruppe gehören und überdies z. B. Caryophyllaceen bewohnen, in dieselbe Artgruppe zusammenstellen. Um das Wesen dieser Rückkehr noch deutlicher zu charakterisieren, greife ich zur Benennung dieser Artgruppen auf die ältern grössern Arten zurück und spreche in diesem Sinne von der Artgruppe, dem Formenkreis, der *P. Alsinearum*. Auf diese Weise erstehen die meisten der vorher zertrümmerten DeBaryschen Arten wiederum auf, wenngleich unter andern Gesichtspunkten, nämlich nicht mehr als distinkte Einheiten, sondern als lockere konventionelle Artbündel, die vor allem praktischen Interessen dienen. Das früher über die mangelnde Einheitlichkeit dieser Sammelarten resp. Artgruppen Gesagte besteht natürlich dennoch zu Recht, aber es muss nun von einem ganz andern Standpunkt aus betrachtet werden; ja wir müssen einen solchen Mangel an Einheitlichkeit direkt fordern.

Andererseits soll nicht verschwiegen werden, dass in der Praxis die Zuteilung der einzelnen Peronosporaarten zu den verschiedenen Formenkreisen nicht immer ganz leicht sein wird; denn bei zahlreichen Arten sind die Oosporen noch nicht bekannt und so sind wir auf blosse Deduktion angewiesen und werden daher sicherlich in zahlreichen Fällen in die Irre gehen. Es kann nämlich nicht genug betont werden, dass, im Gegensatz zu manchen Uredineen, bei der Gattung Peronospora die systematischen Einheiten bei weitem nicht in gewünschtem Masse mit den phanerogamischen Einheiten parallel

gehen (cf. z. B. das 1918a über die *P. parasitica* Gesagte, dem sich auch ähnliche Vergleiche mit Schweidlers Arbeiten über die Eiweiss-Idioblasten der Cruciferen anschliessen liessen). So kann nicht deduktiv abgeleitet werden, dass die Peronosporaformen auf *Arenaria* und auf *Moehringia* innerhalb der drei Formenkreise auf Caryophyllaceen (Sileneen, Alsineen und *Spergula arvensis*) nicht in den Formenkreis der *P. Alsinearum* gehören, sondern zu den Sileneen, oder dass die *P.*-Form auf *Trigonella* bei den drei Formenkreisen auf Papilionaceen (Ononis, Trifolieen und Vicieen) nicht zu den Trifolieen, sondern zu den Vicieen gestellt werden muss usw. Es ist also unschwer vorauszusagen, dass bei fortschreitender Kenntnis der Oosporenstruktur noch manche Verschiebung eintreten wird.

Es sei der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, dass in seiner leider nur schwer lesbaren Arbeit über die Peronosporeen Russlands, Jaczewsky (1901, p. 56 sqq.) zum Zwecke einer straffern Gliederung der Gattung *Peronospora* auf eine ähnliche Hierarchie hingewiesen hat. *P. effusa* soll nach ihm ein primärer Typus sein, *P. Rumicis*, *P. Schachtii*, *P. Polygoni* und *P. Hyoscyami* sollen höchst wahrscheinlich von ihr abstammen. Dass *P. effusa* primär sei, gehe daraus hervor, dass sie die verbreitetste und die am wenigsten konstante sei und so in sich die Keime der unscheinbaren morphologischen Veränderungen, die die verschiedenen Arten heute voneinander trennen, enthalte. *P. effusa* sei zufällig von *Chenopodium* auf *Beta*, *Polygonum*, *Hyoscyamus* usw. übergegangen, und im Verlaufe mehrerer Generationen seien hier Gewohnheitsrassen entstanden, die sich den neuen Verhältnissen angepasst hätten. Diese Anpassung drücke sich dadurch aus, dass ein Uebergehen z. B. von *Rumex* auf *Polygonum* oder zurück auf *Chenopodium* unmöglich geworden sei, dann aber auch durch einige unwesentliche morphologische Veränderungen, die im übrigen auf den Typus keinen Einfluss haben. Diese 5 Arten bilden nun nach Jaczewsky eine Sammelspezies. Aehnliche Beispiele sind: Art: *P. grisea*, sekundäre Art: *P. sordida*, *P. Linariae*, *P. Antirrhini*; oder Art: *P. Alsinearum*, sekundäre Art: *P. Myosotidis*.

Da vorläufig jegliche Grundlage für die Diskussion fehlt, ist hier nicht der Ort, auf das von Jaczewsky gestreifte Problem der Artentstehung einzutreten. Zudem werden ja die Jaczewskyschen Ansichten über die Einheitlichkeit seiner primären und sekundären Arten durch die vorliegende Arbeit überholt. Es scheint mir aber noch nicht völlig klar zu sein, warum nun gerade *P. grisea* als primärer Typus dienen solle und warum nicht z. B. *P. Linariae*; oder

wo man die Begründung hernehmen will, die *P. Myosotidis* als sekundär ausgerechnet von der *P. Alsinearum* abzuleiten.

Kehren wir zu unserer speziellen Fragestellung, der systematischen Struktur der Gattung *Peronospora*, zurück, so sei allein noch darauf hingewiesen, dass man die eben besprochenen Artgruppen (Formenkreise) besser nicht mehr gestützt auf die herkömmliche Conidienträngersystematik, mit der doch praktisch nichts anzufangen ist, anordnet, sondern, in Anlehnung an das Vorgehen *E d u a r d F i s c h e r s* bei den Uredineen der Schweiz, entsprechend der systematischen Reihenfolge der Wirtsfamilien im System.

Von den Formenkreisen an aufwärts, z. B. bei den Untergattungen, habe ich dem Schema *Alfred Fischers* (1892) nichts Prinzipielles mehr beizufügen. Man wird also auch in Zukunft *Calothecae* und *Leiothecae* unterscheiden, ebenso die *Calothecae* in *Verrucosae* und *Reticulatae* scheiden, desgleichen die *Leiothecae* in *Effusae* und *Parasiticae*. Nur wird man besser tun, die *Leiothecae* im Gegensatz zu *Alfred Fischer* vor den *Calothecae* zu behandeln, da sie doch, wie *Berlese* (1898b) gezeigt hat, die direkte Fortsetzung der Gattung *Plasmopara* bilden, von welcher sich also zur Gattung *Peronospora* ein unmerklicher Uebergang vollzieht. Aus dem gleichen Grunde muss auch innerhalb der *Leiothecae* die Reihenfolge vertauscht werden, zuerst die *Parasiticae* und dann die *Effusae*. Naturgemäss ist die Scheidung in *Parasiticae* und *Effusae* nicht durchwegs scharf durchzuführen, indem nach der Untersuchung *Berlèses* z. B. die *P. affinis* auf der Grenzlinie steht. Ueberdies müssen ohne Zweifel eine ganze Anzahl von Arten, die auch in der vorliegenden Arbeit den *Effusae* zugerechnet sind, mit der Zeit zu den *Parasiticae* gestellt werden, da in den meisten Fällen ohne zytologische Untersuchung eine zuverlässige Unterscheidung beinahe unmöglich ist. So führt *Alfred Fischer* die *P. Phyteumatis* bei den *Effusae* auf, *Berlese* (1898b, p. 183) gibt die Oogonwand schon als mehr oder weniger verdickt an, und ich persönlich habe bei der ihr sonst sehr nahestehenden *P. Speculariae* (1919b, p. 6) typische *Parasiticaeoogone* gesehen.

Um die hier vertretenen Ansichten über die systematische Gliederung der Gattung *Peronospora* besser zum Ausdruck zu bringen, lasse ich nachstehend einen Bestimmungsschlüssel folgen, in welchem aber nur die *Peronospora*arten der Schweiz berücksichtigt sind. Ich verzichte darauf, die einzelnen Diskussionspunkte noch einmal speziell hervorzuheben und die von frühern Bearbeitern abweichenden Anordnungen ausführlicher zu motivieren, da sich jeweils, bei näherer Betrachtung, die Gründe von selbst ergeben. Die im Gegen-

satz zu Alfred Fischer vorgenommenen Dislokationen von Formen der Effusae in die Gruppe der Parasiticae erfolgte im allgemeinen gestützt auf die mehrfach zitierten Untersuchungen Berleses.

II. Schlüssel zur Bestimmung der schweizerischen Peronosporaarten.

Zugleich eine Übersicht über das System der Gattung Peronospora.

Epispor der Oosporen glatt oder in einige unregelmässige Falten ausgezogen und dann unregelmässig eckig, niemals regelmässig netzig oder warzig.

Wand des Oogons dick, zweischichtig, nach der Sporenreife nicht zusammenfallend.

Wand des Oogons dünn, nach der Sporenreife zusammenfallend.

Epispor der Oosporen mit warzenförmigen oder mit leistenförmigen, zu regelmässigen Maschen verschmolzenen Verdickungen gleichmässig bedeckt.

Oosporen mit mehr oder weniger kugeligen Warzen oder mit kurzen, nicht netzig verschmolzenen Leisten besetzt.

Oosporen mit einem regelmässigen Maschwerk von netzig verschmolzenen Leisten besetzt.

A. Untergattung der *Leiothecae* Schröter.

a) Gruppe der *Parasiticae* De By.

b) Gruppe der *Effusae* De By.

B. Untergattung der *Calothecae* De By.

c) Gruppe der *Verrucosae* A. Fischer.

d) Gruppe der *Reticulatae* A. Fischer.

A. Untergattung der *Leiothecae* Schröter.

a. Gruppe der *Parasiticae* De By.

Auf Cannabaceen

Conidien im Mittel 25 μ lang, 18 μ breit

Auf Urticaceen

Conidien im Mittel 30 μ lang, 22 μ breit

Auf Euphorbiaceen

Conidien im Mittel 16 μ lang, 14 μ breit

Conidien im Mittel 21 μ lang, 16 μ breit

Conidien im Mittel 22 μ lang, 19 μ breit

Auf Papaveraceen

Conidien im Mittel 21—22 μ l., 21 μ b.

I. Formenkreis der *P. cannabina* Otth.

1. *P. cannabina* Otth.

II. Formenkreis der *P. Urticae* (Lib.) De By.

2. *P. Urticae* (Lib.) De By.

III. Formenkreis der *P. Euphorbiae* Fuckel.

3. *P. Euphorbiae* Fuckel.

4. *P. Cyparissiae* De By.

5. *P. valesiaca* Gäum.

IV. Formenkreis der *P. Corydalis* De By.

6. *P. Bulbocapni* Beck.